

**OPTIMALISASI TATA LETAK FASILITAS UNTUK MENCAPAI SUSTAINABILITY DI INDUSTRI "X KARTON"****Septi Aji Budi Waluyo<sup>1\*</sup> Yun Arifatul Fatimah<sup>2</sup> Moehamad Aman<sup>3</sup>**Program Studi Teknik Industri  
Universitas Muhammadiyah Magelang  
\*E-mail : jsp\_88@ymail.com**Abstrak**

*Sustainability telah menjadi faktor yang sangat penting bagi perkembangan industri secara global. Sustainability development menjadi kunci utama perkembangan industri yang bertumpu pada aspek ekonomi, sosial dan lingkungan tanpa terkecuali Industri "X Karton". Salah satu cara efektif untuk mencapai proses manufaktur industri yang sustainable adalah melalui pengoptimalan tata letak fasilitas. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan tata letak fasilitas untuk mencapai sustainability pada Industri "X Karton". Optimalisasi dilakukan dengan menganalisis tata letak fasilitas yang ada dengan menggunakan Activity Relationship Chart (ARC). Berdasar hasil analisa ARC, alternatif tata letak fasilitas baru diusulkan dan dianalisis dengan mempertimbangkan aspek sustainability ekonomi, sosial dan lingkungan. Hasil dari analisa menunjukkan perbaikan aspek ekonomi, sosial and lingkungan. Laju produksi meningkat dari 0,14 unit/ menit menjadi 0,16 unit/ menit, total biaya material handling berkurang dari Rp. 2.62jt/ bulan menjadi Rp. 1.11jt/ bulan, pengurangan polusi dan dampak buruk terhadap kesehatan tenaga kerja melalui pembangunan saluran pembuangan udara, pengurangan Green House Gas (GHG) emission dari 65.692 kgCO<sub>2</sub>/bulan menjadi 7.940kgCO<sub>2</sub>/bulan dan penanganan limbah ditangani secara lebih profesional.*

**Kata Kunci :** *Optimalisasi, Sustainability, Tata Letak Fasilitas*

**1. PENDAHULUAN**

*Sustainability* telah menjadi aspek yang sangat penting bagi perkembangan industri secara global. *Sustainable development* menjadi kunci utama perkembangan industri yang bertumpu pada aspek ekonomi, sosial dan lingkungan (Rosen dan Kishawy, 2012). *Brundtland Commission* mendefinisikan *sustainable development* sebagai pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan hak pemenuhan kebutuhan-kebutuhan generasi yang akan datang (Jaya, 2004). Dalam industri manufaktur, operasi industri dan dampaknya terhadap ekonomi, sosial dan lingkungan, menjadi faktor penting dalam pengambilan keputusan di kalangan para pelaku industri untuk mencapai *sustainability*. Secara spesifik, Rosen dan Kishawy (2012) menyatakan bahwa industri manufaktur yang *sustainable* dapat dicapai dengan mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial dan lingkungan. Ojaghi dkk (2015) menyampaikan bahwa salah satu cara efektif untuk mencapai proses operasi industri yang *sustainable* adalah melalui pengoptimalan tata letak fasilitas.

Tata letak fasilitas adalah kumpulan dari unsur-unsur fisik yang disusun berdasarkan logika tertentu untuk mencapai objektif yang ditentukan sebelumnya. Selain itu tata letak fasilitas merupakan pengorganisasian seluruh fasilitas fisik yang ada di dalam perusahaan serta merupakan rangkaian proses keputusan yang berorientasi jangka panjang atau strategis (Hadiguna, 2009). Kesalahan dalam perancangan tata letak fasilitas dapat berakibat pada kondisi produksi yang tidak efektif, tidak efisien, tidak fleksibel, penyimpanan material yang terlalu besar serta ketidakpuasan pelanggan (Tompkins dkk, 1984). Sebuah tata letak yang optimal dapat mengurangi penggunaan energi pada proses produksi, serta mengurangi biaya *material handling*. Tata letak yang optimal juga mempertimbangkan faktor ergonomi, sehingga dalam bekerja para pekerja dapat melakukan pekerjaannya dalam kondisi yang optimal. Hal tersebut tentunya akan berpengaruh pada peningkatan produktifitas pekerja (Eipper, 2009). Sehingga, tata letak yang optimal menjadi kebutuhan penting untuk meningkatkan keuntungan dan menghindarkan kerugian, serta menjadi aspek penting untuk mencapai industri yang *sustainable*.

