



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Studi Perancangan Galangan Kapal untuk Pembangunan Kapal Baru dan Perbaikan di Area Pelabuhan Pekalongan

Bibit Saputra¹⁾, Imam Pujo Mulyatno¹⁾, Wilma Amiruddin¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Email: bibitsaputra88@gmail.com

Abstrak

Industri galangan di Indonesia saat ini menjadi prioritas utama pemerintah berkaitan dengan program poros maritim yang sedang dijalankan. Berkaitan dengan hal tersebut pembangunan galangan yang sesuai serta efisien dan efektif menjadi tantangan dari para pelaku industri maritim. Untuk memenuhi tantangan tersebut penulis memilih area pelabuhan kota pekalongan sebagai objek penelitian untuk mengetahui perencanaan galangan yang sesuai serta memiliki kapasitas produksi yang efektif dan efisien. Dengan menggunakan metode *algoritma CRAFT* yang berdasar pada penentuan jarak antar departemen sebagai metode solusi didapatkan total jarak *material handling* yang terkecil. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan perencanaan galangan dengan total luas area 27000 m², meliputi area produksi bangunan baru dan *reparasi* 15.850 m², area fasilitas umum 11.150 m². Jenis galangan yang di rencanakan adalah galangan pembuatan kapal baru dan *reparasi* untuk kapal baja dengan pola aliran produksi tipe U. Total kapasitas produksi galangan yang direncanakan adalah 8360 ton per tahun dengan rincian produksi kapal baru 3360 ton per tahun dan *reparasi* 5000 ton per tahun. Nilai *efisiensi* kapasitas produksi sebesar 93,04% dengan jarak total *material handling* bangunan baru 47.768 m dan *reparasi* 17.690 m. DLHL rasio untuk produksi bangunan baru sebesar 4,219% dan *reparasi* sebesar 5,833%. Sedangkan nilai *utilisasi* lokasi untuk area produksi pada *layout* yang direncanakan sebesar 58,70%.

Kata kunci: Perencanaan galangan, Galangan pekalongan, Galangan

1. PENDAHULUAN

Kota pekalongan secara geografis dan Oceanografis memiliki potensi untuk pengembangan industri perkapalan. Secara umum industri perkapalan yang ada saat ini masih berupa galangan kapal kayu konvensional yang belum menerapkan pemanfaatan teknologi secara efektif dan efisien. Dengan tingginya potensi sumber daya perikanan dan didukung peningkatan jumlah armada kapal perikanan tangkap maka harus diimbangi dengan pengembangan Industri galangan kapal. Seiring dengan program Poros Maritim yang di canangkan oleh pemerintah peningkatan pertumbuhan industri perkapalan

nasional mengalami peningkatan hingga 15% per tahun. Hal ini didukung dengan beberapa kebijakan pemerintah yang mampu menstimulus iklim investasi dibidang industry perkapalan, salah satu diantaranya adalah penghapusan Pajak pertambahan nilai (PPN). Dengan melihat potensi yang tersedia dan kebijakan pemerintah yang mendorong berkembangnya industry perkapalan nasional, maka Penelitian ini ditujukan untuk menganalisa kelayakan perencanaan galangan kapal di area pelabuhan pekalongan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari dinas kelautan dan perikanan Provinsi Jawa Tengah (2015) Jumlah kapal perikanan di pekalongan 1.245 unit

dengan rata-rata berukuran 70 GT (Gross Tonase). Sedangkan jumlah galangan kapal yang tersedia berdasarkan data badan penanaman modal dan perijinan terpadu pekalongan ada 4 perusahaan galangan kapal kayu dan 1 galangan kapal baja. Dengan asumsi pertumbuhan industri perkapalan 15% pertahun ketersediaan galangan masih kurang untuk mendukung peningkatan program tersebut. Oleh karena itu perlu di lakukan perhitungan perencanaan galangan agar dapat menarik investor untuk pengembangan galangan tersebut.

1.1. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

- Galangan kapal yang dimaksud adalah galangan kapal baja meliputi pembangunan kapal baru dan perbaikan.
- Penelitian ini tidak menghitung detail konstruksi bangunan sipil galangan
- Proses produksi yg dihitung hanya terbatas pada konstruksi bajanya saja, tidak termasuk sistem dalam kapal dan interior kapal.

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

- Membuat perancangan galangan sesuai dengan kebutuhan didaerah pekalongan.
- Mendapatkan nilai kapasitas produksi galangan untuk bangunan kapal baru dan perbaikan.
- Mengetahui perencanaan tata letak layout galangan yang efektif dan efisien

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Industri Galangan Kapal

Galangan merupakan suatu industri yang didalamnya terjadi proses transformasi masukan berupa material (besi baja, kayu, fiber glas, dll) menjadi suatu keluaran (*Output*) yang dapat berupa kapal, atau bangunan lepas pantai dan bangunan apung lainnya. Industri galangan produk akhirnya termasuk dalam klasifikasi *Product Oriented* atau *Job Shops Production* (Storch 1995). Suatu *product Oriented* atau *Job Shops Production* sering kali dapat juga disebut sebagai industri yang bekerja berdasarkan pesanan (*Job Order*). Jumlah atau volume

produksi yang dihasilkan sering kali rendah dan umumnya digunakan untuk memenuhi pesanan yang spesifik dan oleh karenanya banyak pekerjaan yang harus dilaksanakan.

Galangan adalah suatu tempat untuk membangun atau mereparasi kapal – kapal, jadi galangan harus memiliki; tanah atau lahan dan *water form* atau garis pantai. Berdasarkan aktivitasnya galangan dapat dibagi menjadi sebagaiberikut (Andreasson, ER.1980)

- Galangan bangunan baru
- Galangan khusus reparasi
- Galangan Bangunan baru dan reparasi

Orientasi bangunan baru merupakan jenis galangan yang melakukan pembangunan kapal – kapal baru sesuai pesanan dari owner. Orientasi reparasi adalah merupakan jenis galangan yang melakukan pekerjaan perawatan perbaikan kapal. Orientasi bangunan baru dan reparasi merupakan galangan yang berfungsi multi yaitu melakukan pembuatan kapal baru dan perawatan/perbaikan serta modifikasi kapal (Ahyari, A. 1996)

2.2. Areal produksi dan Layout

Layout adalah pengaturan serta penempatan alat – alat, manusia maupun fungsi – fungsi lainnya dalam kegiatan produksi dengan tujuan untuk memperoleh penggunaan ruangan yang efisien dan aliran proses yang optimal (Ahyari, A, 1996). Sedangkan menurut (Ansori, 1996) layout adalah pengaturan semua fasilitas produksi guna memperlancar proses produksi yang efektif dan efisien.

