

ANALISIS USULAN PERBAIKAN TATA LETAK FASILITAS *STATION CONVERTING* (STUDI KASUS : PT KENCANA TIARA GEMILANG, MALANG)

ANALYSIS OF IMPROVEMENTS PROPOSED FACILITY LAYOUT CONVERTING STATION (CASE STUDY : KENCANA TIARA GEMILANG COMPANY, MALANG)

Athira Putri Naurasari¹⁾, Yeni Sumantri²⁾, L. Tri Wijaya Nata Kusuma³⁾

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

Email: naurasariathiraputri@gmail.com¹⁾, yeni@ub.ac.id²⁾, eltrijayana@ub.ac.id³⁾

Abstrak

PT Kencana Tiara Gemilang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi plastik. Perusahaan ini memiliki permasalahan dalam tata letak fasilitas produksinya, yaitu belum efektifnya penataan mesin-mesin dan fasilitas serta masih adanya mesin rusak yang terdapat pada lantai produksi sehingga mempengaruhi jarak material handling dan total momen jarak yang terjadi. Total momen jarak yang terjadi pada layout existing adalah sebesar 209.382 meter. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui total momen jarak yang terjadi pada layout existing, layout alternatif yang didapatkan dari metode 2-OPT dan CRAFT serta pengaruh dari perancangan tata letak fasilitas baru yang diketahui dari hasil simulasi dengan menggunakan software ARENA 5.0. Pada alternatif metode 2-OPT didapatkan pengurangan total momen jarak sebesar 33,8% dibandingkan layout existing dan pada alternative CRAFT sebesar 21,7%. Setelah dilakukan simulasi layout yang terpilih adalah layout yang dihasilkan dengan metode 2-OPT karena dapat mengurangi jarak, transfer time dan total time layout existing.

Kata kunci : Tata Letak Fasilitas, 2-OPT, CRAFT, Simulasi.

1. Pendahuluan

Setiap pemilik perusahaan pasti memiliki keinginan untuk meningkatkan produktivitas perusahaannya. Menurut Tompkins, White, Bozer dan Tanchoco (2003) salah satu metode yang paling efektif untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya adalah dengan mengurangi atau mengeliminasi semua aktivitas yang tidak penting. Sebuah perencanaan fasilitas dapat mencapai tujuan tersebut dengan memperhatikan *material handling*, utilisasi peralatan dan pekerja serta pengurangan *inventory*. Perencanaan fasilitas menentukan bagaimana aset nyata dari sebuah aktivitas mendukung pencapaian tujuan. Salah satu tujuan dari perencanaan fasilitas ini adalah untuk memperbaiki *material handling*. Sebesar 20 hingga 50 persen dari total biaya operasi dalam proses manufaktur digunakan untuk proses *material handling* sehingga dengan adanya perbaikan *material handling* ini dapat mengurangi 10 hingga 30 persen dari biaya yang dikeluarkan.

Permasalahan terkait *material handling* juga terjadi pada perusahaan yang menjadi obyek penelitian. Perusahaan yang menjadi obyek penelitian adalah PT Kencana Tiara Gemilang (PT KTG). Perusahaan ini merupakan perusahaan yang

bergerak dalam bidang produksi plastik. Produk yang dihasilkan terbagi menjadi dua kategori yaitu *film plastic product* dan *protective plastic sheet*. Untuk *film plastic product* sendiri terdiri dari beberapa produk seperti, *t-shirt* (kantong plastik batik), *flexi loop* (kantong plastik polo), *rollsheets* (polybag), *droptip* (plastik galon cleo) dan lain sebagainya. Sedangkan untuk produk yang termasuk ke dalam *protective plastic sheet* adalah Mulsa.

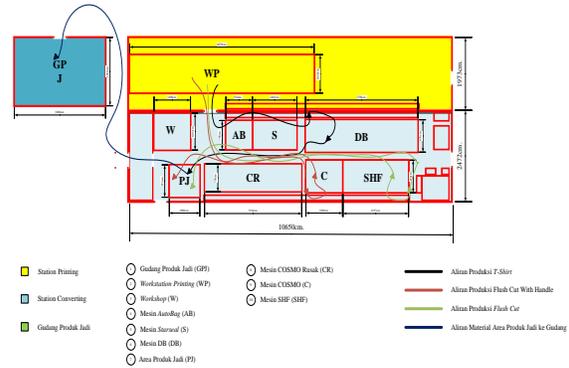
Proses produksi yang terdapat pada perusahaan ini terbagi menjadi tiga proses utama, yaitu, proses *extrusion*, proses *printing* dan *gusset* serta proses *converting*. Proses *extrusion* merupakan proses dimana dilakukan pemilihan bijih-bijih plastik yang disesuaikan dengan spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan untuk kemudian ditiup hingga menjadi lembaran plastik (*film plastic*) berbentuk *roll* besar. Selanjutnya, proses *printing* merupakan proses dimana *film plastic* berbentuk *roll* besar tersebut dicetak sehingga memiliki desain sesuai yang diinginkan. Desain dalam hal ini dapat berupa penambahan logo perusahaan atau hiasan-hiasan tertentu. Proses *gusset* merupakan proses pemberian tekukan pada sisi-sisi plastik. Sedangkan proses