Industri "X Karton" adalah sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan limbah kertas, berdiri pada tahun 1973. Proses produksi pada perusahaan ini berdasarkan pada pesanan atau *make to order*, dengan kapasitas produksi mencapai 4.000 unit/bulan. Proses produksi dilakukan di 6 (enam) stasiun produksi. Dimana sebagian besar proses operasi industri (70%)

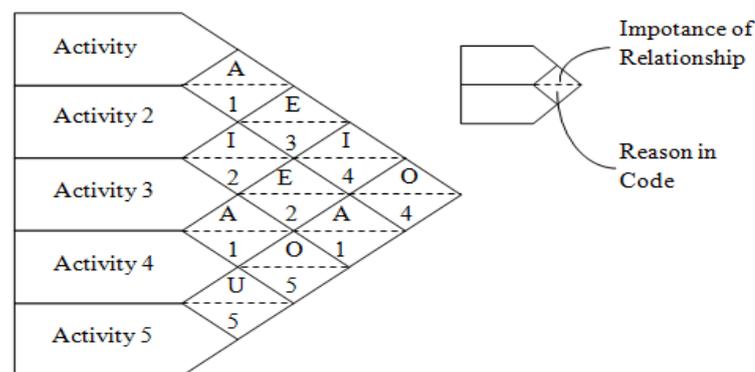
dilakukan dengan menggunakan mesin dan sebagian kecil (30%) dilakukan secara manual. Dari hasil observasi awal diketahui bahwa tata letak fasilitas (TLF) dan mesin yang ada pada stasiun produksi dan antar stasiun produksi belum terencana dengan baik. Data *flow procces chart* yang didapat dari Kabag produksi menunjukkan bahwa jarak pemindahan material di enam stasiun produksi terlalu jauh, sehingga mengakibatkan proses pemindahan material yang terlalu lama (210 detik). Selain itu tenaga kerja belum mendapat jaminan kesejahteraan sosial, air kotor sisa produksi dibuang ke sungai dan limbah sisa penyortiran material belum ditangani secara professional.

Penelitian bertujuan untuk menganalisis tata letak fasilitas yang ada di Industri "X Karton" saat ini, mengetahui tingkat *sustainability* dari industri dan memberikan usulan tata letak fasilitas yang optimal untuk mencapai *sustainability*.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Analisis Tata Letak Fasilitas Yang Ada

Analisis TLF yang ada di Industri "X Karton" dilakukan dengan menggunakan *Activity Relationship Chart (ARC)* atau *REL Chart* yang merupakan diagram keterkaitan kegiatan atau hubungan antar aktifitas. ARC dibuat dengan menggunakan informasi dari peta keterkaitan kegiatan yang digunakan sebagai dasar perencanaan keterkaitan antara pola aliran barang dan lokasi kegiatan pelayanan yang dihubungkan dengan kegiatan produksi, seperti diilustrasikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1. Activity Relationship Chart

Sedangkan nilai keterdekatan hubungan antar aktivitas dan alasan dibalik keterdekatan pada Gambar 1. dijelaskan pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 (Rosen, 2012).

Tabel 1. Closeness Relationship

Value	Closeness Relationship Value
A	Absolutely necessary
E	Especially Important
I	Important
O	Ordinary closeness okay
U	Unimportant
X	Not desirable

Tabel 2. Reason behind the closeness value

Code	Reason behind the closeness value
1	Frequency of use high
2	Frequency of use medium
3	Frequency of use low
4	Information flow high
5	Information flow medium
6	Information flow low

## 2.2 Analisis Sustainability aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan

Analisa sustainability aspek ekonomi, sosial dan lingkungan dilakukan dengan menggunakan beberapa indikator ekonomi (laju produksi, biaya *material handling*), indikator sosial (pengurangan polusi dan dampak buruk terhadap kesehatan tenaga kerja) dan indikator lingkungan (konsumsi energi, emisi CO<sub>2</sub>, limbah).