Tujuan utama yang ingin dicapai dalam perencanaan tata letak industri galangan pada dasarnya adalah meminimumkan biaya atau meningkatkan efisiensi dalam pengaturan segala fasilitas produksi dan areal kerja. Secara spesifik tata letak galangan yang baik akan dapat memberikan manfaat – manfaat dalam sistem produksi, diantaranya adalah meningkatkan jumlah produksi, mengurangi waktu tunggu, mengurangi proses pemindahan bahan, penghematan penggunaan ruangan, efisiensi penggunaan fasilitas dan mempersingkat

waktu proses.

2.3. Efektifitas dan material handling

Efektifitas merupakan hubungan antara *output* dengan tujuan, semakin besar kontribusi *output* terhadap pencapaian tujuan maka semakin efektif kegiatan. Efektifitas berlangsung pada *outcome* (hasil), program, atau kegiatan yang dinilai efektif apabila *output* yang dihasilkan dapat memenuhi tujuan yang diharapkan. Untuk lebih jelas dapat dilihat dibawah ini mengenai hubungan arti efektifitas [4]:

$$\text{Efektifitas} = \frac{\text{OUTCOME}}{\text{OUTPUT}}$$

(Sumber : Mahmudi,2005:92)

Material Handling adalah suatu jenis transportasi (pengangkutan) yang dilakukan dalam perusahaan industri, yang artinya memindahkan bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi, dari tempat asal ke tempat tujuan yang telah ditetapkan. Memindahkan material dari satu tempat proses produksi ke tempat proses produksi yang lain[5].

2.4. Algoritma CRAFT

Algoritma Craft merupakan sebuah metode bertujuan untuk meminimumkan perpindahan material, dimana perpindahan material didefinisikan sebagai aliran produk, jarak dan pengangkutan. *CRAFT* pertama kali diperkenalkan oleh Amour dan Buffa pada tahun 1963.

CRAFT merupakan contoh program tipe teknik *Heuristic* yang berdasarkan pada interpretasi *Quadratic Assignment* dari program proses *layout*, yaitu mempunyai kriteria dasar yang digunakan meminimumkan biaya perpindahan material, dimana biaya ini digambarkan sebagai fungsi linier dari jarak perpindahan. *CRAFT* merupakan sebuah program perbaikan. Program ini mencari perancangan optimum dengan melakukan perbaikan tata letak secara

bertahap. *CRAFT* mengevaluasi tata letak dengan cara mempertukarkan lokasi departemen. Perubahan antar departemen diharapkan dapat mengurangi biaya perpindahan material. Selanjutnya *CRAFT* membuat pertimbangan pertukaran departemen untuk tata letak yang baru, dan ini dilakukan secara berulang-ulang sampai menghasilkan tata letak yang terbaik. *CRAFT* dapat melayani pertukaran sampai 40 departemen.

2.5. Model Simulasi

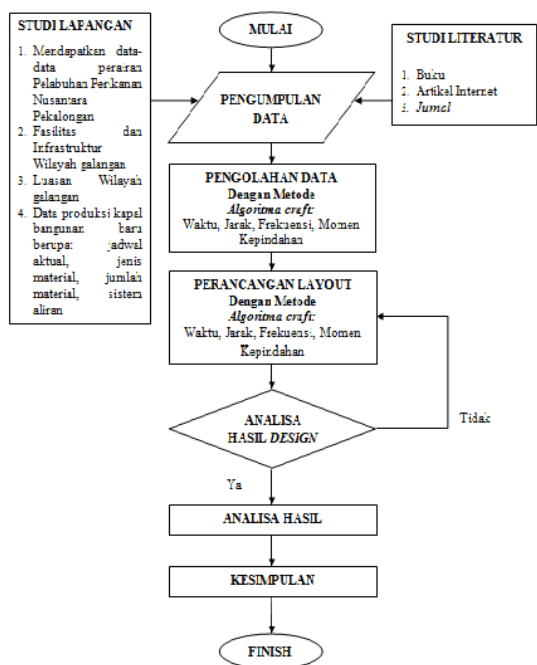
Simulasi diartikan sebagai teknik menirukan atau memperagakan kegiatan berbagai macam proses atau fasilitas yang ada di dunia nyata. Fasilitas atau proses tersebut disebut dengan sistem, yang mana didalam keilmuan digunakan untuk membuat asumsi-asumsi bagaimana sistem tersebut bekerja. Simulasi dilakukan untuk beberapa beberapa hal, diantaranya[14] :

1. Simulasi adalah salah satu cara untuk mengatasi masalah yang ditirukan dan sesuai kondisi kenyataan dilapangan tanpa harus disurvei secara langsung.
Contoh : kegiatan alur dari proses produksi
2. Solusi Analitik tidak bisa dikembangkan, karena sistem sangat kompleks.
3. Pengamatan sistem secara langsung tidak dimungkinkan, karena sangat mahal, memakan waktu yang terlalu lama dan dikhawatirkan akan merusak sistem yang sedang berjalan.

Pada penelitian ini dipergunakan *software* simulasi *PROMODEL student version* merupakan merupakan produk dari *promodel corporation*. Dengan beberapa *library* yang dimiliki *promodel*, mampu membantu dalam melakukan simulasi pada berbagai bidang. *Output* yang dihasilkan *PROMODEL* berupa ulilisasi lokasi, utilisasi resource, utilisasi entity.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari bulan September 2015 hingga maret 2016 di kota pekalongan, berikut flow chart penelitiannya;



4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

a. Data – data Penelitian

Berdasarkan data yang diambil dari statistik pelabuhan perikanan nusantara pekalongan didapatkan jumlah kapal yang beroperasi dipekalongan sesuai table berikut:

Tabel.1 Data Jumlah Kapal Perikanan

Tahun	Jumlah kapal (unit)	prosentase (%)
2006	873	9%
2007	856	-2%
2008	891	4%
2009	984	10%
2010	1096	11%
2011	1087	-1%
2012	1197	10%
2013	1257	5%
2014	1381	10%
2015	1254	-9%
<i>Average</i>	877	5%

Berdasarkan data tersebut dapat dihitung rata – rata pertumbuhan jumlah kapal perikanan pertahun adalah 5%. Pertumbuhan tersebut masih tergolong lambat jika dibandingkan dengan proyeksi pertumbuhan yang direncanakan pemerintah yakni 15% per tahun. Dengan demikian perlu adanya percepatan untuk meningkatkan pertumbuhan

tersebut.