converting terdiri dari dari beberapa proses, seperti pemotongan plastik, *packaging* plastik, pengeplongan, pemberian *handle* pada plastik yang disesuaikan dengan produk yang dikerjakan saat itu. Mesin yang digunakan juga disesuaikan, seperti pada produk *flush cut* menggunakan mesin SHF, produk *flush cut with handle* menggunakan mesin COSMO dan produk *t-shirt* menggunakan mesin DB. Produk yang telah selesai diproduksi selanjutnya dibawa menuju area produk jadi kemudian akan dibawa menuju gudang produk jadi.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di PT Kencana Tiara Gemilang dapat diketahui bahwa area produksi untuk *film plastic product* terbagi menjadi 3. Gedung C terdiri dari gudang bahan baku awal dan *station extrusion*. Gedung G merupakan *station converting* sedangkan gedung H merupakan *station printing*. Masalah yang dialami oleh perusahaan ini adalah belum efektifnya penataan mesin-mesin serta fasilitas yang terdapat di dalam *station converting*, sehingga mempengaruhi jarak *material handling*. Selain itu pada *station converting* sendiri masih terdapat beberapa mesin rusak, hal ini dikarenakan adanya kebijakan dari perusahaan untuk meletakkan mesin-mesin sejenis dalam satu gedung dan tidak mungkin dilakukan pemindahan mesin ke area lain. Adanya kebijakan ini tentunya juga mempengaruhi jarak *material handling* untuk *roll* plastik dari *station printing* hingga menuju gudang produk jadi, dan menyebabkan jarak *material handling* menjadi semakin panjang. Jarak *material handling* ini bervariasi, tergantung dari lokasi mesin yang digunakan. Jarak terjauh ditempuh oleh *roll* plastik yang dikerjakan dengan menggunakan mesin SHF, untuk sekali pengangkutan sepanjang 201,1 m. Lintasan yang ditempuh adalah dari *workstation printing* menuju ke *workstation* mesin SHF dengan melewati *aisle* yang terletak di tengah ruangan (Gambar 1.). Jumlah pengangkutan *roll* plastik yang dikerjakan dengan mesin SHF sendiri selama empat bulan adalah sebanyak 716 kali.

Aliran *material handling* dimulai dari *station printing* (area berwarna kuning) menuju masing-masing mesin yang terletak pada *station converting* (area berwarna biru). Roll plastik yang telah diproses oleh masing-masing mesin selanjutnya diangkut menuju area produk jadi untuk dilakukan pengecekan. Setelah dilakukan

pengecekan kemudian diangkut menuju gudang produk jadi (area berwarna hijau). Gambar 1. menunjukkan *layout* secara global dari *station printing* dan *converting* dengan perbandingan 1:500.



Gambar 1. *Layout existing perusahaan*

Dikarenakan belum efektifnya penataan mesin dan fasilitas yang terdapat pada gedung G dan jauhnya jarak *material handling* maka perlu dilakukan perancangan tata letak fasilitas yang termasuk ke dalam *improvement algorithms*, yaitu algoritma yang digunakan untuk merancang tata letak fasilitas baru, dimana sudah terdapat *layout* awal pada perusahaan. Perancangan tata letak fasilitas baru pada *station converting* ini akan menggunakan metode 2-OPT dan metode CRAFT. Metode 2-OPT merupakan metode pertukaran tata letak dari dua fasilitas. Metode ini dipilih karena tidak mempertimbangkan jarak antar fasilitas dan dimensi mesin dalam penyusunan layout. Jarak antar fasilitas dan dimensi mesin baru akan dipertimbangkan ketika bentuk dan pola dari penyusunan fasilitas-fasilitas tersebut telah didapatkan. Sedangkan menurut Hadiguna dan Setiawan (2008) metode CRAFT merupakan sebuah program perbaikan. Program ini mencari perancangan optimum dengan melakukan perbaikan tata letak secara bertahap.

Selanjutnya, akan dilakukan evaluasi terhadap masing-masing *layout*, yaitu, *layout existing station converting*, *layout* usulan metode 2-OPT dan *layout* usulan metode CRAFT. Simulasi ini akan dilakukan dengan menggunakan software ARENA 5.0 dan mempertimbangkan *total time*, jumlah *output* yang dihasilkan, dan waktu perpindahan (*transfer time*).

2. Tinjauan Pustaka

Pada bab ini merupakan penjelasan dari tinjauan pustaka yang digunakan dalam penelitian ini.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu terkait dengan metode 2-OPT, CRAFT dan Simulasi dapat dijadikan referensi dalam melakukan penelitian ini. Penelitian terdahulu merujuk pada Tabel 1.

2.2 2-OPT

Algoritma 2-OPT memiliki tujuan untuk memperbaiki tata letak fasilitas dengan cara menukar tata letak dari 2 fasilitas. Jarak dan dimensi mesin tidak diperhatikan dalam penyusunan *layout*. Kedua hal ini baru dipedulikan ketika bentuk dan pola sudah didapatkan

Langkah-langkah melakukan algoritma 2-OPT (Heragu, 2008) adalah :

- a. S adalah solusi awal yang disediakan user. Z merupakan nilai OFV. Menetapkan $i=1$; $j=i+1=2$.
- b. Melakukan pertukaran antara posisi departemen i dan j di solusi S. Jika hasil pertukaran pada solusi baru S' memiliki nilai OFV $z' < z$, maka tetapkan $z^*=z'$ dan $S^*=S'$. Jika $j < mn$, maka $j=j+1$; jika tidak, maka $i=i+1$, $j=i+1$. Jika $i < mn$, ulangi langkah 2; jika tidak, lanjut langkah 3.
- c. Jika $S=S^*$, maka $S^*=S$ $i=1$, $j=i+1=2$ dan lakukan langkah 2. Jika tidak, pilih S*

adalah solusi terbaik dan berhenti melakukan perhitungan.

2.3 CRAFT

CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Technique*) merupakan salah satu dari algoritma yang paling awal disajikan dalam tata letak dan diperkenalkan pada tahun 1963 oleh Armour, Buffa dan Vollman.

Input yang diperlukan untuk algoritma CRAFT antara lain :

1. Tata letak awal.
2. Data aliran (frekuensi perpindahan).
3. Jarak antar departemen.
4. Jumlah departemen yang tidak mengalami perubahan posisi (*fixed*).