### Indikator ekonomi

- 1) Laju Produksi: Hasil rata-rata produksi per periodik dari suatu produk (Unit/bulan)
- 2) Biaya *material handling*: Biaya yang diakibatkan dari adanya perpindahan material dari satu mesin ke mesin yang lain atau dari departement satu ke ke Department yang lain (Rupiah/meter)

### Indikator sosial

- 1) Penerapan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) terhadap tenaga kerja. Analisis penerapan K3 difokuskan pada penyediaan fasilitas yang menjamin kesehatan dan keselamatan kerja, seperti pemberian masker, pemberian sarung tangan dan pelindung tubuh lainnya yang dapat melindungi tenaga kerja dari kecelakaan,
- 2) Penambahan/pembangunan sarana prasarana (ventilasi udara) yang mendukung penerapan K3 di perusahaan.

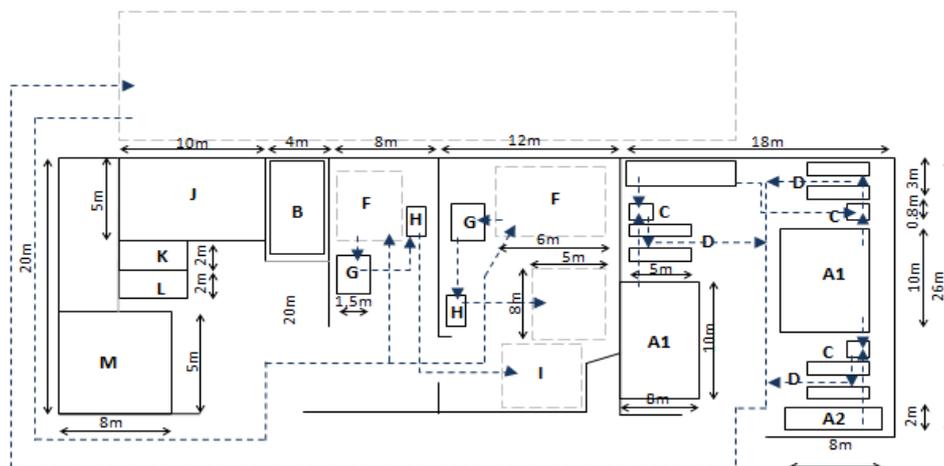
### Indikator aspek lingkungan

- 1) Konsumsi energi: Konsumsi energy didasarkan pada penggunaan bahan bakar (solar) yang diperlukan dalam proses *material handling* (lt/bulan)
- 2) Emisi CO<sub>2</sub>: Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) ditentukan dari jumlah konsumsi energi yang digunakan dalam proses materil handling di industri “X Karbon” (kg CO<sub>2</sub>/bulan)
- 3) Limbah yang dihasilkan: Analisis limbah difokuskan pada jumlah limbah cair dengan mempertimbangkan *potential water treatment* yang bisa diterapkan.

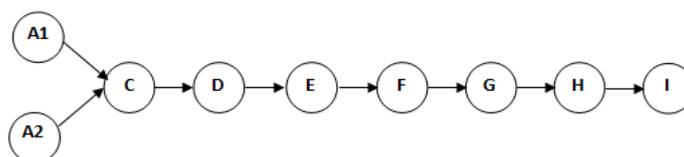
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis tata letak fasilitas awal

Analisis tata letak fasilitas awal, dilakukan dengan menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC) untuk mengetahui tingkat hubungan kedekatan antar fasilitas sesuai dengan alur proses produksi. TLF awal dan alur proses produksi di Industri “X Karton” diilustrasikan pada Gambar 1.2 dan Gambar 1.3 berikut.



Gambar 2. Aliran *material handling* tata letak fasilitas awal



Gambar 3. Alur proses produksi

Jarak perpindahan material handling berdasar pada alur proses produksi dan tata letak fasilitas awal ditunjukkan pada Tabel 1.3 berikut.