Galangan kapal yang terdaftar di Badan Penanaman Modal dan Pelayanan Perijinan Terpadu Kota pekalongan tercatat 4 unit untuk galangan kapal kayu dan 1 unit galangan kapal baja. Berdasarkan hasil survey galangan kapal kayu yang ada merupakan galangan kapal konvensional sehingga proses pembuatan dan perbaikan kapal belum bias mencapai titik produktivitas yang maksimal. Rata – rata galangan tersebut mampu memproduksi 2 sampai 3 kapal kayu setiap tahunnya dengan ukuran 30-50 GT. Sedangkan unit galangan kapal baja yang ada belum dapat memenuhi kebutuhan kapal perikanan secara khusus dikarenakan penggunaan kapal baja untuk perikanan masih sangat jarang.

Dari data tersebut diketahui bahwa pertumbuhan kapal pertahun rata – rata s 40 unit pertahun. Sedangkan kemampuan galangan kapal yang ada hanya dapat memproduksi 12 unit kapal per tahun. Dengan demikian perencanaan galangan masih memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan kapal perikanan maupun kapal secara umum. Dengan mempertimbangkan asumsi pertumbuhan industry perkapalan nasional yang ditargetkan naik 15% pertahun maka potensi pasar yang ada sangat terbuka luas.

b. Penentuan lokasi

Pemilihan lokasi untuk merencanakan sebuah kegiatan industri merupakan faktor utama yang sangat berpengaruh terhadap kelancaran kegiatan usaha tersebut. Dalam perencanaan sebuah galangan kapal pemilihan lokasi tidak dapat dilakukan tanpa perhitungan yang matang dan harus memenuhi beberapa faktor sebagai berikut:

- a) Kondisi perairan
- b) Ketersediaan bahan baku
- c) Transportasi
- d) Power /listrik
- e) Konsumen/market
- f) Sumber tenaga kerja / SDM
- g) Lingkungan

Berdasarkan letak geografis yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya dan mempertimbangkan beberapa faktor diatas. Lokasi galangan yang dipilih yakni di area Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan. Area tersebut terletak diantara 6°51'18,14" LS dan 109°41'17,67" LU berbatasan dengan galangan

kapal PT. Barokah Marine pekalongan. Pemilihan lokasi tersebut dinilai sudah memenuhi kriteria – kriteria yang disebutkan diatas.



Gambar 4.1 Lokasi galangan yang direncanakan

c. Perencanaan Galangan

Secara umum galangan kapal dibedakan menjadi 3 yakni:

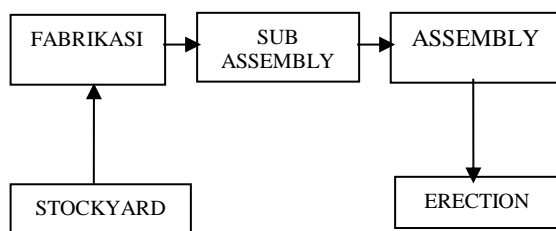
- a). Galangan kapal bangunan baru
- b). Galangan kapal reparasi
- c). Galangan kapal reparasi dan bangunan baru

Galangan yang direncanakan pada tugas akhir ini adalah galangan kapal reparasi dan bangunan baru. Perencanaan ini didasarkan pada tingginya potensi pasar untuk pembangunan kapal baru maupun perbaikan kapal.

Dalam perencanaan aliran material suatu perencanaan tata letak terdapat beberapa maca tipe aliran yakni:

- a). Layout tipe I
- b). Layout tipe T
- c). Layout tipe L
- d). Layout tipe U
- e). Layout tipe Z

Pola aliran tersebut ditentukan dari proses kedatangan material, pengolahan material, fabrikasi baja, sub assembly, assembly dan erection. Berikut pola aliran yang direncanakan menggunakan pola aliran layout tipe U.



Gambar 4.2 Pola aliran layout tipe U

d. Fasilitas galangan

Perencanaan fasilitas galangan merupakan faktor utama yang harus dihitung dan dipertimbangkan dengan baik. Pertimbangan internal yang sangat penting dalam analisa perancangan fasilitas galangan adalah menjadikan seluruh rangkaian menjadi sebuah sistem terintegrasi. Ketika kapasitas galangan sudah ditentukan, maka spesifikasi dan kapasitas fasilitas / peralatan yang direncanakan harus disesuaikan. Hal ini dimaksudkan agar utilisasi dan keseimbangan dari kontribusi tiap fasilitas dapat berjalan optimum. Dalam perencanaan sebuah galangan menjadi suatu sistem yang terintegrasi berikut ini adalah goal yang harus dipertimbangkan:

- a. Mengoptimalkan inventori material dan proses kerja, untuk meminimalkan resiko adanya ketidaktersediaan barang saat dibutuhkan.
- b. Meminimalkan cadangan bahan baku / buffer stock material agar seimbang dengan alur produksi dan tidak terjadi penumpukan material.
- c. Meminimalkan jumlah pengangkutan material, mengurangi jarak perpindahan material dan mengefisienkan material yang harus dipindahkan.

Tabel.2 Data peralatan dan fasilitas

No.	Nama Fasilitas	Kapasitas	Jumlah
1	Slip way	1200 ton	2
2	Building berth	1200 ton	2
3	stockyard	1000 ton	1
4	Bengkel farbrikasi	3200 m ²	1
5	CNC Machine	28,8 ton/hari	1
6	Sandblasting Machine	20 ton / hari	1
7	Painting equipment	80 kg/spcm	2
8	Water jet equipment	16"	2
9	Ashore pump	2-4"	6
10	Electric compresor	8,5 bar, 22CFM	1
11	Oxygen tank	3000 L	2
12	Welding machine	300 A	1
13	Welding transformer	250-400 A	200
14	Welding transformer	300 A	10

15	Semi/auto gas cutting		10
16	Hand grinder	150 mm	200
17	lathes	5 m	5
18	lathes	9 m	1
19	Corter machine	1,5 mm	1
20	Scraping machine	400 mm	4
21	Hydraulic jack	50-100 ton	20
22	Chain/level block	3-10 ton	75
23	Pipe bending machine	3"	5
24	Pipe bending machine	1"	1
25	Bending machine	200-250 ton	2
26	Boor & corter mac		1
27	Hydraulic, crimping	26 ton	1
28	Mobile crane	45 ton	1
29	forklift	5 ton	3
30	Gantry crane	10 ton	1
31	trailer	10 ton	1
32	truck	10 ton	1

e. Perencanaan kapasitas produksi

Stockyard merupakan tempat penyimpanan material – material mentah sebelum dilakukan proses produksi. Kapasitas penyimpanan stockyard ini sangat menentukan apakah jumlah material yang tersedia mencukupi atau tidak mencukupi guna menunjang keseluruhan proses produksi. Apabila kapasitas stockyard tidak memenuhi maka akibatnya dapat menghambat laju material handling yang menyebabkan keterlambatan durasi pengerjaan suatu proyek.

