

## RANCANGAN TLFP GALANGAN KAPAL GUNA MEREDUKSI JARAK DISTRIBUSI DAN BIAYA *MATERIAL HANDLING*

Edi susanto<sup>1)</sup>, Nur wahyu Irawadi <sup>2)</sup>, Alex Saleh<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung, Indonesia  
e-mail: edsusanto@itenas.ac.id

**Abstrak,** Makalah ini membahas pentingnya sebuah tata letak fasilitas dalam optimalisasi suatu kegiatan produksi. Permasalahan yang terjadi di PT. SDI adalah adanya tata letak fasilitas yang kurang baik, karena Galangan kapal yang letaknya berjauhan mengakibatkan jarak perpindahan semakin panjang dan kegiatan produksi tidak berjalan dengan optimal. Merancang sebuah tata letak terdapat banyak metode yang bisa digunakan, salah satunya dengan menggunakan metode Automated Layout Design Program (ALDEP). Metode ALDEP ini dipilih berdasarkan hasil Total Closeness Rating (TCR) terbesar dan hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah adanya rancangan model yang baru dengan lima pertukaran fasilitas dalam membantu perusahaan mengurangi ongkos material handling sebesar Rp. 64.120 dan jarak perpindahan di lantai produksi menhemat 52,47 meter, sehingga berpotensi bagi perusahaan dapat meningkatkan pendapatan/ keuntungan untuk keberlanjutan bsinisnya.

**Kata Kunci:** TLFP, galangan kapal, *total closeness rating*, optimalisasi produksi, *material handling*

### PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur galangan kapal saat ini telah berkembang pesat. Untuk dapat bersaing dan menjadi yang terbaik, perusahaan harus memiliki daya saing pada bisnis ini. Selain pentingnya perusahaan untuk melakukan produksi adaptif dalam operasinya yang dapat disesuaikan secara massal sesuai permintaan pelanggan (Lakshmi et al., 2022; Stock and Seliger, 2016), juga dalam meningkatkan daya saing, perusahaan dapat memaksimalkan sumber daya yang ada seperti; sumber daya manusia, mesin, peralatan, serta memiliki tata letak fasilitas pabrik yang baik dan sesuai dengan kebutuhan produksi. Tujuan Utama dari tata letak pabrik ialah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi yang aman dan nyaman sehingga akan dapat menaikkan moral kerja dan kinerja dari operator (Wignjosoebroto, 2009). Pengaturan tersebut dilakukan dengan memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material baik bersifat sementara maupun permanen, personel kerja dan sebagainya. Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya yaitu pengaturan mesin dan pengaturan departemen yang ada di pabrik (Haekal et al., 2020).

Tujuan utama didalam disain Tata Letak Fasilitas Pabrik (TLFP) untuk meminimalkan total biaya yang antara lain menyangkut elemen-elemen biaya sebagai berikut; Biaya untuk kontruksi dan instalasi baik untuk bangunan mesin, maupun fasilitas produksi lainnya; Biaya pemindahan bahan; Biaya produksi, *maintenance*, *safety*, dan biaya penyimpanan produk (Li et al., 2021). Sedangkan definisi tata letak yang berkembang sebagai mekanisme yang melibatkan pengetahuan tentang kebutuhan ruang untuk fasilitas dan juga melibatkan pengaturan yang tepat sehingga terjadi pergerakan siklus produksi yang berkelanjutan dan stabil (Kiran, 2019).

Kondisi tata letak saat ini menjadi permasalahan yang terjadi di PT. SDI, dimana terdapat di area gudang bahan baku dalam produksi, jarak antara fasilitas satu dengan lainnya posisinya berjauhan. Fasilitas gudang bahan baku seharusnya berdekatan dengan fasilitas pelayanan produksi galangan kapal lainnya, dikarenakan fasilitas gudang bahan baku merupakan pusat aliran produksi dalam pembuatan kapal. Pemindahan fasilitas membutuhkan suatu perencanaan dan perancangan tata letak fasilitas tersebut dilakukan agar memudahkan proses produksi, serta memanfaatkan pemakaian luas area galangan kapal yang dapat memberikan efisiensi dari tiap fasilitas produksi.

Pentingnya perangkat aplikasi komputer dalam rancangan TLFP yang kita bangun, dalam mendesain bertujuan mempermudah simulasi dari kondisi tata letak yang ada, guna perbaikan TLFP dengan biaya murah. Salah satu software aplikasi tersebut adalah ALDEP. Aplikasi software ALDEP sangat sesuai untuk kondisi yang memiliki ciri khusus keacakan, dan tiga kemampuan lantai dan departemen (dermaga, elevator, gang) yang dapat diperbaiki (Najy, 2014). Perancangan dengan algoritma ALDEP terbagi atas dua prosedur, yaitu prosedur pemilihan dan penempatan. Setelah diperoleh beberapa alternatif tata letak, selanjutnya, untuk memperoleh layout dengan skor terbaik, diperoleh beberapa alternatif tata letak, kemudian dihitung *layout score* dari masing-masing tata letak dan dibandingkan untuk memperoleh tata letak dengan nilai tata letak terbaik, terdiri dari; 1) Prosedur Pemilihan; memilih departemen yang masuk pertama kali secara acak, departemen kedua yang dipilih adalah departemen yang memiliki nilai hubungan kedekatan terbesar terhadap departemen pertama, dengan memilih departemen berikutnya yang memiliki hubungan kedekatan tertinggi (A atau E). Jika tidak ada yang terpilih, maka departemen selanjutnya dipilih secara acak. 2) Prosedur Penempatan; penempatan dimulai dari pojok kiri atas dan dilanjutkan ke arah bawah, menggunakan *vertical sweep pattern* (pola jalan vertikal). 3) Perhitungan Hasil; perhitungan hasil dari setiap layout adalah menghitung hubungan kedekatan antar fasilitas. Hasil perhitungan tersebut didapat dari konversi dari kode huruf yang digunakan. Nilai dari konversi tersebut adalah A = 64; E = 16; I = 4; O = 1; X; -1024. Contoh perhitungan *layout score* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Perhitungan *Layout Score* ALDEP