**Tabel 3. Jarak Perpindahan material handling**

From/to	A1	A2	B	C	D	E	F	G	H	I	Total Jarak (m)
A1				1, 1, 3							5
A2				1, 6, 3							10
B											
C					1,1,1						3
D						90					90
E							47, 51				98
F								2, 2			4
G									4, 3		7
H										8, 3	11
I											

Pada Gambar 1.2, Gambar 1.3 dan Tabel 1.3 terdapat kode-kode yang menunjukkan fasilitas dan ruang yang ada pada tata letak fasilitas di Industri “X Carton”, serta ukuran dan jumlah fasilitas seperti dijelaskan pada Tabel 1.4 berikut.

**Tabel 4. Kode, nama, ukuran dan jumlah fasilitas pada Industri “X Carton”**

Kode	Nama Fasilitas	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas ( $m^2$ )	Jumlah mesin/lokasi
A1	Bahan baku utama (kertas)	10	8	80	2
A2	Bahan baku utama (serbuk kayu)	8	2	16	2
B	Bahan baku cadangan	6	5	30	1
C	Pembuburan	0,8	5	4	3
D	Mesin cetak	7	1	7	6
E	Lokasi pengeringan	50	20	1000	1
F	Stasiun produk setengah jadi	5	6	30	2
G	Mesin press	2	1,5	3	2
H	Mesin potong	2	2	4	2
I	Lokasi produk jadi	5	8	40	2
J	Gudang perawatan	10	5	50	1
K	Mushola	2	3	6	1
L	Dapur	2	1,5	3	1
M	Kantor	5	8	40	1

Selanjutnya dilakukan analisa ARC untuk mengetahui hubungan keterkaitan antar fasilitas dengan menggunakan lembar kerja ARC, seperti dilustrasikan pada Table 1.5 berikut.

**Tabel 5. Ilustrasi lembar kerja ARC untuk TLF awal**

No	Derajat Kedekatan					
	A	E	I	O	U	X
A1	C	A2	B	D,M	E,F,G,H,J	I,L,K
A2	C	A1	B	D,M	E,F,G,H,J	I,L,K
B			A1, A2,C	M	D,E,F,G,H,J	I,L,K
C	A1,A2,D		B,J	F,M	E	G,H,I,L,K
D	C	E	F,J	A1,A2,B,G,H,M	I,K	L
E		D,F,G		H,M,K	A1,A2,B,D,I,L	
F	G	E,H	D,M	C,I,K	A1, A2,B,J,L	
G	F,H	E	J	D,I,K,M	A1, A2,B,	C,L
H	G	F,I	J	D,E,M	A1, A2,B,K	C,L
I		H,M		F,G,K	D,E,J	A1,A2,B,C,L
J		D,G,H	C,J	K	A1,A2,B,E,F,I,L	
K				E,F,I,J,L,M	D,G,H,	A1, A2,B,C
L				K,M	E,F,J	A1,A2,B,C, D,G,H,I
M		I	F,J	A1,A2,B,C,D,E, G,H,K,L		

Berdasar pada lembar kerja ARC tersebut dan data TLF yang ada, maka dapat diketahui jarak perpindahan *material handling* dan waktu perpindahan pada Tabel 1.6 berikut.

**Tabel 6. Jarak dan waktu perpindahan *material handling* TLF awal**

	TLF awal
1. Jarak Perpindahan <i>material handling</i>	
a. <i>Konvensional (Manual)</i>	150,8 km/ bulan
b. <i>Semi auto (menggunakan mobil)</i>	20,7 km/ bulan
2. Waktu Perpindahan	
c. <i>Konvensional (Manual)</i>	62,11 jam/ bulan
d. <i>Semi auto (menggunakan mobil)</i>	2,89 jam/ bulan