Langkah-langkah perbaikan yang diterapkan dalam CRAFT (Heragu, 2008) :

1. Tentukan terlebih dahulu pusat (*centre*) atau centroid dari setiap departemen pada tata letak awal. Penentuan centre atau pusat departemen ini dalam bentuk koordinat dan tergantung pada bentuk atau pola departemen.
2. Tentukan jarak suatu departemen dengan departemen lainnya secara *rectilinear*.
3. Tentukan frekuensi aliran perpindahan bahan antar departemen per tahun.
4. Nilai total biaya (*total contribution*) yang paling kecil dari hasil pengolahan *software* dipilih menjadi alternatif layout terbaik.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Obyek	Metode	Hasil
1	Pramono, 2015	Departemen Sheet Metal PT MCP	2-Opt dan CRAFT	<i>Layout</i> yang dihasilkan dengan menggunakan metode CRAFT lebih baik daripada metode 2-Opt.
2	Ningtyas, 2015	PT Selatan Jadi Jaya	Grafik dan CRAFT	Setelah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode grafik dan metode CRAFT, alternatif <i>layout</i> yang terpilih merupakan alternatif <i>layout</i> metode grafik.
3	Dewi, 2013	PT Bayi Kembar Malang	<i>Systematic Layout Planning</i> dan Simulasi	Terdapat dua alternatif yang diusulkan. Setelah dilakukan simulasi dan dilakukan rekapitulasi masing-masing kategori, maka alternatif yang terpilih merupakan alternatif kedua. Dimana pada alternatif tersebut dilakukan pemindahan beberapa letak mesin, penukaran pemanfaatan fungsi bangunan untuk gudang serta penambahan mesin <i>primery</i> .
4	Mulugeta, 2013	Kotebe Metal Tools Factory (KMTF)	CORELAP dan CRAFT	Hasil penelitian ini didapatkan bahwa untuk sebuah perusahaan atau perancangan tata letak fasilitas baru, aplikasi dari metode konstruksi dilanjutkan dengan metode perbaikan lebih efektif daripada penggunaan metode konstruksi saja. Sedangkan jika perusahaan ingin merancang kembali layout existing perusahaan maka metode perbaikan merupakan strategi yang benar.

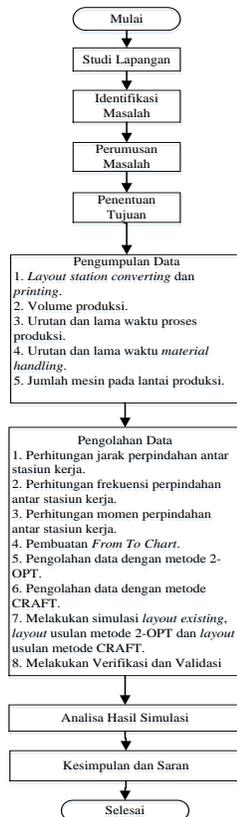
2.3 Simulasi

Simulasi adalah suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan menggunakan menggunakan model dari suatu sistem nyata (Siagian, 1987). Beberapa kegunaan dari simulasi adalah memungkinkan pembelajaran, eksperimental, dan interaksi internal dari suatu sistem yang kompleks, mengamati perubahan informasi, dan memberikan saran perbaikan terhadap sistem nyata yang sedang diamati (Banks, et al., 2004).

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Dikarenakan penelitian ini bersifat induktif, objektif dan ilmiah dimana data yang diperoleh berupa angka-angka atau pernyataan-pernyataan yang di nilai dan dianalisis.

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan sebagai *input* dalam melakukan pengolahan data. Data – data yang dikumpulkan tersebut terdiri dari: *layout* produksi awal, volum produksi, proses produksi, lama waktu perpindahan *material* dan produk jadi, serta jumlah mesin.

3.3 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah untuk dianalisis. Adapun langkah pengolahan data adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan *From To Chart*.
Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan total momen jarak antar stasiun kerja dan mengetahui bagaimana aliran material yang terjadi pada lantai produksi PT Kencana Tiara Gemilang. Momen jarak sendiri didapatkan dari hasil perkalian jarak antar stasiun kerja dan banyaknya frekuensi perpindahan yang terjadi antar stasiun kerja tersebut. Pada tahap ini akan *From To Chart* total momen jarak *layout existing*.
- b. Perancangan ulang tata letak fasilitas dengan metode 2-OPT.
Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan alternatif *layout* berdasarkan jarak antar stasiun kerja setelah dilakukan pertukaran posisi dan frekuensi perpindahan yang terjadi.
- c. Perancangan ulang tata letak fasilitas dengan metode CRAFT.
Tahap ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* WINQSB 2.0 untuk mendapatkan alternatif *layout* baru dengan data input berupa koordinat masing-masing fasilitas dan frekuensi perpindahan antar fasilitas.
- d. Melakukan simulasi *layout existing*, *layout* usulan metode 2-OPT dan *layout* usulan metode CRAFT.
Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* ARENA 5.0 dan mempertimbangkan jumlah entitas yang masuk, kecepatan dan jarak *material handling* serta lamanya proses produksi.
- e. Verifikasi model.
Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa logika proses pada model yang

dibuat pada ARENA 5.0 telah sesuai dengan model konseptualnya. Verifikasi dilakukan dengan melakukan pengecekan satuan waktu masing-masing proses, pengecekan keberadaan *error* (compile *error*), pengecekan apakah animasi pada model telah berjalan sesuai dengan sistem nyata serta membandingkan model konseptual dengan logika model simulasi.

- f. Validasi model.
 Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibuat telah sesuai dengan sistem nyata. Validasi dilakukan dengan melakukan Uji *Independent Sample T-Test* pada *output* hasil simulasi.

3.4 Analisis dan Pembahasan

Tahap ini bertujuan untuk menganalisa masing-masing alternatif *layout* berdasarkan total momen jarak, serta *transfer time*, *total time* dan *output* yang didapatkan dari hasil simulasi.

3.5 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari penelitian ini. Kesimpulan berisi hasil akhir dari penelitian yang menjawab rumusan masalah. Serta saran terkait penelitian yang hendaknya dilakukan sebagai bentuk tindak lanjut dari penelitian yang dilakukan saat ini, diharapkan dapat memberikan manfaat untuk PT Kencana Tiara Gemilang.

4. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini berisi penjelasan mengenai pengolahan data serta analisis dari hasil penelitian.

4.1 Penentuan Jarak Antar Fasilitas

Jarak antar fasilitas merupakan salah satu *input* yang diperlukan dalam melakukan perancangan tata letak fasilitas dengan menggunakan metode 2-OPT maupun metode CRAFT. Untuk mendapatkan jarak antar fasilitas diperlukan koordinat *centroid* dari masing-masing area. *From-To-Chart* jarak antar fasilitas setelah dilakukan perhitungan jarak secara *rectilinear* dapat dilihat pada Tabel 2.