Departemen yang berhubungan		R	V	R
D1 dan D3	D3 dan D1	E	16	$16 \times 2 = 32$
D1 dan D4	D4 dan D1	I	4	$4 \times 2 = 8$
D2 dan D3	D3 dan D2	O	0	$0 \times 2 = 2$
D2 dan D4	D4 dan D2	A	64	$64 \times 2 = 128$
Total				168

Keterangan: D= Departemen, R=*Relationship*, V=*Value*, R=*Rating*

## METODE

Metode penelitian yang digunakan dengan cara sistematis dan logis agar memberikan pedoman dan kemudahan (Susanto dan Barus (2016), dalam melakukan langkah-langkah pemecahan masalah dalam pengembangan algoritma pada penelitian ini dimulai identifikasi masalah yang ada di PT SDI dengan diperkuat dengan studi literature yang mendukung, kemudian ditemukan penentuan metode penyelesaian masalah. Langkah selanjutnya pengumpulan data; dilakukan mulai dari data fasilitas galangan kapal, peta proses dan alat bantu *material handling* yang digunakan. Pada tahap ini, mendesain dan melakukan perhitungan *layout existing*, membuat ARC dan ATC antar fasilitas yang digunakan di perusahaan, yang selanjutnya data tersebut sebagai dasar dalam pengolahan data pada aplikasi ALDEP untuk penentuan TCR, AAD berdasarkan layout usulan. Langkah berikutnya adalah menganalisis masalah dari data jarak distribusi setiap aktivitas produksi, ongkos material handling usulan, memilih layout yang terpilih dari luaran ALDEP dan hasil dapat disimpulkan. Adapun alurnya seperti pada Gambar 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengumpulan Data

#### 1. Data Fasilitas Galangan Kapal

Data pada fasilitas pelayanan produksi galangan kapal PT SDI seperti pada Tabel 2. Sedangkan Tabel 3 menggambarkan data fasilitas Galangan kapal pada personil Pabrik.