### 3.2 Analisis *sustainability* TLF awal

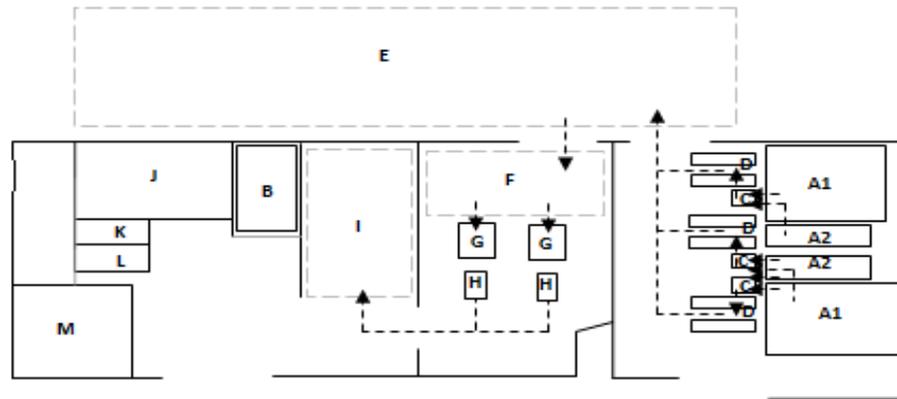
Setelah diketahui jarak perpindahan material dan waktu perpindahan, maka kemudian dilakukan penilaian *sustainability* dari TLF awal. Perhitungan nilai *sustainability* berdasar pada aspek ekonomi, sosial dan lingkungan dengan menggunakan rumus masing masing indikator. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Table 1.7 berikut.

**Tabel 7. Hasil perhitungan *sustainability* TLF awal**

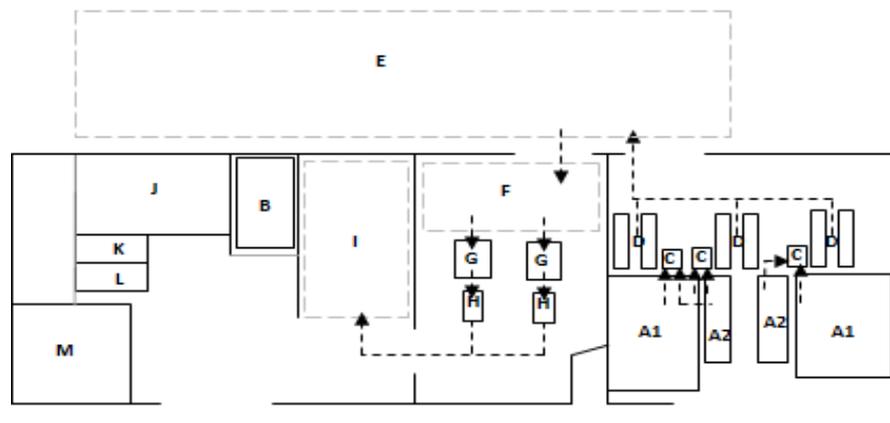
Indikator ekonomi, sosial dan lingkungan	TLF awal
1. Laju Produksi	1747 unit/ bulan
2. Biaya <i>material handling</i>	
- Manual	Rp. 2,29jt/ bulan
- Menggunakan mobil	Rp. 0,34jt/ bulan
3. K3 tenaga kerja	TLF belum mendukung K3 tenaga kerja
4. Penggunaan Energi (Solar)	4,16 lt/ bulan
5. Emisi CO <sub>2</sub>	771,3 kgCO <sub>2</sub> /bulan
6. Penangan Limbah	Belum ada penanganan limbah cair

### 3.3 Perbaikan tata letak fasilitas

Perbaikan TLF dilakukan dengan mengoptimalkan proses *material handling* dengan mengusulkan 2 (dua) alternatif TLF baru seperti diilustrasikan pada Gambar 1.4 dan Gambar 1.5 sebagai berikut.