Pada perencanaan galangan ini luas area stockyard yang direncanakan adalah 40 m x 35 m atau 1400 m². Dengan luas tersebut maka dapat dihitung kapasitas penyimpanannya sebagai berikut.

Material yang disimpan berupa plat baja berukuran 1,5 m x 6 m atau 9 m². Apabila luas area dibagi luas lembaran plat maka didapatkan

$$\text{Jumlah tatanan} = \frac{1400 \text{ m}^2}{9 \text{ m}^2} = 155 \text{ tatanan}$$

(Dengan asumsi setiap tatanan terdapat 10 lembar), maka

$$\text{jumlah plat} = 155 \times 10 = 1550 \text{ lembar}$$

(Berat plat per lembar = 600 Kg),

$$\text{Berat total} = 1550 \times 0,6 \text{ ton}$$

$$= \mathbf{930 \text{ ton}}$$

Dengan demikian kapasitas penyimpanan stockyard yang direncanakan adalah 930 ton atau ±1000 ton material plat baja

Fabrikasi memiliki kapasitas produksi yang ditentukan oleh kapasitas mesin yang digunakan. Pada tahap ini mesin yang digunakan adalah CNC machine dan beberapa peralatan lainnya. Sebagian besar material baja yang akan diproses dilakukan pemotongan menggunakan CNC machine sehingga dalam penghitungan kapasitas di tahap fabrikasi digeneralisasikan menggunakan kapasitas mesin CNC saja.

$$\text{Kecepatan} = 900 \text{ mm} / 60 \text{ sec}$$

$$= 6 \text{ lembar plat} / \text{jam, maka;}$$

$$1 \text{ hari (8 jam kerja)} = 8 \times 6$$

$$= 48 \text{ lembar} / \text{hari}$$

(apabila perlembar plat adalah 0,6 ton), maka;

$$\text{Produski} = 48 \text{ lembar} \times 0,6 \text{ ton}$$

$$= \mathbf{28,8 \text{ ton/hari}}$$

$$= \mathbf{8985 \text{ ton/tahun}}$$

Pada proses *sub assembly* penentuan kapasitas produksi ditentukan oleh luas area produksi dan juga kecepatan welding yang dipengaruhi oleh jumlah man power. Luas area sub assembly yang direncanakan adalah 40 m x 30 m atau 1200 m² pada proses ini kapasitas dari luas area tidak dapat diperhitungkan karena bentuk konstruksi dari material belum beraturan sehingga kapasitas nya hanya dapat ditentukan oleh kecepatan pengelasan dari pekerja. Diasumsikan sesuai observasi digalangan kecepatan welding adalah 0,5 – 1,0 ton per team. Masing – masing tim terdiri dari 3 orang yakni welder, fit up dan helper.

Pada tahap *assembly* proses produksi yang dilakukan sama dengan proses sub assembly yakni perakitan konstruksi. Namun pada tahap ini kapasitas produksi dapat diperhitungkan berdasarkan luas. Pada tahapan assembly penggabungan plat menggunakan sistem blok, dimana setiap blok menggunakan luas meja berukuran 12 m x 6 m. Dengan luas srea yang direncanakan sebesar 75 m x 15 m atau 1125 m² maka terdapat kurang lebih 13 meja atau block. Dengan menggunakan asumsi setiap block memiliki berat 30 ton, maka kapasitas produksi berdasarkan luas areanya dapat menampung 13 meja x 30 ton = **390 ton**.

U.

Pada tahap *erection* kapasitas produksi yang dapat dihitung berdasar pada luas area yang dimiliki. Seperti halnya pada tahap *assembly* pada proses ereksi merupakan penggabungan dari blok yang dikerjakan sebelumnya. Akan tetapi penggabungan blok ini tidak lagi membutuhkan jarak antara blok, sehingga seluruh area dapat dimaksimalkan. Dengan luas area 75 m x 20 m atau 1500 m² diperkirakan mampu menampung kapal berukuran 1200 ton.

Total kapasitas produksi galangan yang direncanakan adalah 8360 ton/tahun yang terdiri dari 3360 ton/tahun untuk pembuatan kapal baru dan 5000 ton/tahun untuk kegiatan reparasi kapal.

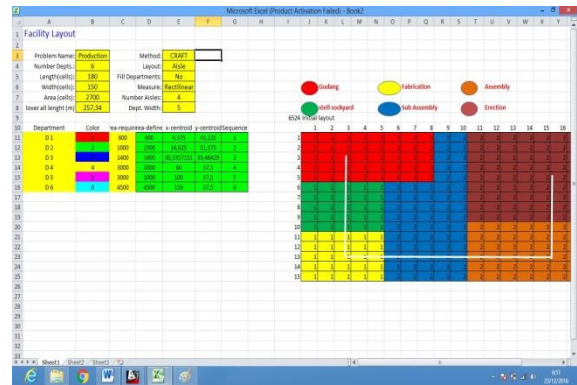
Berdasarkan perhitungan tersebut maka kapasitas produksi pada fabrikasi menjadi faktor penentuan kapasitas produksi galangan secara keseluruhan. Kapasitas produksi fabrikasi sebesar 8985 ton/tahun dan total kapasitas produksi galangan 8360 ton/tahun maka diketahui kapasitas produksi fabrikasi dapat memenuhi target kapasitas produksi galangan sebesar 93,04% dengan demikian kegiatan produksi galangan dapat dikatakan *efektif*.

f. Perencanaan Layout Galangan

CRAFT merupakan singkatan dari *Computerized Relative Allocation of Facilities Technique*.

Teknik *CRAFT* pertama kali diperkenalkan oleh Armour dan Buffa pada tahun 1983 yang bertujuan untuk meminimumkan biaya perpindahan material, dimana biaya perpindahan material didefinisikan sebagai aliran produk, jarak dan biaya unit pengangkutan. *Craft* merupakan sebuah program perbaikan, program ini mencari perancangan optimum dengan melakukan perbaikan tata letak secara bertahap. *Craft* Mengevaluasi tata letak dengan cara mempertukarkan lokasi fasilitas. Pertukaran-pertukaran ini berlangsung terus menerus dan selanjutnya pertukaran fasilitas ini akan membawa ke arah tata letak yang mendekati optimal. (All-possible two-way and three-way department exchanges).