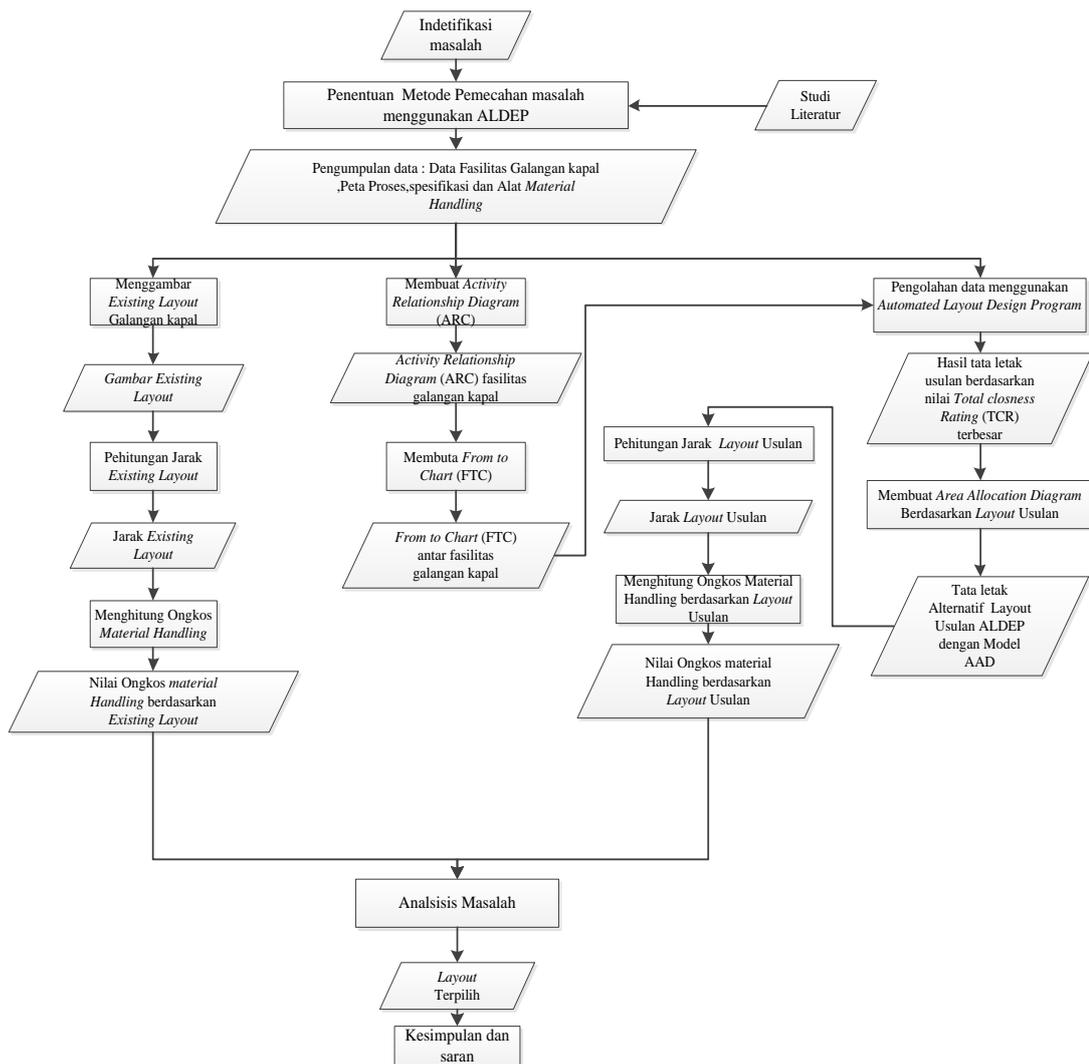
#### 2. Peta Proses

Pada Gambar 2 merupakan urutan peta proses berdasarkan kegiatan proses produksi. Data kebutuhan alat material handling seperti pada Gambar 3. Adapun jumlah operator yang ada sebanyak 3 orang untuk mengoperasikan *Hand truck*, *Crane* kecil dan *Crane* besar.

### Pengolahan Data

#### 1. Membuat *Activity Relationship Chart* (ARC)

Peta hubungan ARC merupakan suatu cara atau teknik yang sederhana di dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas. *Activity Relationship* ini menggunakan warna dan kode-kode huruf.

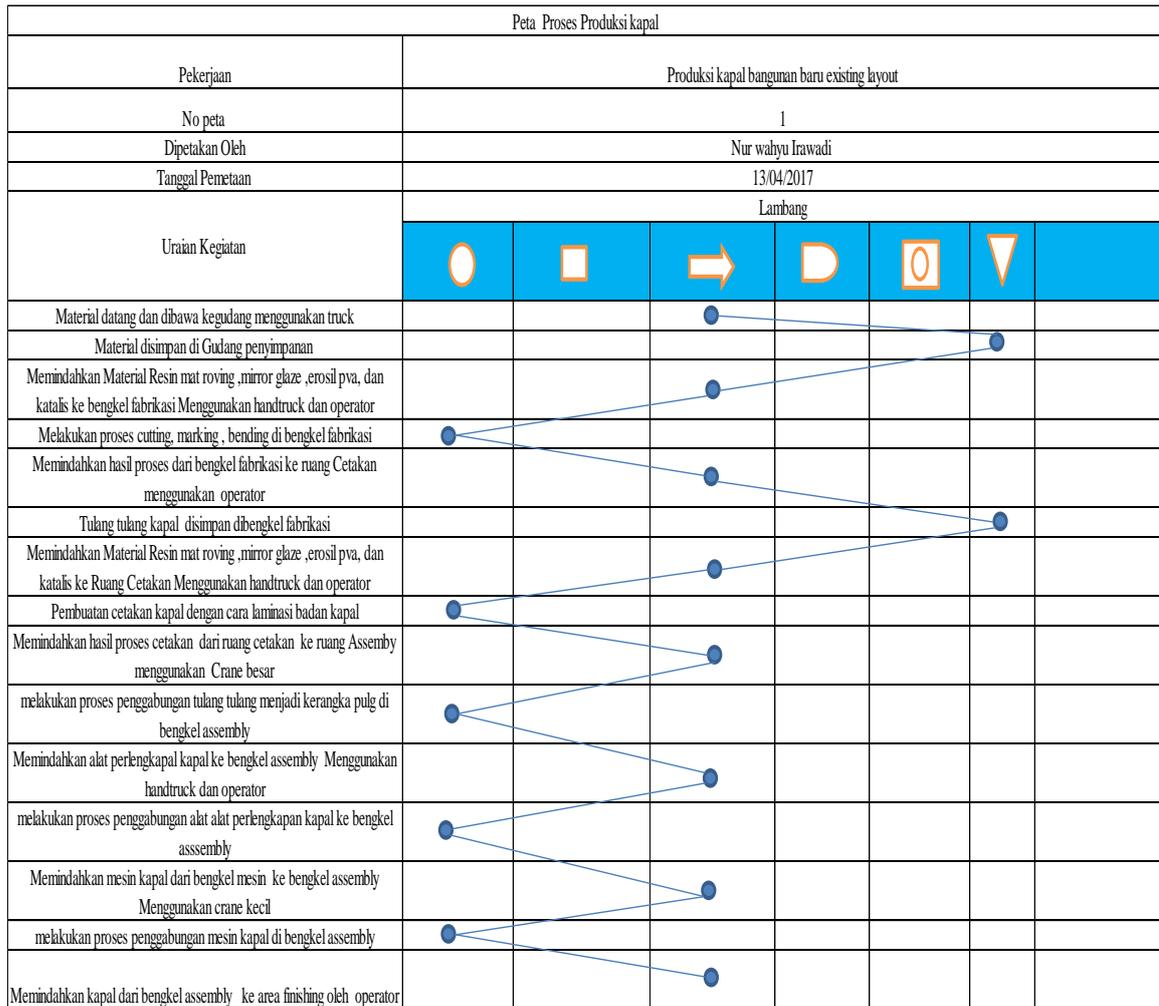


Tabel 2. Data Fasilitas Galangan Kapal (Pelayanan Produksi)