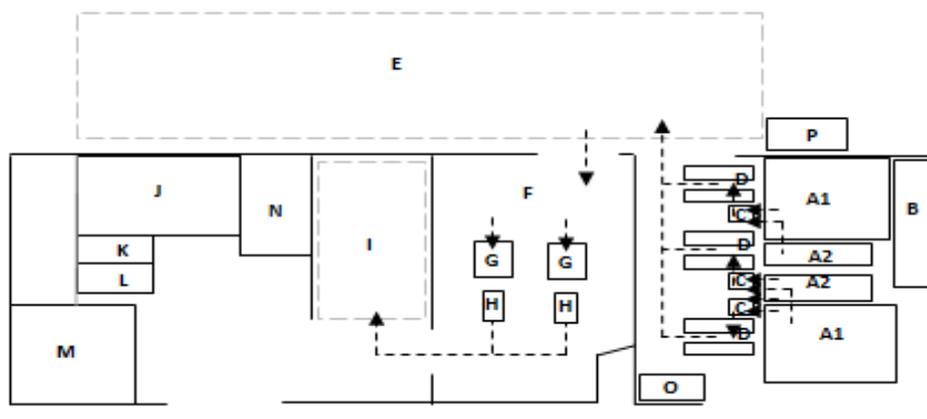
Gambar 4. Alternatif TLF-A1



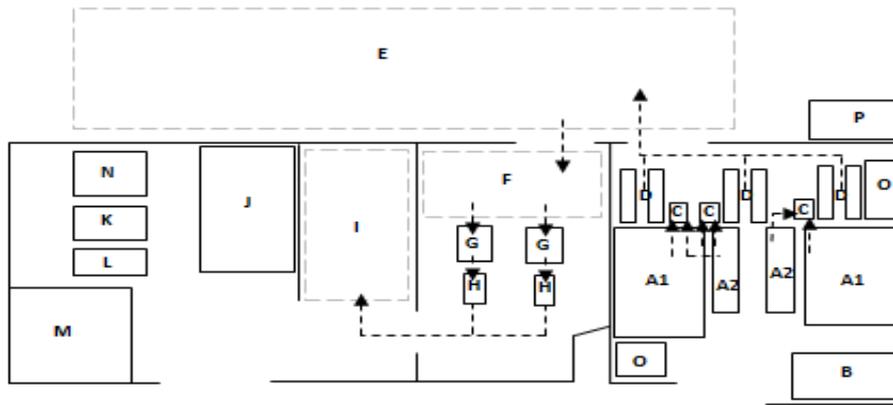
Gambar 5. Alternatif TLF-A2

### 3.4 Pengembangan tata letak fasilitas Alternatif A1 dan Alternatif A2

Pengembangan dilakukan dengan mengoptimalkan penggunaan ruang, tata letak fasilitas Alternatif A1 dan A2 menjadi tata letak fasilitas Alternatif B1 (Tabel 1.6) dan Alternatif B2 (Gambar 1.7).



Gambar 6. Alternatif TLF-B1



Gambar 7. Alternatif TLF-B2

Tabel 1.6 Perbandingan hasil analisis TLF awal dan Alternatif TLF usulan

	TLF awal	Alternatif TLF-B1	Alternatif TLF-B2
1. Jarak Perpindahan MH			
- Manual	150,8 km/ bulan	67,6 km/ bulan	62,4 km/ bulan
- Mobil	20,67 km/ bulan	10,81 km/ bulan	9,98 km/ bulan
2. Waktu Perpindahan			
- Manual	62,11 jam/ bulan	12,58 jam/bulan	11,44 jam/ bulan
- Mobil	2,89 jam/ bulan	1,24 jam/ bulan	1,15 jam/ bulan

Pada Tabel 1.6 terlihat bahwa Alternatif TLF-B2 menghasilkan jarak perpindahan material handling dan waktu perpindahan paling pendek.

### 3.5 Analisis *sustainability* alternatif TLF

Analisis *sustainability* selanjutnya dilakukan pada kedua alternatif TLF tersebut. Perbandingan *sustainability* alternatif TLF dengan *sustainability* TLF awal ditunjukkan pada Tabel 1.7.

Tabel 7. Perbandingan *sustainability* dari TLF awal dan usulan

Indikator ekonomi, sosial, lingkungan	TLF awal	TLF-B1	TLF-B2
1. Laju Produksi	1747,2 unit/ bulan	1996,8 unit/ bulan	2009,3unit/ bulan
2. Biaya MH			
- Manual	Rp. 2,29jt/ bulan	Rp. 1,03jt/bulan	Rp. 0,95jt/ bulan
- Mobil	Rp. 0,34jt/ bulan	Rp. 0,17jt/ bulan	Rp. 0,165jt/ bulan
3. K3 tenaga kerja	TLF belum mendukung K3 tenaga kerja	TLF mendukung K3 tenaga kerja	TLF mendukung K3 tenaga kerja
4. Konsumsi energi	4,16 lt/ bulan	2,16 lt/ bulan	1,99 lt/ bulan
5. Emisi CO <sub>2</sub>	771,30 kg/ bulan	171,63kg/ bulan	146,86 kg/ bulan
6. Penangan Limbah	Belum ada penanganan limbah cair	Terdapat fasilitas penanganan limbah cair	Terdapat fasilitas penanganan limbah cair