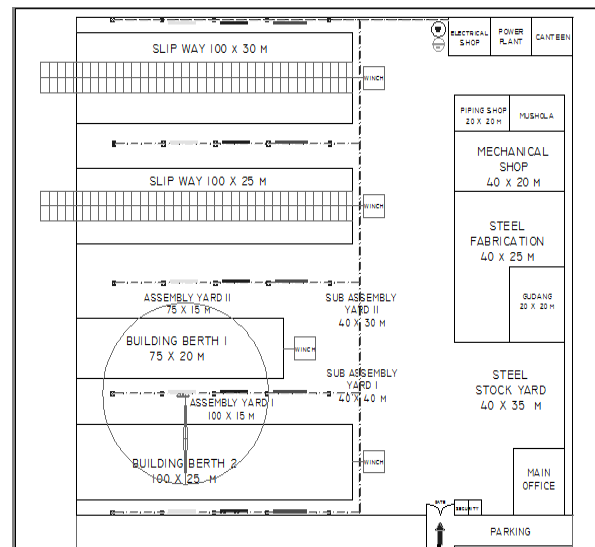
Metode ini digunakan untuk menentukan tata letak fasilitas galangan yang paling efisien ditinjau dari jarak perpindahan material handling dari departemen ke departemen. Dengan menggunakan perhitungan software berbasis excel didapatkan layout yang paling efisien dengan pola aliran tipe



Gambar 2. Software craft layout.exe

Dengan menggunakan data masukan berupa jumlah departemen, luas area departemen, aliran material handling dan dengan melakukan perubahan letak fasilitas didapatkan layout seperti pada gambar 1 dengan jumlah jarak material handling dari gerbang utama ke erection sepanjang 193,25 meter.

Dengan hasil tipe layout yang didapatkan dari metode *CRAFT* berikut gambar layout galangan menggunakan software berbasis CAD.



Gambar 3. Layout galangan

g. Perhitungan material handling bangunan baru

1) Material datang menggunakan truck trailer:

$$\text{Waktu pengangkutan} = \frac{47,00 \text{ meter}}{2 \text{ km/jam}} = 0,023$$

(untuk pengangkutan material tiap 10 ton)

$$\text{Frekuensi material angkut} = \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} = \frac{1200 \text{ ton}}{10 \text{ ton}}$$

$$\begin{aligned} &= 120 \text{ kali operasi} \\ \text{Waktu material angkut} &= 5 \text{ menit} \times 120 \\ &= 825 \text{ menit} \\ &= 13,75 \text{ jam} \\ \text{Waktu material handling} &= (0,023 \times 120) + (13,75 + \\ &13,75) \\ &= \mathbf{30,32 \text{ jam}} \end{aligned}$$

2) Material dipindahkan dari gudang ke *plate store* dengan menggunakan *forklift*

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengangkutan} &= \frac{30,00 \text{ meter}}{1 \text{ km/jam}} = 0,03 \\ \text{(untuk pengangkutan material tiap 5 ton/ operasi)} \\ \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\ &= \frac{1200 \text{ ton}}{5 \text{ ton}} \\ &= 240 \text{ kali operasi} \\ \text{Waktu material angkut} &= 2 \text{ menit} \times 240 \\ &= 480 \text{ menit} \\ &= 8 \text{ jam} \\ \text{Waktu bongkar muat} &= 1 \text{ menit} \times 240 \\ &= 240 \text{ menit} \\ &= 4 \text{ jam} \\ \text{Waktu material handling} &= (0,03 \times 240) + (8 + 4) \\ &= \mathbf{19,2 \text{ jam}} \end{aligned}$$

3) Material dipindahkan dari *plate store* ke bengkel *fabrikasi* dengan menggunakan *forklift* :

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengangkutan} &= \frac{23,00 \text{ meter}}{1 \text{ km/jam}} = 0,023 \\ \text{(untuk pengangkutan material tiap 5 ton/ operasi)} \\ \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\ &= \frac{1200 \text{ ton}}{5 \text{ ton}} \\ &= 240 \text{ kali operasi} \\ \text{Waktu material angkut} &= 2 \text{ menit} \times 240 \\ &= 480 \text{ menit} \\ &= 8 \text{ jam} \\ \text{Waktu bongkar muat} &= 1 \text{ menit} \times 240 \\ &= 240 \text{ menit} \\ &= 4 \text{ jam} \\ \text{Waktu material handling} &= (0,02 \times 240) + (8 + 4) \\ &= \mathbf{17,52 \text{ jam}} \end{aligned}$$

4) Material dipindahkan dari bengkel *fabrikasi* ke bengkel *assembly* dengan menggunakan *forklift* :

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengangkutan} &= \frac{56,00 \text{ meter}}{1 \text{ km/jam}} = 0,056 \\ \text{(untuk pengangkutan material tiap 5 ton/ operasi)} \\ \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\ &= \frac{1200 \text{ ton}}{5 \text{ ton}} \\ &= 240 \text{ kali} \\ \text{Waktu material angkut} &= 2 \text{ menit} \times 240 \\ &= 480 \text{ menit} \\ &= 8 \text{ jam} \\ \text{Waktu bongkar muat} &= 1 \text{ menit} \times 240 \\ &= 240 \text{ menit} \\ &= 4 \text{ jam} \\ \text{Waktu material handling} &= (0,056 \times 240) + (8 + 4) \\ &= \mathbf{25,44 \text{ jam}} \end{aligned}$$

5) Material dipindahkan dari bengkel *assembly* ke tempat *ereksi* dengan menggunakan *mobile crane* :

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengangkutan} &= \frac{67,00 \text{ meter}}{0,5 \text{ km/jam}} = 0,067 \\ \text{(untuk pengangkutan material tiap 25 ton/ operasi)} \\ \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\ &= \frac{1200 \text{ ton}}{25 \text{ ton}} \\ &= 48 \text{ kali operasi} \\ \text{Waktu material angkut} &= 3 \text{ menit} \times 48 \\ &= 144 \text{ menit} \\ &= 2,4 \text{ jam} \\ \text{Waktu bongkar muat} &= 2 \text{ menit} \times 48 \\ &= 96 \text{ menit} \\ &= 1,6 \text{ jam} \\ \text{Waktu material handling} &= (0,067 \times 48) + \\ &(2,4 + 1,6) \\ &= \mathbf{7,2 \text{ jam}} \end{aligned}$$

6) Material dipindahkan dari bengkel *assembly* ke tempat *ereksi* dengan menggunakan *mobile crane* :