No	Data fasilitas	Fasilitas		Jumlah	Luas (m <sup>2</sup> )	Keterangan
		Ukuran (m)				
		P	L			
1	Gudang	12	6	1	72	Tempat penyimpanan bahan baku
2	Bengkel Fabrikasi	18,4	5,5	1	101,2	Tempat pembuatan kerangka dan tulang-tulang kapal
3	Ruang Cetakan	21	6	1	126	Tempat pecetakan <i>body</i> kapal
4	Ruang Assembly	33,67	6	1	202,2	Tempat perakitan
5	Bengkel Mesin	23,8	10,5	1	249,90	Tempat maintenance mesin
6	Repair & Maintenance	15,27	15,25	1	232,87	Tempat maintenance speedboat
7	Area Finishing	20	6	1	120	Tempat pelepasan kapal dari galangan

Tabel 3. Data Fasilitas Galangan Kapal (Pelayanan personil pabrik).

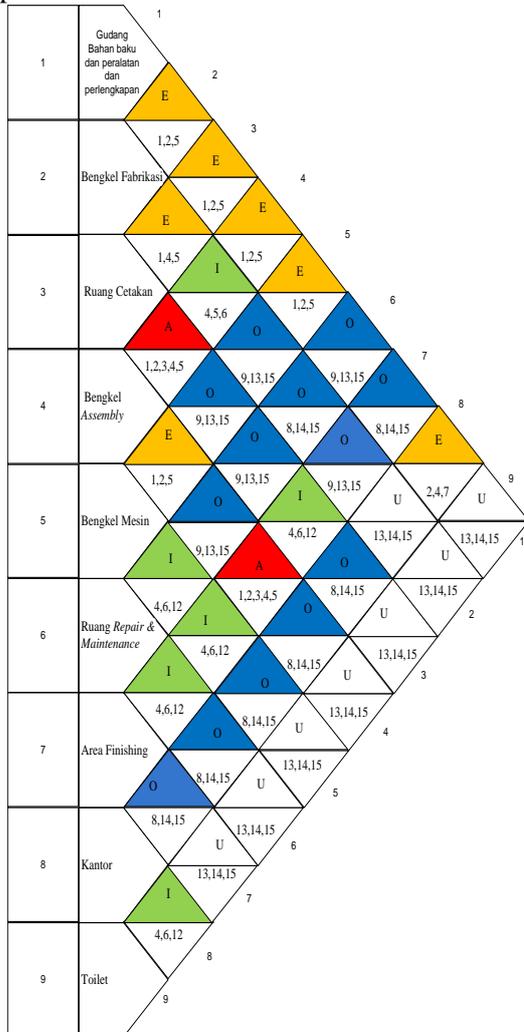
No	Data fasilitas	Fasilitas		Jumlah	Luas (m <sup>2</sup> )	Keterangan
		Ukuran (m)				
		P	L			
1	Kantor	8,96	5,59	1	50,09	Tempat pelayanan kegiatan produksi
2	Toilet	2,07	1,25	1	2,59	Tempat aktivitas buang air kecil dan besar



Nama Alat	Manusia	Handtruck	Crane kecil	Crane besar
Gambar				
kapasitas angkut	Maximal 20 kg ( peraturan perusahaan )	150 kg	2000 kg	20000 kg
Jumlah Operator	-	1	1	1
Kecepatan Rata -rata	4,2 km/ jam	5,2 km/jam	1 km/ jam	0,5 km/ jam
Harga Investasi	-	Rp2.700.000	Rp6.900.000	Rp500.000/ jam ( Sewa)

Gambar 3. Spesifikasi Alat *Material Handling*

Dalam pembuatan ARC ini dalam rancangan yang akan menunjukkan derajat hubungan aktivitas. Pembuatan ARC dapat dilihat pada gambar 4, tampilan ALDEP seperti Gambar 5, dan input jumlah modul seperti Gambar 6. layout harus direncanakan sitematik (Ren et al., 2023; Anish and Ibrahim, 2014), agar antar aktivitas yang ada dapat berfungsi optimal.