Berikut merupakan contoh perhitungan jarak antara fasilitas WP dan AB :

$$d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j|$$

$$d_{12} = |X_1 - X_2| + |Y_1 - Y_2|$$

$$= |13,25 - 22,8| + |1,9 - 5,2| = 12,85$$

Tabel 2. *From-To-Chart* Jarak Antar Fasilitas

TO FROM	WP	DB	S	AB	W	SHF	C	CR	PJ	GPJ
WP		12,85	7,05	4,7	5,25	16,3	12,95	8,6	7,3	10,3
DB	12,85		5,8	8,15	12,1	3,45	4,5	9,15	13,55	23,15
S	7,05	5,8		2,35	6,3	9,25	5,9	3,55	7,95	17,35
AB	4,7	8,15	2,35		3,95	11,6	8,25	3,9	5,6	15
W	5,25	12,1	6,3	3,95		15,55	12,2	7,85	3,75	11,05
SHF	16,3	3,45	9,25	11,6	15,55		3,35	8	12,4	26,6
C	12,95	4,5	5,9	8,25	12,2	3,35		4,65	9,05	23,25
CR	8,6	9,15	3,55	3,9	7,85	8	4,65		4,4	18,9
PJ	7,3	13,55	7,95	5,6	3,75	12,4	9,05	4,4		14,8
GPJ	10,3	23,15	17,35	15	11,05	26,6	23,25	18,9	14,8	

4.2 Penentuan Frekuensi Perpindahan

Selain jarak, frekuensi perpindahan merupakan *input* yang diperlukan untuk melakukan perancangan tata letak fasilitas. Besarnya frekuensi perpindahan berdasarkan data permintaan produk selama Bulan Juli hingga Oktober 2015 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Frekuensi Perpindahan

No	Fasilitas Asal	Fasilitas Tujuan	Kapasitas	Jumlah Material yang Dipindahkan	Frekuensi
1.	Workstation Printing	Area Mesin SHF	2 roll	1.431 roll	715,5 ≈ 716
2.	Workstation Printing	Area Mesin COSMO	2 roll	470 roll	235
3.	Workstation Printing	Area Mesin DB	2 roll	2.188 roll	1094
4.	Area Mesin SHF	Area Produk Jadi	25 sak	7.634 sak	305,36 ≈ 306
5.	Area Mesin COSMO	Area Produk Jadi	20 sak	799 sak	39,95 ≈ 40
6.	Area Mesin DB	Area Produk Jadi	20 sak	2.686 sak	134,3 ≈ 135
7.	Area Produk Jadi (SHF)	Gudang Produk Jadi	25 sak	7.634 sak	305,36 ≈ 306
8.	Area Produk Jadi (COSMO)	Gudang Produk Jadi	20 sak	799 sak	39,95 ≈ 40
9.	Area Produk Jadi (DB)	Gudang Produk Jadi	20 sak	2.686 sak	134,3 ≈ 135

$$N \text{ perpindahan} = \frac{\text{jumlah material yang dipindahkan}}{\text{kapasitas}}$$

$$= \frac{1431}{2} = 715,5 \approx 716$$

4.3 Perhitungan Momen Jarak *Layout Existing*

Momen jarak didapatkan dari hasil perkalian jarak *rectilinear* antar fasilitas dengan frekuensi perpindahan yang terjadi antar fasilitas tersebut. Hasil perhitungan momen jarak *layout existing* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Total Momen Jarak *Layout Existing*

No	Fasilitas Awal	Fasilitas Tujuan	Jarak (m)	Frekuensi Perpindahan	Momen Jarak
1.	Workstation Printing	Area Mesin SHF	81,50	715,5 ≈ 716	58.354
2.	Workstation Printing	Area Mesin COSMO	64,75	235	15.216,25
3.	Workstation Printing	Area Mesin DB	64,25	1094	70.289,50
4.	Area Mesin SHF	Area Produk Jadi	62,00	305,36 ≈ 306	18.972
5.	Area Mesin COSMO	Area Produk Jadi	45,25	39,95 ≈ 40	1.810
6.	Area Mesin DB	Area Produk Jadi	67,75	134,3 ≈ 135	9.146,25
7.	Area Produk Jadi	Gudang Produk Jadi	74,00	481	35.594
Total Momen Jarak					209.382

Berikut merupakan contoh perhitungan momen jarak antara *workstation printing* dan area mesin DB:

$$Z = f \times d = 1094 \times 64,25 = 70.289,5 \text{ meter.}$$

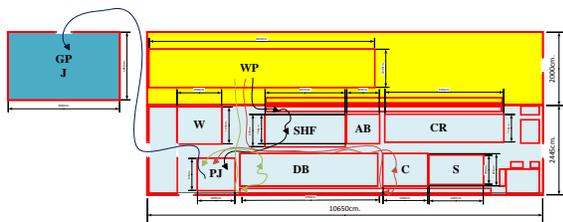
Didapatkan besar total momen jarak *layout existing* sebesar 209.382 meter. Selanjutnya dilakukan pembuatan *From To Chart* momen jarak antar fasilitas PT Kencana Tiara Gemilang yang ditunjukkan oleh Tabel 5.

Tabel 5. *From To Chart* Momen Jarak *Layout Existing*

TO FRO M	W P	DB	S	A B	W	SHF	C	C R	PJ	GPJ	Jumlah
WP		70,289 50				58,3 54	15,216 25				143,859 75
DB									9,146, 25		9,146,2 5
S											0
AB											0
W											0
SHF									18,972		18,972
C									1,810		1,810
CR											0
PJ										35,5 94	35,594
GPJ											0
Juml ah	0	70,289 50	0	0	0	58,3 54	15,216 25	0	29,928 25	35,5 94	209,382

4.4 Perancangan Tata Letak dengan Metode 2-OPT

Setelah dilakukan perancangan tata letak fasilitas dengan menggunakan metode 2-OPT didapatkan *layout* usulan yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. *Layout* usulan metode 2-OPT

Setelah didapatkan *layout* usulan dengan menggunakan metode ini, selanjutnya dilakukan perhitungan total momen jarak. Perhitungan total momen jarak ditunjukkan pada Tabel 6.