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengangkutan} &= \frac{17,00 \text{ meter}}{0,5 \text{ km/jam}} = 0,034 \\ \text{(untuk pengangkutan material tiap 25 ton/ operasi)} \\ \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\ &= \frac{1200 \text{ ton}}{25 \text{ ton}} \\ &= 48 \text{ kali operasi} \\ \text{Waktu material angkut} &= 3 \text{ menit} \times 48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 144 \text{ menit} \\
 &= 2,4 \text{ jam} \\
 \text{Waktu bongkar muat} &= 2 \text{ menit} \times 48 \\
 &= 96 \text{ menit} \\
 &= 1,6 \text{ jam} \\
 \text{Waktu material handling} &= (0,067 \times 48) + \\
 &= (2,4+1,6) \\
 &= \mathbf{5,63 \text{ jam}}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian total waktu material handling dalam menyelesaikan proyek pembuatan kapal baru adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Total waktu material handling bangunan baru;} \\
 &= 30,32 + 19,2 + 17,52 + 25,44 + 7,2 + 5,63 \\
 &= \mathbf{105,31 \text{ jam}}
 \end{aligned}$$

Banyaknya frekuensi perpindahan material didapat dengan mengetahui berat material angkut dan kapasitas alat angkut yang digunakan dalam pemindahan material antar departemen. Sehingga akan diketahui berapa frekuensi antar departemen dari proses material masuk sampai dengan proses ereksi. Berikut ini hasil perhitungan frekuensi aliran material dari sebuah proses produksi berdasarkan layout yang direncanakan, yaitu :

Tabel 4.9 Frekuensi Airan Bahan pada Layout

Dari - Ke	Jumlah ton	Kapasitas Angkut (ton/unit)	Jumlah Alat Angkut (Unit)	Frekuensi
1	2	4	5	6
X-A	1400	10	1	140
A-B	1400	5	1	280
B-C	1400	5	1	280
C-D	1200	3	1	400
D-E	1200	25	1	48
E-F	1200	45	1	26,6
Jumlah frekuensi				1174,6
Rata-rata frekuensi per hari				45

yang direncanakan

(Sumber: Data asumsi dari contoh proyek kapal perintis 1200GT)

Dalam menentukan total jarak pemindahan bahan antar departemen pada penelitian ini digunakan jarak actual sepanjang lintasan (*Aisle*) pada *algoritma craft*. Yaitu dengan mengukur jarak actual sepanjang lintasan yang dilalui oleh alat angkut pemindahan bahan. Jarak *aisle* biasanya digunakan pada saat perencanaan atau saat evaluasi. Berikut jarak *aisle* yang didapat dari layout yang direncanakan, yaitu :

Tabel 4.10 Jarak *aisle* Antar Departemen pada Layout

No	Dari – Ke	Jarak (m)
1	X – A	47,00
2	A – B	31,00
3	B – C	23,00
4	C – D	56,00
5	D – E	67,00
6	E-F	17,00

(Sumber : Data dari *Layout* Perencanaan)

Setelah didapat jarak aisle antar departemen atau jarak material handling maka untuk mengetahui total jarak perpindahan material harus dikalikan dengan jumlah jumlah frekuensi perpindahan antar departemen dan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.10 Jarak total perpindahan bahan (*aisle*)

Layout

Dari - Ke	Jarak (m)	Frekuensi/day	Total Jarak (m)
X – A	47,00	140	6580
A – B	31,00	280	8680
B – C	23,00	280	6440
C – D	56,00	400	22400
D – E	67,00	48	3216
E – F	17,00	26,6	452,2
Total jarak perpindahan material			47768,2
Rata-rata perpindahan perhari			1837,2

(Sumber : Data asumsi proyek perintis 1200 GT dan perncanaan *Layout*)

h. Perhitungan material handling Reparasi

1). Material datang menggunakan truck trailer:

$$\text{Waktu pengangkutan} = \frac{47,00 \text{ meter}}{2 \text{ km/jam}} = 0,023$$

(untuk pengangkutan material tiap 10 ton)

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\ &= \frac{500 \text{ ton}}{10 \text{ ton}} \\ &= 50 \text{ kali operasi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu material angkut} &= 5 \text{ menit} \times 50 \\ &= 250 \text{ menit} \\ &= 4,1 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu material handling} &= (0,023 \times 120) + (4,1 + 4,1) \\ &= \mathbf{9,375 \text{ jam}} \end{aligned}$$

2) Material dipindahkan dari gudang ke *plate store* dengan menggunakan *forklift*

$$\text{Waktu pengangkutan} = \frac{30,00 \text{ meter}}{1 \text{ km/jam}} = 0,03$$

(untuk pengangkutan material tiap 5 ton/ operasi)

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\ &= \frac{500 \text{ ton}}{5 \text{ ton}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 100 \text{ kali operasi} \\ \text{Waktu material angkut} &= 2 \text{ menit} \times 100 \\ &= 200 \text{ menit} \\ &= 3,3 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu bongkar muat} &= 1 \text{ menit} \times 100 \\ &= 100 \text{ menit} \\ &= 1,6 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu material handling} &= (0,03 \times 100) + (3,3 + 1,6) \\ &= \mathbf{7,9 \text{ jam}} \end{aligned}$$

3) Material dipindahkan dari *plate store* ke bengkel *fabrikasi* dengan menggunakan *forklift* :

$$\text{Waktu pengangkutan} = \frac{23,00 \text{ meter}}{1 \text{ km/jam}} = 0,023$$

(untuk pengangkutan material tiap 5 ton/ operasi)

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\ &= \frac{500 \text{ ton}}{5 \text{ ton}} \\ &= 100 \text{ kali operasi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu material angkut} &= 2 \text{ menit} \times 100 \\ &= 200 \text{ menit} \\ &= 3,3 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu bongkar muat} &= 1 \text{ menit} \times 100 \\ &= 100 \text{ menit} \\ &= 1,6 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu material handling} &= (0,02 \times 100) + (3,3 + 1,6) \\ &= \mathbf{27,9 \text{ jam}} \end{aligned}$$

4) Material dipindahkan dari bengkel *fabrikasi* ke bengkel *assembly* dengan menggunakan *forklift* :

$$\text{Waktu pengangkutan} = \frac{44,00 \text{ meter}}{1 \text{ km/jam}} = 0,044$$

(untuk pengangkutan material tiap 5 ton/ operasi)

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\ &= \frac{500 \text{ ton}}{5 \text{ ton}} \\ &= 100 \text{ kali} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu material angkut} &= 2 \text{ menit} \times 100 \\ &= 200 \text{ menit} \\ &= 3,3 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu bongkar muat} &= 1 \text{ menit} \times 100 \\ &= 100 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,6 \text{ jam} \\
 \text{Waktu material handling} &= (0,056 \times 240) + (3,3 + 1,6) \\
 &= \mathbf{48,9 \text{ jam}}
 \end{aligned}$$

5) Material dipindahkan dari bengkel *assembly* ke tempat *ereksi* dengan menggunakan *mobile*