Gambar 4. Hasil ARC

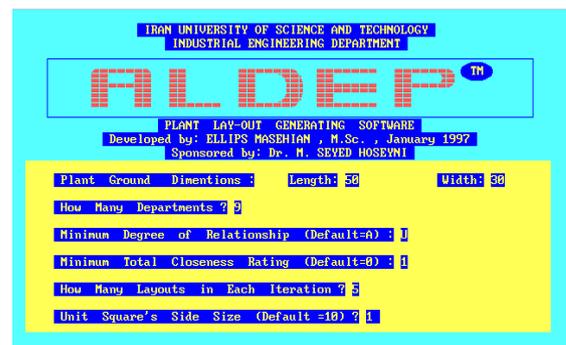
## 2. Membuat From To Chart ( FTC)

*From to Chart* (FTC) merupakan Tabel yang menunjukkan rekapitulasi hasil derjat kedekatan antar fasilitas. data tersebut didapat dari data sebelumnya yaitu data ARC, dan data ini akan menjadi *input software* ALDEP yang memberikan informasi prioritas kedekatan fasilitas galangan kapal (FTC), fasilitas galangan kapal PT SDI dapat dilihat pada Tabel 4, ilustrasi (gambar 7.)

Tabel 4. *From To Chart* (FTC)

No	Nama fasilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Gudang		E	E	E	E	O	O	E	U
2	Fabrikasi			E	I	O	O	O	U	U
3	Ruang cetakan				A	O	O	I	O	U
4	Assembly					E	O	A	O	U
5	Bengkel mesin						I	I	O	U
6	Repair & maintenance							I	O	U
7	Area finishing								O	U
8	Kantor									I
9	Toilet									

## 3. Pengolahan data menggunakan *software Automated layout design program*

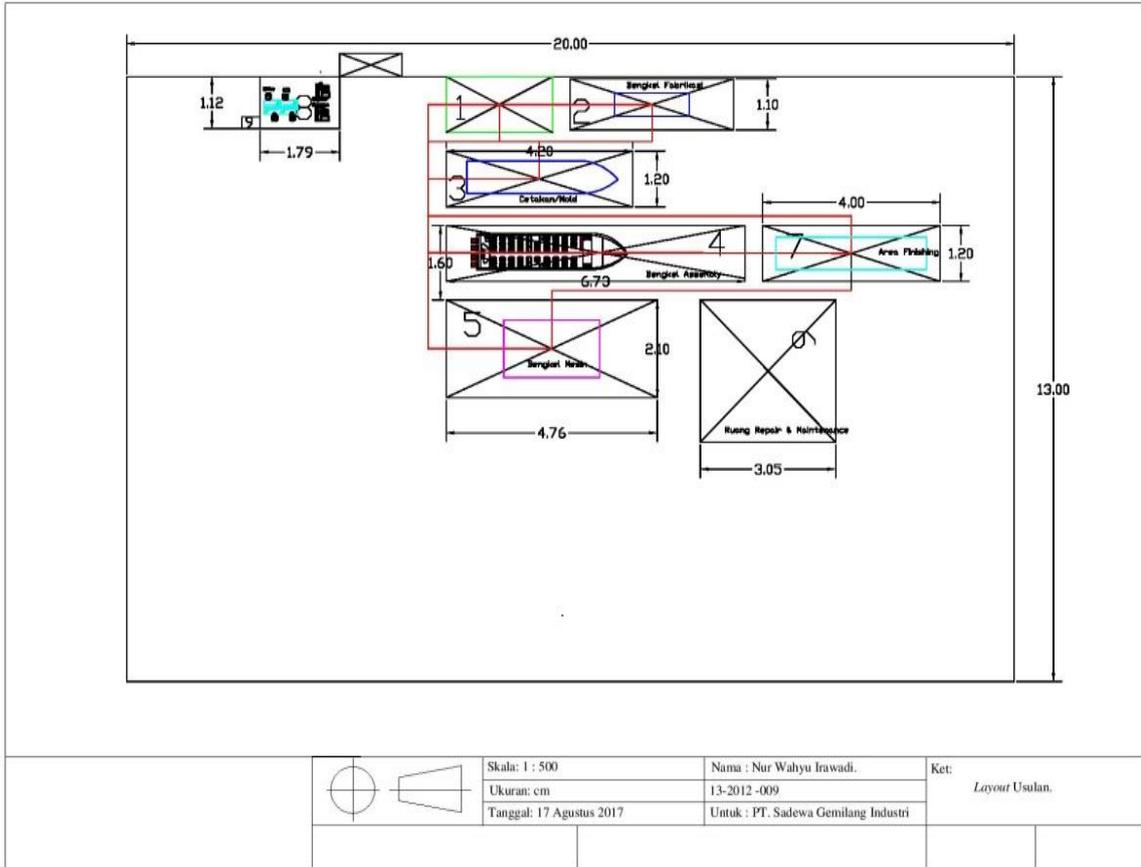


Gambar 5. Input *Software- Automated Layout Design Program*

Berdasarkan perhitungan maka jumlah modul masing-masing fasilitas seperti pada Tabel 5. Sedangkan hasil optimum *layout* pada Gambar 8.