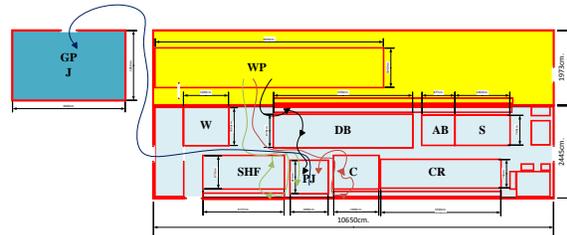
Tabel 6. Perhitungan Total Momen Jarak Alternatif 2-OPT

No	Fasilitas Awal	Fasilitas Tujuan	Jarak (m)	Frekuensi Perpindahan	Momen Jarak
1.	Workstation Printing	Area Mesin SHF	30,5	715,5 ≈ 716	21.838
2.	Workstation Printing	Area Mesin COSMO	69,75	235	16.391,25
3.	Workstation Printing	Area Mesin DB	44,75	1094	48.956,5
4.	Area Mesin SHF	Area Produk Jadi	34	305,36 ≈ 306	10.404
5.	Area Mesin COSMO	Area Produk Jadi	50,25	39,95 ≈ 40	2.010
6.	Area Mesin DB	Area Produk Jadi	25,25	134,3 ≈ 135	3.408,75
7.	Area Produk Jadi	Gudang Produk Jadi	74	481	35.594
Total Momen Jarak					138.602,5

Didapatkan total momen jarak untuk alternatif ini sebesar 138.602,5. Terjadi pengurangan total momen jarak sebesar 33,8% dari total momen jarak awal.

4.5 Perancangan Tata Letak Fasilitas dengan Metode CRAFT

Setelah dilakukan perancangan tata letak fasilitas dengan menggunakan metode CRAFT maka didapatkan *layout* usulan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. *Layout* usulan metode CRAFT

Selanjutnya dilakukan perhitungan total momen jarak untuk alternatif *layout* metode ini, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Total Momen Jarak Alternatif CRAFT

No	Fasilitas Awal	Fasilitas Tujuan	Jarak (m)	Frekuensi Perpindahan	Momen Jarak
1.	Printing	Mesin SHF	36,25	715,5 ≈ 716	25.955
2.	Printing	Mesin COSMO	72,5	235	17.037,5
3.	Printing	Mesin DB	52	1094	56.888
4.	Mesin SHF	Area Produk Jadi	28,75	305,36 ≈ 306	8.797,5
5.	Mesin COSMO	Area Produk Jadi	15	39,95 ≈ 40	600
6.	Mesin DB	Area Produk Jadi	21,5	134,3 ≈ 135	2.902,5
7.	Area Produk Jadi	Gudang Produk Jadi	107,5	481	51.707,5
Total Momen Jarak					163.888

Total momen jarak yang dihasilkan oleh metode CRAFT adalah sebesar 163.888 atau berkurang sebesar 21,7% dari total momen jarak *layout existing*.

4.6 Simulasi Tata Letak Fasilitas

Setelah didapatkan *layout* alternatif dari masing-masing metode selanjutnya dilakukan simulasi dengan menggunakan *software* ARENA 5.0 untuk membandingkan masing-masing *layout*. Terdapat 3 model yang nantinya akan dibuat dan disimulasikan, yaitu model *existing* perusahaan, model alternatif yang didapatkan sesuai dengan metode 2-OPT dan model alternatif yang didapatkan sesuai dengan metode CRAFT. Simulasi ini digunakan untuk melihat *output* produk, *total time*, dan *transfer time* akibat adanya perubahan jarak antar masing-masing stasiun kerja.

Perbedaan jarak antar masing-masing *layout* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rangkuman Jarak Tiap Alternatif

No.	Jarak	Existing	Alternatif 2-OPT	Alternatif CRAFT
1.	WP ke SHF	81,5 m	30,5 m	36,25 m
2.	WP ke DB	64,25 m	44,75 m	52 m
3.	WP ke COSMO	64,75 m	69,75 m	72,5 m
4.	SHF ke PJ	62 m	34 m	28,75 m
5.	DB ke PJ	67,75 m	25,25 m	21,5 m
6.	COSMO ke PJ	45,25 m	50,25 m	15 m
7.	PJ ke GPJ	74 m	74 m	107,5 m

4.7 Verifikasi Model

Setelah dilakukan pembuatan model simulasi, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan verifikasi model secara kualitatif. Verifikasi model ini bertujuan untuk memastikan bahwa logika proses pada model yang dibuat pada ARENA 5.0 telah sesuai dengan model konseptualnya.

Berikut ini merupakan cara yang dilakukan untuk melakukan verifikasi model simulasi :

1. Ketika keseluruhan model telah dibuat, dilakukan pengecekan satuan waktu pada sistem nyata. Interface distribusi waktu pada ARENA 5.0.
2. Pengecekan keberadaan error pada model dengan cara menekan tombol F4 ketika jendela ARENA 5.0 masih aktif (*compile error*).
3. Pengecekan apakah animasi pada model ARENA 5.0 telah berjalan sesuai dengan sistem nyata.
4. Membandingkan Model Konseptual dengan Logika Model Simulasi.

Setelah dilakukan verifikasi model didapatkan hasil bahwa model yang dibuat telah terverifikasi atau telah sesuai dengan model konseptualnya.

4.8 Validasi Model

Setelah dilakukan Uji *Independent Sample T-Test* pada *output* hasil simulasi didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data *transfer time* pada simulasi dengan data *transfer time* pada sistem nyata. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa model yang dibuat telah valid atau sesuai dengan sistem nyatanya.