Dari - Ke	Jumlah ton	Kapasitas Angkut (ton/unit)	Jumlah Alat Angkut (Unit)	Frekuensi
1	2	4	5	6
X-A	600	10	1	6
A-B	600	5	1	120
B-C	600	5	1	120
C-D	600	3	1	166,6
D-E	600	25	1	20
Jumlah frekuensi				486,6
Rata-rata frekuensi per hari				18,7

crane :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu pengangkutan} &= \frac{53,00 \text{ meter}}{0,5 \text{ km/jam}} = 0,053 \\
 &(\text{untuk pengangkutan material tiap } 25 \text{ ton/ operasi}) \\
 \text{Frekuensi material angkut} &= \frac{\text{Berat material angkut}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \\
 &= \frac{500 \text{ ton}}{25 \text{ ton}} \\
 &= 20 \text{ kali operasi} \\
 \text{Waktu material angkut} &= 3 \text{ menit} \times 20 \\
 &= 60 \text{ menit} \\
 &= 1 \text{ jam} \\
 \text{Waktu bongkar muat} &= 2 \text{ menit} \times 20 \\
 &= 40 \text{ menit} \\
 &= 0,4 \text{ jam} \\
 \text{Waktu material handling} &= (0,053 \times 20) + (1+0,46) \\
 &= \mathbf{2,66 \text{ jam}}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian total waktu material handling dalam menyelesaikan proyek perbaikan kapal adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Total waktu material handling ;} \\
 &= 9,4 + 7,9 + 27,9 + 48,9 + 2,6 \\
 &= \mathbf{96,74 \text{ jam}}
 \end{aligned}$$

Banyaknya frekuensi perpindahan material didapat dengan mengetahui berat material angkut dan kapasitas alat angkut yang digunakan dalam pemindahan material antar departemen. Sehingga akan diketahui berapa frekuensi antar departemen dari proses material masuk sampai dengan proses ereksi. Berikut ini hasil perhitungan frekuensi aliran material dari sebuah proses produksi berdasarkan layout yang direncanakan, yaitu :

Tabel 4.9 Frekuensi Airan Bahan pada Layout yang direncanakan

(Sumber: Data asumsi dari contoh proyek kapal perintis 1200GT)

Dalam menentukan total jarak pemindahan bahan antar departemen pada penelitian ini digunakan jarak actual sepanjang lintasan (*Aisle*) pada *algoritma craft*. Yaitu dengan mengukur jarak actual sepanjang lintasan yang dilalui oleh alat angkut pemindahan bahan. Jarak *aisle* biasanya digunakan pada saat perencanaan atau saat evaluasi. Berikut jarak *aisle* yang didapat dari layout yang direncanakan, yaitu :

Tabel 4.10 Jarak *aisle* Antar Departemen pada Layout

No	Dari - Ke	Jarak (m)
1	X - A	47,00
2	A - B	31,00
3	B - C	23,00
4	C - D	44,00
5	D - E	53,00

(Sumber : Data dari *Layout* Perencanaan)

Setelah didapat jarak aisle antar departemen atau jarak material handling maka untuk mengetahui total jarak perpindahan material harus dikalikan dengan jumlah jumlah frekuensi perpindahan antar departemen dan didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.10 Jarak total perpindahan bahan (*aisle*)

Layout

Dari – Ke	Jarak (m)	Frekuensi/day	Total Jarak (m)
X – A	47,00	140	6580
A – B	31,00	280	8680
B – C	23,00	280	6440
C – D	56,00	400	22400
D – E	67,00	48	3216
E – F	17,00	26,6	452,2
Total jarak perpindahan			47768,2
Rata-rata perpindahan perhari			1837,2

(Sumber : Data asumsi proyek perintis 1200 GT dan perncanaan *Layout*)

i. Analisa efektifitas material handling

Efektifitas produksi dihitung berdasarkan total input material dibandingkan dengan output yang dihasilkan. Pada proses produksi digalangan ini efektifitas produksi dapat dihitung dari kemampuan departemen fabrikasi untuk memenuhi kebutuhan produksi yang dilakukan di area produksi. Berdasarkan data kapasitas produksi masing – masing departemen yang telah dihitung pada bab sebelumnya, maka dapat dihitung efisiensi kapasitas produksi galangan sebagai berikut;

efisiensi kapasitas produksi

$$= \frac{\text{input material}}{\text{output yang dikeluarkan}} \times 100 \%$$

$$= \frac{8360 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}}{8900 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}} \times 100 \%$$

$$= 93,93 \%$$

Berdasarkan peta aliran proses dan perhitungan material handling diatas dapat dihitung Direct Labour Handling-loss Ratio (DLHL Ratio). DLHL Ratio merupakan ratio waktu material handling yang hilang disebabkan oleh direct labour terhadap total waktu direct labour yang dipakai untuk kerja. Rasio ini dipakai untuk mengatur waktu efektif dari direct labour yang hilang karena bersangkutan harus melaksanakan pekerjaan – pekerjaan material handling, padahal seharusnya waktu tersebut dapat dilakukan untuk hal-hal yang lebih produktif. Direct handling Ratio ditunjukkan pada formula berikut :

DLHLRatio

$$= \frac{\text{Waktu produktif hilang karena material handling}}{\text{Total waktu produksi}}$$

Berdasarkan persamaan diatas, diperoleh hasil sebagai berikut :

DLHL Ratio new building

$$= \frac{30,32 + 19,2 + 17,52 + 25,44 + 7,2 + 5,63}{12 \text{ bulan} \times 26 \text{ hari} \times 8 \text{ jam}}$$

$$= \frac{105,31 \text{ jam}}{2496 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$= 4,219 \%$$

DLHL Ratio reparasi

$$= \frac{9,4 + 7,9 + 7,2 + 9,3 + 2,6}{3 \text{ bulan} \times 26 \text{ hari} \times 8 \text{ jam}}$$

$$= \frac{36,4 \text{ jam}}{624 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$= 5,833 \%$$

Sedangkan untuk *utilisasi layout* dapat dihitung dengan membandingkan total area produksi dengan total area galangan. Nilai utilisasi yang baik untuk area produksi adalah 50% dibanding dengan keseluruhan area yang direncanakan. Pada galangan yang direncanakan diketahui *utilisasi* lokasi produksi adalah 58,70 % dengan rincian sebagai berikut;