Tabel 5. Jumlah Modul

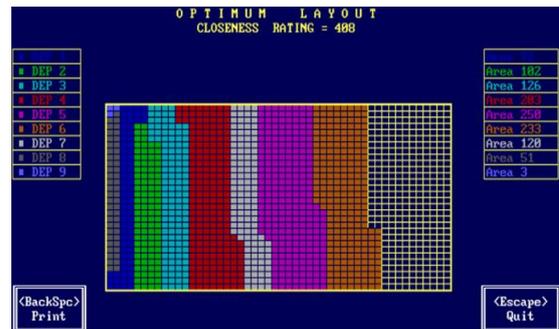
No	Nama fasilitas	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah modul
1	Gudang	72	72
2	Fabrikasi	101,2	102
3	Ruang cetakan	126	126
4	Assembly	202,2	203
5	Bengkel mesin	249,90	250
6	Repair & maintenance	232,87	234
7	Area finishing	120	120
8	Kantor	50,09	51
9	Toilet	2,59	3



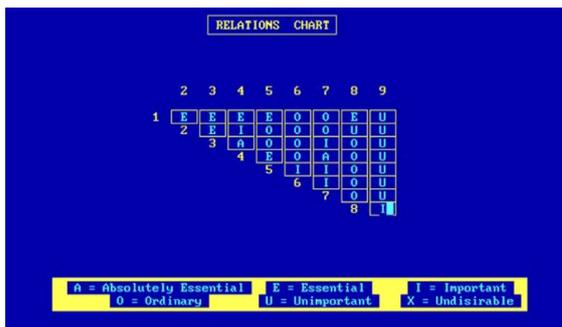
Gambar 6. *Input jumlah modul*



Gambar 7. *Input From To Chart (FTC)*



Gambar 9. *Layout Usulan*



Gambar 8. *Optimum Layout*

Dari gambar 8 dapat terlihat bahwa, hasil input layout awal jarak secara keseluruhan adalah 408,07meter.

#### 4. Lay-out Usulan

Setelah melakukan pengolahan data menggunakan *software* ALDEP, maka dihasilkan usulan layout terbaik seperti pada Gambar 9, dengan kriteria maksimasi TCR. Usulan *layout* terbaik terdapat pada iterasi 3A yang menghasilkan nilai TCR sebesar 408.

Usulan layout yang dihasilkan software ALDEP masih belum sempurna dan masih berbentuk kasar sehingga masih perlu disusun kembali kedalam bentuk Area Allocation Diagram (AAD) mengikuti pola aliran dan hubungan kedekatan yang dihasilkan. Pada penyusunan AAD terdapat fasilitas yang tidak dapat dipindahkan yaitu; Bengkel *Assembly*

dan Area *Finishing* dikarenakan pada area ini adalah tempat perakitan kapal dan tempat pelepasan kapal dari daratan ke area perairan.

5. Hasil Perhitungan jarak *layout* Usulan  
 Hasil perhitungan jarak layout awal terhadap usulan seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan jarak *Layout Awal vs Usulan*

No	Dari	Ke	Jarak Awal	Jaarak Usulan
1	Gudang bahan baku	Bengkel fabrikasi	20,02	17,20
2	Gudang bahan baku	Ruang cetakan	15,47	12,50
3	Gudang bahan baku	Bengkel <i>Assembly</i>	45,04	40,84
4	Gudang bahan baku	Bengkel mesin	53,14	46,15
5	Gudang bahan baku	Area <i>Finishing</i>	63,45	59,19
6	Bengkel fabrikasi	Ruang cetakan	28,66	20,65
7	Bengkel fabrikasi	Bengkel <i>Assembly</i>	54,09	48,85
8	Ruang cetakan	Bengkel <i>Assembly</i>	37,34	37,34
9	Bengkel <i>Assembly</i>	Area finishing	32,80	28,82
10	Bengkel mesin	Bengkel <i>Assembly</i>	58,06	44,06
Total			408,07	355,60

6. Data Ongkos *material handling Layout* dan Usulan

Data jarak perhitungan *layout* usulan seperti pada Tabel 6. Sedangkan data perbandingan ongkos *material handling layout* usulan dapat dilihat di tabel 7.

### Analisis Pembahasan

Pada saat akan melakukan rancangan tata letak usulan PT. SDI, analisis yang diperoleh yaitu melakukan perhitungan jarak dan ongkos *material handling* berdasarkan *existing Layout* dan data yang diperoleh mengenai analisis *existing Layout* dibandingkan dengan usulan, diperoleh ongkos *Material Handling* yang dihasilkan cukup besar karena jarak perpindahan cukup jauh sehingga berpengaruh terhadap ongkos *Material Handling* yang didapatkan, hal ini membuktikan terdapat fasilitas produksi yang diletakan berjauhan sehingga menghasilkan ongkos *Material Handling* yang didapatkan menjadi tinggi. Sehingga jarak antar fasilitas saat ini perlu untuk didekatkan.

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan diperoleh tata letak usulan dari hasil lima iterasi yang didapatkan, terpilih iterasi 3A dengan nilai *Total Closness rating* (TCR) sebesar 408,07. Tata letak yang dihasilkan oleh software ALDEP masih

kurang sempurna karena berupa alokasi kasar sehingga perlu diubah kedalam bentuk *Area Allocation Diagram* (AAD) dilihat pada Gambar 9 serta data perhitungan yang diperoleh mengenai analisis tata letak .

Dalam usulan re-layout ini, biaya Investasi tidak diperhitungkan. Fasilitas dirancang berdasarkan hasil *output Software ALDEP*. Setelah melakukan implementasi *layout* usulan manfaat yang didapatkan antara lain proses jarak pemindahan material menjadi lebih pendek yang dampaknya berpengaruh pada ongkos *Material Handling* di lantai produksi galangan kapal.