4.9 Penentuan Jumlah Replikasi

Pada tahap sebelumnya, model simulasi yang dibuat telah dijalankan sebanyak 10 kali. Untuk mendapatkan *error* sebesar 5%, maka dilakukan perhitungan jumlah replikasi menggunakan data *transfer time roll SHF*. Data *transfer time roll SHF* ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. *Transfer Time Roll SHF*

No.	2-OPT (detik)	CRAFT (detik)
1.	31,7297	37,5606
2.	34,3887	42,5472
3.	36,0119	40,0845
4.	33,7971	41,8203
5.	33,3264	39,1665
6.	34,4260	38,9290
7.	36,3531	39,2252
8.	33,6620	42,0466
9.	35,1355	39,9338
10.	35,3638	41,2440
Mean	34,41942	40,25577
Standar Deviasi	1,377235	1,608585

$$n = 10 \text{ (replikasi awal)}$$

$$\alpha = 0,05$$

$$t_{n-1;\alpha/2} = 2,262$$

$$\text{Half Width 2-OPT} = \frac{(t_{n-1;\frac{\alpha}{2}}) \times s}{\sqrt{n}} = \frac{2,262 \times 1,377235}{\sqrt{10}} = 0,98514$$

$$\text{Half Width CRAFT} = \frac{(t_{n-1;\frac{\alpha}{2}}) \times s}{\sqrt{n}} = \frac{2,262 \times 1,608585}{\sqrt{10}} = 1,15063$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui besar *half-width* untuk masing-masing alternatif. Selanjutnya dilakukan perhitungan persentase *error* terhadap rata-rata dari data untuk mengetahui jumlah replikasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai *error* sebesar 0,05.

$$\text{Persentase error} = \text{half width} / \text{mean} \times 100\%$$

$$\text{Persentase error 2-OPT} = \frac{0,98514}{34,41942} \times 100\% = 2,86\%$$

$$\text{Persentase error CRAFT} = \frac{1,15063}{40,25577} \times 100\% = 2,85\%$$

Nilai *error* terhadap rata-rata data berdasarkan 10 replikasi yang telah dilakukan sebelumnya untuk alternatif 2-OPT adalah sebesar 2,86% sedangkan untuk alternatif CRAFT adalah sebesar 2,85%, sementara nilai *error* yang diinginkan adalah sebesar 5%. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai *error* yang diperoleh lebih kecil daripada nilai *error* yang diinginkan, yang artinya jumlah replikasi yang dilakukan sebelumnya dianggap telah memenuhi harapan.

4.10 Analisis Alternatif Tata Letak Fasilitas

Proses produksi yang terdapat pada PT Kencana Tiara Gemilang terdiri dari tiga proses, yaitu, *extrusion*, *printing* dan *converting*. Permasalahan yang terjadi pada proses produksi ini terdapat pada *station converting*, yaitu belum efektifnya penataan fasilitas yang terdapat di

station converting sehingga mempengaruhi jarak material handling. Oleh karena itu perlu untuk dilakukan penataan fasilitas yang ada sehingga dapat memperpendek jarak material handling. Berdasarkan hasil perhitungan, besar total momen jarak yang terjadi pada *layout existing* adalah sebesar 209.382.

Setelah mengetahui permasalahan dan besar total momen jarak yang terjadi, selanjutnya dilakukan perancangan *layout* alternatif dengan menggunakan metode 2-OPT. Perancangan *layout* alternatif ini dilakukan secara manual. Pada metode ini diperlukan input berupa frekuensi perpindahan antar masing-masing stasiun kerja. Proses pengerjaan *layout* dengan metode ini awalnya hanya mempertimbangkan frekuensi perpindahan antar fasilitas saja, jarak antar fasilitas serta dimensi baru akan dipertimbangkan ketika susunan *layout* akhir telah didapatkan. Setelah mendapatkan susunan *layout* akhir selanjutnya dilakukan pengecekan apakah *layout* tersebut dapat diterapkan secara langsung pada lantai produksi. Jika *layout* tersebut tidak dapat diterapkan secara langsung, maka dibutuhkan penyesuaian dengan memperhatikan permintaan produk, luasan *layout* yang dapat digunakan pada perusahaan, dsb. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil bahwa *layout* usulan metode 2-OPT yang didapatkan tidak dapat langsung diterapkan karena panjang area yang dibutuhkan lebih besar dari panjang gedung *station converting*. Oleh karena itu dilakukan penyesuaian kembali terhadap alternatif yang dihasilkan sehingga alternatif tersebut dapat diterapkan pada lantai produksi perusahaan. Penyesuaian ini mempertimbangkan panjang gedung *station converting* dan permintaan yang terjadi pada bulan Juli hingga Oktober 2015. *Layout* usulan metode 2-OPT setelah dilakukan penyesuaian menghasilkan total momen jarak sebesar 138.602,5 atau dapat mengurangi total momen jarak *layout existing* sebesar 33,8%.

Perancangan alternatif *layout* selanjutnya menggunakan metode CRAFT dengan bantuan software WINQSB 2.0. Perancangan ini memerlukan input berupa frekuensi perpindahan yang terjadi dan koordinat masing-masing stasiun kerja. Alternatif *layout* yang didapatkan menyebabkan perubahan posisi pada area mesin *AutoBag*, area mesin *Starseal*, area mesin DB, area mesin SHF, area mesin COSMO dan mesin

COSMO rusak, serta area produk jadi. *Layout* usulan metode CRAFT menghasilkan total momen jarak sebesar 163.888 atau mengurangi total momen jarak *layout existing* sebesar 21,7%. Perbandingan pengurangan total momen jarak dari masing-masing *layout* usulan terhadap total momen jarak *layout existing* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan Total Momen Jarak Antar *Layout*

No	<i>Layout</i>	Total Momen Jarak (m)	Penghematan Total Momen Jarak Terhadap <i>Layout Existing</i> (%)
1.	<i>Existing</i>	209.382	-
2.	2-OPT	138.602,5	33,8%
3.	CRAFT	163.888	21,7%

4.11 Analisis Hasil Output Simulasi

Dari perencanaan tata letak fasilitas yang telah dilakukan didapatkan 2 alternatif *layout* untuk *station converting*, dimana alternatif-alternatif ini akan memiliki jarak antar fasilitas yang berbeda dengan *layout existing*. Selanjutnya dilakukan simulasi masing-masing alternatif dengan menggunakan software ARENA 5.0. Selain jarak antar fasilitas, *input* lain yang digunakan dalam melakukan simulasi adalah distribusi waktu tiap proses produksi, dan waktu kedatangan *material*. Untuk *material* sendiri, akan terdapat 3 *material* yang datang, yaitu, *roll SHF*, *roll DB* dan *roll COSMO*. Masing-masing *roll* akan datang setiap 8 jam sekali, dengan jumlah *roll* tiap kedatangan untuk *roll SHF* adalah sebanyak 5 *roll*, untuk *roll DB* adalah sebanyak 8 *roll* dan untuk *roll COSMO* adalah sebanyak 4 *roll*.