Dari hasil perhitungan tersebut, dapat diketahui bahwa tata letak fasilitas Alternatif B2 adalah yang paling optimal dengan jarak dan waktu pemindahan material paling pendek. Selain itu, dari analisis *sustainability* aspek ekonomi, sosial dan lingkungan, dapat dilihat bahwa Alternatif TLF B mempunyai nilai paling baik dibandingkan alternatif yang lain. Dimana, laju produksi terlihat lebih tinggi dan biaya material handling lebih rendah dibandingkan TLF awal. Selain itu, alternatif TLF-B lebih mendukung K3 tenaga kerja, mengkonsumsi energi lebih sedikit dan

menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> lebih sedikit dari TLF awal dan Alternatif TLF-B1. Profesionalisme dalam penanganan limbah juga merupakan kelebihan Alternatif TLF –B1.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Tata letak fasilitas awal memiliki tata letak fasilitas yang belum tertata secara baik sehingga mengakibatkan jalur perpindahan yang terlalu jauh. Diketahui jarak total perpindahan sejauh 171,47 km/ bulan dengan waktu total perpindahan sebesar 65 jam/ bulan.
2. Analisis sustainability aspek ekonomi, sosial dan lingkungan pada tata letak fasilitas awal menunjukkan bahwa laju produksi diketahui sebesar 1747,2 unit per bulan, biaya material handling manual sebesar Rp. 2,29jt/ bulan dan biaya material handling menggunakan mobil sebesar Rp. 0,35jt/ bulan. Selain itu, tata letak fasilitas yang ada belum mempertimbangkan kesehatan tenaga kerja. Bahan bakar solar yang diperlukan sebanyak 4,16 liter/ bulan dengan emisi CO<sub>2</sub> sebesar 771,3 kg/ bulan, serta limbah yang dihasilkan dari proses produksi juga belum ditandai secara profesional.
3. Perbaiki tata letak fasilitas dengan mengoptimalkan material handling dan penggunaan ruang menghasilkan peningkatan *sustainability* pada Industri Poetra Mandiri Karton. Perbaiki tata letak fasilitas alternatif menghasilkan laju produksi yang meningkat menjadi 2009,3 unit/ menit dengan biaya material handling manual berkurang menjadi Rp. 945.984/bulan dan biaya material handling menggunakan mobil berkurang menjadi Rp. 164.736/bulan. Tata letak fasilitas yang optimal mempertimbangkan kesehatan tenaga kerja dengan menambahkan saluran pembuangan udara dan penggunaan energi (solar) pada proses material handling berkurang menjadi 1,99 lt/ bulan dengan emisi CO<sub>2</sub> berkurang menjadi 146,86 kg/ bulan, limbah yang dihasilkan juga ditangani secara profesional.

#### Daftar Pustaka

- Abraham, G. E., Sasikumar, R. A., 2013. Layout Planning for Sustainable Development. Proceedings of International Conference on Energy and Environment-2013 (ICEE 2013). 12<sup>th</sup> – 14<sup>th</sup> December. *IJIRSET*, Vol. 2, 1
- Hadiguna, R. A., 2009. *Manajemen Pabrik : Pendekatan Sistem Untuk Efisiensi dan Efektifitas*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Jaya, A., 2004. *Konsep Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development)*. Institut Pertanian Bogor.
- Ojaghi, Y., Khademi, A., Yusof, N. M., Renani, N. G. & Hassan, S. A. H. B. S. 2015. Production Layout Optimization for Small and Medium Scale Food Industry. *Procedia CIRP. Elsevier*, Vol. 26, p. 247-251
- Rosen, M.A.; Kishawy, H.A. 2012. Sustainable Manufacturing and Design: Concepts, Practices and Needs. *Sustainability*, Vol. 4, p. 154-174