Dari Tabel 7, didapatkan bahwa; terdapat perbedaan total jarak dari kondisi awal dengan usulan, yaitu dari 408,07 meter menjadi 355,60 m atau meminimize jarak pergerakan sekitar 52,47 meter dari semula. Total OMH Awal adalah Rp. 1.265.977,- Sedangkan Total OMH Usulan Rp. 1.201.858,- juga dapat lebih efisien sekitar Rp. 64.120,- atau menghemat sekitar 5,34%.

Berdasarkan data rancangan tata letak fasilitas *Layout* usulan jarak perpindahan yang didapatkan terjadi penurunan yang cukup besar, sedangkan ongkos *Material Handling* terjadi penurunan, namun tidak signifikan karena tidak memperhitungkan factor frekuensi, sehingga ongkos yang didapat untuk satu kali pengangkutan saja. Saat ini, fasilitas produksi yang dihasilkan *layout* usulan diletakan saling berdekatan untuk mendukung operasi kegiatan produksi, sehingga dapat mengurangi Ongkos *Material Handling* (OMH) di lantai produksi galangan

pada kantor dan lantai produksi tidak mengganggu proses aliran pemindahan barang di lantai produksi galangan kapal. Sehingga terjadi peningkatan produktivitas tenaga kerja secara simultan, yang berkontribusi pada aktivitas proses tersebut dapat berpeluang besar dalam pertumbuhan substansial (Kunkera, et al, 2022), yang dapat meningkatkan pendapatan/ keuntungan, sehingga terciptanya keberlanjutan perusahaan (Stahel, 2017) pada galangan kapal dari PT SDI tersebut.

Sedangkan dalam fasilitas produksi

Tabel 7. Data OMH *Layout* Awal vs Usulan

No	Distribusi (dari-ke)	Operator & Alat material handling	OMH/m (Rp/m)	Jarak Awal (m)	Jarak Usulan(m)	OMH Awal (Rp)	OMH Usulan (Rp)
1	Gudang bahan baku-Bengkel fabrikasi	Operator & Hand Truck	6,13	20,02	17,20	122,72	105,44
2	Gudang bahan baku-Ruang cetakan	Operator & Hand Truck	6,13	15,47	12,50	94,83	76,63
3	Gudang bahan baku- Bengkel Assembly	Operator & Hand Truck	6,13	45,04	40,84	276,10	250,35
4	Gudang bahan baku-Bengkel mesin	Operator & Hand Truck	6,13	53,14	46,15	325,75	282,90
5	Gudang bahan baku-Area finishing	Operator & Hand Truck	6,13	63,45	59,19	388,95	362,83
6	Bengkel fabrikasi-Ruang cetakan	Operator & Hand Truck	6,13	28,66	20,65	175,69	126,58
7	Bengkel fabrikasi-Bengkel Assembly	Operator & Hand Truck	6,13	54,09	48,85	331,57	299,45
8	Ruang cetakan-Bengkel Assembly	Crane besar	1.000.000,00	37,34	37,34	1000.000,00	1000.000,00
9	Bengkel Assembly-Area finishing	Operator	6,13	32,80	28,82	711,82	353,33
10	Bengkel mesin-Bengkel Assembly	Operator & Crane kecil	14,32	58,06	44,06	263.549,70	200.000,-
Total				408,7	355,60	1.265.977,12	1.201.857,51

kapal PT. SDI, juga berdampak baik pada kegiatan operator dan pegawai menjadi lebih mudah dan nyaman, dikarenakan kegiatan

yang ada di SDI, ditemukan pekerjaan yang cukup berbahaya, sehingga selain optimalisasi *layout*, perusahaan juga dapat

mempertimbangkan faktor *safety* pada penggunaan fasilitas yang berpotensi berbahaya (Kas dan Johnson, 2020), seperti penggunaan *Crane* besar. Lingkungan produksi yang baik (Iyakymenko et al., 2022) mensyaratkan, selain dengan fasilitas kerja yang memadai dan efisien juga aman bagi pengguna dan lingkungannya, sehingga akan berdampak baik pada aktifitas produksi berjalan lancar, nyaman dan mendukung program keselamatan dan kesehatan kerja (K3) bagi perusahaan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pada rancangan tata letak fasilitas baru galangan kapal dengan metode *Automated Layout Design Program* (ALDEP) akan menghasilkan nilai *total closness rating* (TCR) terbesar. Hasil Iterasi tata letak menghasilkan nilai *total closness rating* terbesar, yaitu 408,07 m dan hasil iterasi tata letak tersebut diubah kedalam bentuk *Area Allocation Diagram* (AAD). Jarak perpindahan yang diperoleh dari *layout* usulan sebesar 355,60 m<sup>2</sup>. Total ongkos *material handling* yang dihasilkan pada penelitian ini sebesar Rp. 1.201.857,51, sehingga dapat menghemat area fasilitas produksi sekitar 52,47 meter atau sekitar 12,86% dari fasilitas produksi yang ada. Sedangkan OMH lebih efisien sekitar Rp. 64,120,- dari yang sebelumnya 1.265.977,- atau turun sekitar 5,34%.