Proses simulasi tata letak fasilitas ini melalui beberapa tahapan yaitu : pembuatan *activity cycle diagram* (ACD), penentuan parameter distribusi waktu proses yang didapatkan dengan menggunakan software Stat::Fit, pembuatan model simulasi dengan menggunakan software ARENA 5.0, verifikasi dan validasi, penentuan jumlah replikasi dan terakhir membandingkan *output* simulasi masing-masing *layout*. *Activity Cycle Diagram* merupakan model konseptual dari sistem yang akan dimodelkan dan diperlukan untuk menggambarkan aktivitas yang terjadi dalam sebuah sistem. Penentuan distribusi waktu untuk setiap proses dilakukan dengan menggunakan software Stat::Fit, karena software ini telah mempertimbangkan distribusi-distribusi apa saja yang cocok dengan data yang dimasukkan

ke dalam *software*. Setelah distribusi waktu selesai ditentukan, selanjutnya dilakukan pembuatan model dengan menggunakan ARENA 5.0. Saat model telah selesai dibuat dilakukan verifikasi untuk membandingkan logika model simulasi dengan model konseptual. Verifikasi dilakukan dengan melakukan pengecekan satuan waktu pada model apakah telah sesuai dengan sistem nyata, pengecekan keberadaan *error* dengan melakukan *compile error*, pengecekan apakah animasi pada model telah berjalan sesuai dengan sistem nyata, dan membandingkan *activity cycle diagram* dengan model simulasi. Setelah model terverifikasi selanjutnya dilakukan proses validasi, yaitu dengan membandingkan *transfer time roll SHF* aktual dan *transfer time roll SHF* pada model simulasi.

Selanjutnya, setelah model tervalidasi dilakukan penentuan jumlah replikasi untuk mendapatkan *error* sebesar 5%. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil bahwa replikasi awal (10 replikasi) yang telah dilakukan dianggap telah memenuhi harapan karena *persentase error layout* usulan 2-OPT sebesar 2,86 % dan *persentase error layout* usulan CRAFT sebesar 2,85%, dimana persentase error masing-masing layout lebih rendah dari persentase error yang diinginkan (5%).

Berdasarkan output simulasi pada Tabel 11. didapatkan bahwa adanya perubahan jarak yang ditempuh pada masing-masing *layout* mempengaruhi *transfer time* dan *total time* dari masing-masing entitas yang telah didefinisikan

pada model simulasi. Untuk entitas *roll* COSMO, *roll* DB, *roll* SHF, sak COSMO, sak DB, sak COSMO yang diangkut menuju gudang (Sak COSMO GD) dan sak DB yang diangkut menuju gudang (Sak DB GD) semakin pendek jarak yang ditempuh maka mengakibatkan pendeknya *transfer time* dimana hal ini juga mengurangi *total time* yang dibutuhkan. Sedangkan untuk sak SHF dan sak SHF yang diangkut menuju gudang (Sak SHF GD) tidak berlaku hal yang sama, hal ini disebabkan adanya pengaruh dari distribusi waktu proses.

Selain itu pada Tabel 11. dapat dilihat bahwa jumlah *output* untuk masing-masing entitas sama, hal ini dikarenakan jumlah entitas yang masuk memiliki jumlah yang sama setiap harinya, serta adanya ketentuan jumlah *roll* dan sak yang harus dipenuhi untuk melakukan sebuah pengangkutan.

4.12 Pemilihan *Layout* Alternatif

Setelah didapatkan *total time*, *transfer time* dan *output* untuk masing-masing layout dan masing-masing entitas selanjutnya dilakukan perbandingan persentase penghematan masing-masing *layout* alternatif terhadap *layout existing* untuk masing-masing produk. Tabel 12. menunjukkan perbandingan masing-masing parameter antara *layout* alternatif dan *layout existing* untuk produk yang diproduksi dengan menggunakan mesin DB.

Tabel 11. Rangkuman Jarak dan *Output* Simulasi

Entitas	Jarak			Total Time			Transfer Time			Output
	Existing	2-OPT	CRAFT	Existing	2-OPT	CRAFT	Existing	2-OPT	CRAFT	
Roll COSMO	64,75 m	69,75 m	72,5 m	237,579	259,193	267,88	89,60061	97,53423	100,1382	24
Roll DB	64,25 m	44,75 m	52 m	353,777	247,908	286,798	75,21347	53,03365	61,62008	42
Roll SHF	81,5 m	30,5 m	36,25 m	4402,537	4222,55	4240,439	92,32295	34,41942	40,25577	24
Sak COSMO	45,25 m	50,25 m	15 m	84072,49	84091,84	84052,336	63,66688	69,04156	20,02132	21
Sak DB	67,75 m	25,25 m	21,5 m	69443,843	69351,318	69363,144	78,04373	29,12122	24,55829	21
Sak SHF	62 m	34 m	28,75 m	22735,547	22573,852	22578,255	66,746	36,59791	31,5728	52
Sak COSMO GD	74 m	74 m	107,5 m	84255,784	84279,808	84324,698	46,61192	47,53368	69,45676	1
Sak DB GD	74 m	74 m	107,5 m	69619,801	69538,8	69636,483	45,01119	45,54426	66,8548	1
Sak SHF GD	74 m	74 m	107,5 m	22870,478	22708,307	22776,45	44,18343	44,27105	65,6393	2