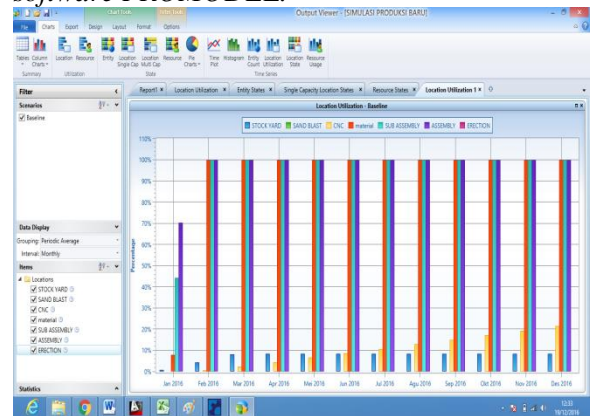
TOTA LUAS GALANGAN	27000	m²
Utilisasi Lokasi area produksi	58,70	%

4. Tabel 4.14 *Utilisasi* lokasi area produksi galangan

Luas area produksi			Luas Fasilitas Umum		
Fasilitas Produksi	Luas	Sat	Fasilitas umum	Luas	Sat
Stockyard	1400	m ²	Main Office	700	m ²
sub assembly	1200	m ²	Musholla	300	m ²
Assembly	1125	m ²	Kantin	300	m ²
Erection	1500	m ²	Parkir area	800	m ²
slipway I	3000	m ²	Akses Jalan	9050	m ²
slipway II	2500	m ²			
assembly yard	1125	m ²			
Building berth I	1500	m ²			
building berth II	2500	m ²			
Total luas area	15850	m²	Total luas area	11150	m²

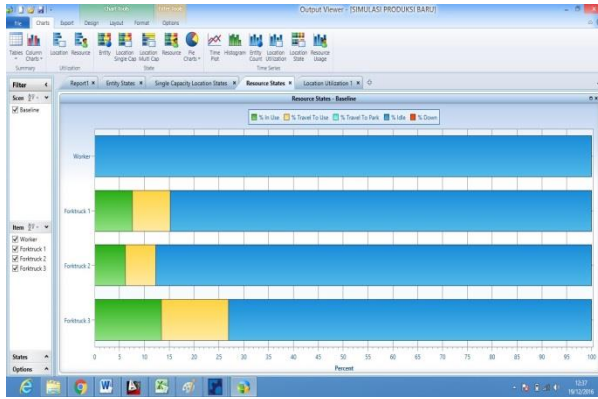
a. **Simulasi proses produksi**

Proses simulasi ini bertujuan untuk mengetahui aliran material handling dan utilisasi peralatan material handling. Dengan menggunakan software PROMODEL student version berikut tahapan yang dilakukan dalam proses penginputan data. Data departemen dan kapasitas masing – masing peralatannya, material yang di butuhkan, quantity dan frekuensi order, flow chart dan lama proses produksi di setiap tahapannya, processing. Berikut data hasil simulasi menggunakan software PROMODEL.



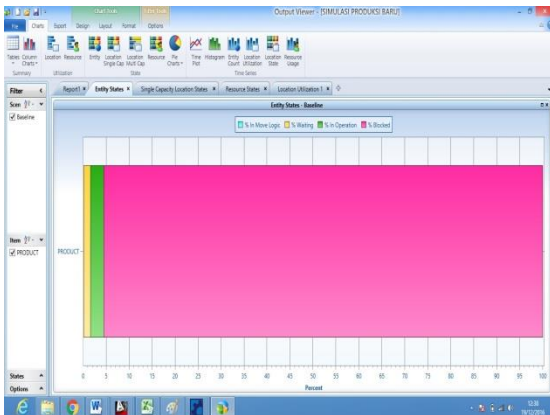
Gambar 4. *Utilisasi* lokasi software PROMODEL

Dari hasil analisa utilisasi lokasi tersebut diketahui produktivitas masing – masing area memiliki nilai rata-rata diatas 80%.dengan demikian pemanfaatan area atau lahan dinilai sangat efisien karena tidak ada lahan yang tidak digunakan untuk kegiatan produksi .



Gambar 5. Utilisasi peralatan material handling PROMODEL

Tabel tersebut merupakan utilisasi peralatan material handling diantaranya forklift, mobile crane dan truck. Dari data tersebut dijelaskan warna biru prosentase digunakan membawa material, warna kuning tanpa material dan hijau menganggur. Dengan demikian dapat di hitung utilitasnya rata-rata lebih dari 80 %.



Gambar 6. Efisiensi proses produksi PROMODEL

Gambar efisiensi proses produksi adalah hasil analisa kelancaran perpindahan material dan proses pada setiap departemen. Grafik warna kuning merupakan material yang belum terproses, warna hijau material yang mengantri, dan warna merah adalah material yang sudah diproses. Dari hasil analisa tersebut nilai efisiensi mencapai 93,04% sedangkan material yang mengantri 6,05 % dan yang belum terproses 2,9%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis galangan yang di rencanakan adalah galangan pembuatan kapal baru dan perbaikan untuk kapal baja
2. Didapatkan Galangan tipe U dengan total jarak perpidahan sebesar 257,24 meter.
3. Total luas area galangan yang direncanakan;27000 m², meliputi Area Produksi bangunan baru dan reparasi; 15.850 m²,dan area fasilitas umum 11.150 m².
4. Nilai utilisasi lokasi area produksi pada layout yang direncanakan adalah sebesar 58,70 %.
5. Total kapasitas produksi galangan yang direncanakan adalah 8360 ton per tahun dengan rincian produksi kapal baru 3360 ton per tahun dan kegiatan reparasi adalah 5000 ton per tahun
6. Nilai efisiensi kapasitas produksi galangan kapal sebesar 93,04 %, jarak material handling produksi bangunan baru 47.768 meter, jarak material handling reparasi 17.690 meter, DLHL rasio bangunan baru 4,219%, DLHL reparasi 5,833%.

Daftar Pustaka

- [1] Ahyari, A, (1996), *Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi*, Balai Penerbit Fakultas Ekonomi (BPFE), Yogyakarta, edisi IV.
- [2] Ansori,M, (1996), *Manajemen Produksi dan Operasi Konsep dan Kerangka Dasar*, Bina Ilmu
- [3] Andreasson,ER,(1980)Managing *Ship Production*, Course Notes, University of Strathclyde, Glasgow.
- [4] EL marghraby, (1996), *Design of Production System Departemen of Industrial Administration*, Yole University.
- [5] DKP Prov Jawa Tengah, (2015) *Statistik Perikanan Tangkap*.
- [6] Husnan,1999,*Studi Kelayakan Proyek, Edisi IV*, Yogyakarta:UPP AMP YKPN.
- [7] Stroch,R.L.1995. *Ship Production.Cornell Maritime Press*, 2nd edition, Contreville, Maryland.
- [8] Thomas,EV,William,L,B,Whybark,D.C,1992.*Manufacturing Planning and Control System*, Irwin Professional Publishing, Newyork-USA,3nd.