Yang harus menjadi perhatian pada perusahaan SDI, dalam mengelola dan merancang fasilitas produksi, kesadaran akan pentingnya menjaga produk yang berkualitas sesuai harapan pelanggan, sementara produsen mengantisipasi pendapatan yang dan keuntungan lebih tinggi (Uike et al., 2022). Selain kualitas produk yang baik, juga dapat lebih mempertimbangkan faktor *safety* dalam setiap aktivitas produksi yang ada sebagai bagian dari sistem manajemen keselamatan kerja yang telah dicanangkan perusahaan. Karena, sistem manajemen keselamatan kerja sangat penting dalam aktivitas penggunaan alat yang beresiko bahaya yang berpotensi mengancam keselamatan para pekerja, dalam hal ini, tingginya intensitas kegiatan yang ada di dalam kegiatan produksi sebagai contoh pada pengoperasian crane besar tersebut mengharuskan

rancangan dan penempatan *site facilities* yang dilakukan agar efisien, aman dan nyaman untuk pekerja produksi galangan kapal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, A., Pishvae, M. S., & Jokar, M. R. A. (2017). A survey on multi-floor facility layout problems. *Computers & Industrial Engineering*, 107, 158-170. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.03.015>
- Anish I, Arish Ibrahim,. (2014). Facility Layout Design of Library Using Systematic Layout Planning, *International Journal of Library and Information Studies*, 4(3), 23-27.
- Biçer, B., Sayılı, E., Ağaçhan, M., Dündar, B., Doğantay, S. C., Kazancoglu, Y., & Pala, M. O. (2023). Facility Layout Design for Dangerous Goods Containers in the Warehouse. In *Towards Industry 5.0: Selected Papers from ISPR2022, October 6–8, 2022, Antalya* (pp. 807-817). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-24457-5\\_64](https://doi.org/10.1007/978-3-031-24457-5_64)
- Cross, N. (2023). *Design thinking: Understanding how designers think and work*. Bloomsbury Publishing.
- Uike, D., Villavicencio-Mendoza, M., Gehlot, A., Verma, D., Panduro-Ramirez, J., & Susanto, E. (2022, December). Block Chain Integration with AI for Agriculture Product Supply Chain. In *2022 11th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART)* (pp. 774-778). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SMART55829.2022.10047358>
- Haekal, J., Hanum, B., & Adi Prasetyo, D. E. (2020). Application of Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM) For Determination of Alternative Strategies in Food and Beverage SMES in Bogor Indonesia. *Journal of Scientific and Engineering Research*. 7(7), 137-145. <https://doi.org/10.54756/IJSAR.2022.V2.i4.1>
- Ibrahim,. (2012). A Framework for Genetic Algorithm Application in Hospital Facility Layout Design. The IUP

- Journal of Operations Management, 11(4), 16- 21.
- Iakymenko, N., Brett, P. O., Alfnes, E., & Strandhagen, J. O. (2022). Analyzing the factors affecting engineering change implementation performance in the engineer-to-order production environment: case studies from a Norwegian shipbuilding group. *Production Planning & Control*, 33(9-10), 957-973. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1837939>
- Kas, K. A., & Johnson, G. K. (2020). Using unmanned aerial vehicles and robotics in hazardous locations safely. *Process safety progress*, 39(1), e12066. <https://doi.org/10.1002/prs.12066>
- Kiran, D.R. (2019). *Production Planning and Control; Chapter 17 - Plant location*, Butterworth-Heinemann, Published by Elsevier, 247-259. <https://doi.org/10.1016/C2018-003856-6>
- Kunkera, Z., Tošanović, N., & Štefanić, N. (2022). Improving the Shipbuilding Sales Process by Selected Lean Management Tool. *Machines*, 10(9), 766. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/machines10090766>
- Lakshmi, K. S., Garunja, E., Ullah, A., Vyas, S., Sharma, T., & Susanto, E. (2022, April). Evaluating the relevance and influence of the Internet of things and Deep Learning on Organisations during Economic downturns. In 2022 2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE) (pp. 2578-2583). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICACITE5372.2022.9823867>
- Li, H., Wang, Y., Fan, F., Yu, H., & Chu, J. (2021). Sustainable plant layout design for end of life vehicle recycling and disassembly industry based on SLP method, a typical case in China. *IEEE Access*, 9, 81913-81925. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3086402>
- Najy, Raqeyah Jawad. (2014). Design Technology for Layout. *Journal of Babylon University, Engineering Sciences*, 4(22), 832-844. <https://www.iasj.net/iasj/article/95776>
- Ren, Q., Ku, Y., Wang, Y., & Wu, P. (2023). Research on design and optimization of green warehouse system based on case analysis. *Journal of Cleaner Production*, 135998. <https://doi.org/10.1016/j.jobpe.2023.106042>
- Stahel, W. R. (2017). Sustainability and services. In *Sustainable solutions* (pp. 151-164). Routledge.
- Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *procedia CIRP*, 40, 536-541. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.129>
- Susanto, E., & Barus, A. (2016). Analisis Metode Kanban Dan Metode Junbiki Pada Persediaan Part Muffler Di PT. Xyz. *Teknoin*, 22(7). <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol22.iss7.art3>