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI VOL.4 NO.7
TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Berikut merupakan contoh perhitungan dari masing-masing penghematan :

$$\text{Total Jarak Layout II} = \frac{655,75 - 457,25}{655,75} \times 100\% = 30,27\%$$

$$\text{Transfer Time Layout II} = \frac{724,76 - 498,93}{724,76} \times 100\% = 31,15\%$$

$$\text{Total Time Layout II} = \frac{19,338 - 19,316}{19,338} \times 100\% = 0,11\%$$

Tabel 12. Perbandingan Masing-masing Layout Produk DB

Parameter	Layout Alternatif			Penghematan layout jika dibandingkan dengan layout Existing (%)	
	Existing	2-OPT	CRAFT	2-OPT	CRAFT
Total Jarak (m)	655,75	457,25	545	30,27 %	16,88 %
Transfer Time (second/batch sak)	724,76	498,93	584,37	31,15 %	19,37 %
Total Time (jam/batch sak)	19,338	19,316	19,343	0,11%	0,02%
Batch Sak	1	1	1	0	0

Sedangkan Tabel 13. menunjukkan perbandingan masing-masing parameter antara layout alternatif dan layout existing untuk produk yang diproduksi dengan menggunakan mesin COSMO. Untuk produk yang diproduksi dengan menggunakan mesin SHF ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 13. Perbandingan Masing-masing Layout Produk COSMO

Parameter	Layout Alternatif			Penghematan layout jika dibandingkan dengan layout Existing (%)	
	Existing	2-OPT	CRAFT	2-OPT	CRAFT
Total Jarak (m)	507,75	542,75	557,5	-6,89%	-9,79
Transfer Time (second/batch sak)	647,88	701,78	690,31	-8,31%	-6,54
Total Time (jam/batch sak)	23,404	23,411	23,423	-0,02%	0,08%
Batch Sak	1	1	1	0	0

Tabel 14. Perbandingan Masing-masing Layout Produk SHF

Parameter	Layout Alternatif			Penghematan layout jika dibandingkan dengan layout Existing (%)	
	Existing	2-OPT	CRAFT	2-OPT	CRAFT
Total Jarak (m)	380,5	199,5	245	47,56 %	35,61 %
Transfer Time (second/batch sak)	387,89	184,13	217,97	52,53 %	43,80 %
Total Time (jam/batch sak)	6,352	6,307	6,326	0,7%	0,4%
Batch Sak	2	2	2	0	0

Dapat dilihat dari tabel di atas bahwa dari tiga produk tersebut layout yang terbaik adalah layout

2-OPT. Hal ini berdasarkan besarnya penghematan pada masing-masing parameter yang ada. Nilai positif menunjukkan besarnya persentase penghematan yang dapat diperoleh setelah melakukan perancangan ulang tata letak fasilitas, sedangkan nilai negatif menunjukkan besarnya persentase kerugian. Pada produk yang diproduksi oleh mesin COSMO yang terpilih adalah layout 2-OPT, hal ini dikarenakan lebih sedikitnya kerugian yang diperoleh setelah dilakukan perancangan ulang tata letak fasilitas pada parameter total jarak dan total time.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa usulan alternatif tata letak station converting dengan menggunakan metode 2-OPT dan CRAFT serta simulasi dengan menggunakan software ARENA 5.0 adalah sebagai berikut :

1. Perancangan tata letak station converting menghasilkan dua alternatif usulan dengan penjelasan sebagai berikut:
 - a. Usulan Rancangan Tata Letak Metode 2-OPT
 Pada alternatif ini dihasilkan susunan layout dengan total momen jarak sebesar 138602,5. Susunan layout ini dapat mengurangi total momen jarak layout existing sebesar 33,8%. Pada layout alternatif ini terjadi pertukaran posisi antara area mesin SHF, mesin AutoBag, mesin COSMO rusak, mesin DB, mesin COSMO dan mesin Starseal.
 - b. Usulan Rancangan Tata Letak Metode CRAFT
 Pada alternatif ini dihasilkan susunan layout dengan total momen jarak sebesar 163888 atau berkurang sebesar 21,7% dari total momen jarak layout existing. Pada layout alternatif ini terjadi pertukaran tata letak fasilitas antara mesin SHF, COSMO, COSMO rusak, mesin AutoBag, mesin Starseal, Mesin DB dan area produk jadi.
2. Dari hasil perancangan tata letak fasilitas, didapatkan dua alternatif untuk perbaikan station converting PT Kencana Tiara Gemilang. Selanjutnya dilakukan simulasi untuk masing-masing alternatif dan setelah dilakukan simulasi dapat diketahui

bahwa untuk produk *flush cut*, *flush cut with handle* dan *t-shirt*, *layout* terbaik adalah *layout* alternatif metode 2-OPT. Hal ini berdasarkan pada besarnya penghematan yang diperoleh pada masing-masing parameter jika dibandingkan dengan alternatif *layout* metode CRAFT.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewi, Andini. 2013. *Perencanaan Ulang Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Hasil Simulasi Proses Produksi Rokok*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- [2] Jerry Banks. 2004. *Handbook Of Simulation*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- [3] Hadiguna, Rika Ampuh dan Setiawan, Heri. 2008. *Tata Letak Pabrik*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [4] Heragu, Sunderesh. 2008. *Facilities Design*. Boston : PWS Publishing Company.
- [5] Mulugeta, A., Beshah, B., Kitaw, D. 2013. *Computerized Facilities Layout Design*. Journal of EEA, Vol. 30, 2013.
- [6] Ningtyas, Agnes. 2015. *Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Metode Grafik dan CRAFT Untuk Minimasi Ongkos Material Handling*. Skripsi. Tidak dipublikasikan, Malang : Universitas Brawijaya.
- [7] Pramono, Meylinda. 2015. *Perbaikan Tata Letak Fasilitas Departemen Sheet Metal 1 PT MCP*. Skripsi. Tidak dipublikasikan, Surabaya : Universitas Kristen Petra.
- [8] Siagian, P. 1987. *Penelitian Operasional : Teori dan Praktek*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- [9] Tompkins J.A., White JA., Bozer, Tanchoco J.M.A. 2003. *Facilities Planning*, Third Edition. California : John Wiley & Sons, Inc.