

Industrial Management

Usulan Perbaikan Tata Letak Pabrik dengan Menggunakan Systematic Layout Planning (SLP) di CV. Arasco Bireuen

Anwar*, Bakhtiar, S dan Riski Nanda

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh-Indonesia

*Corresponding Author : Anwar_Muhammadali@yahoo.co.id ;0852 7578 7574

Abstrak – CV. Arasco Bireuen merupakan salah satu industri pengolahan biji kopi menjadi konsumsi bubuk kopi yang terletak di Kota Juang, Kab. Bireuen. Perusahaan dalam operasionalnya tentu menginginkan produktivitas yang tinggi dengan total biaya produksi yang minimum serta metode pelaksanaan kerja yang efektif dan efisien. Berdasarkan hasil pengamatan awal yang dilakukan diamati bahwa perusahaan akan menambah fasilitas penunjang produksi yaitu mesin penggongsengan biji kopi (sangrai) sebanyak 2 unit. Kondisi susunan letak stasiun kerja pada lantai produksi awal pabrik tidak sesuai. Lintasan perpindahan material yang terjadi cukup panjang terutama dari proses penggongsengan biji kopi, pemasakan sampai penggilingan biji kopi. Lintasan aliran material yang terjadi memperpanjang jarak tempuh sehingga menimbulkan waktu yang lama. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui total momen perpindahan material dari *layout* awal, *layout* alternatif I dan *layout* alternatif II. Penelitian dilakukan melalui pendekatan metode *Systematic Layout Planning*. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa total momen perpindahan material yang terjadi dari *layout* awal mencapai 3.284.700 m/tahun, pada *layout* alternatif I mencapai 2.515.500 m/tahun dan pada *layout* alternatif II mencapai 2.568.900 m/tahun. Dari ketiga *layout*, maka *layout* yang memberikan total momen perpindahan material yang terkecil adalah *layout* alternatif I. Copyright © 2015 Department of industrial engineering. All rights reserved

Kata kunci : Momen perpindahan material, *layout*, *systematic layout planning*

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

CV. Arasco Bireuen merupakan salah satu industri pengolahan biji kopi menjadi konsumsi bubuk kopi yang terletak di pusat Kota Juang. Daerah pemasarannya signifikan mengalami peningkatan. Selain produksinya untuk mencukupi kebutuhan kopi di Provinsi Aceh, CV. Arasco Bireuen juga mengeksport bubuk kopi ke luar daerah Aceh, bahkan sampai ke luar negeri seperti Malaysia. Dengan perannya yang strategis dalam produksi bubuk kopi, maka pihak perusahaan dituntut agar dapat tetap eksis bersaing secara kompetitif. Berdasarkan observasi lapangan yang telah dilakukan, penulis mengamati bahwa kini perusahaan akan menambah fasilitas penunjang produksi yaitu mesin penggongsengan biji kopi (sangrai) sebanyak 2 (dua) unit. Kondisi susunan letak stasiun kerja pada lantai produksi awal pabrik tidak sesuai. Lintasan perpindahan material yang terjadi cukup panjang terutama dari proses penggongsengan biji kopi, pemasakan sampai penggilingan biji kopi. Lintasan aliran material yang

terjadi memperpanjang jarak tempuh sehingga menimbulkan waktu yang lama. Perusahaan pun kini akan menambah luas kebutuhan area pada departemen produksi akibat dari adanya penambahan 2 (dua) unit mesin penggongsengan biji kopi.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai pada penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui total momen perpindahan material yang terjadi dari *layout* awal dan alternatif perbaikan tata letak pabrik.
2. Untuk mengetahui *layout* yang dapat memberikan total momen perpindahan material yang terkecil.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Rancangan disesuaikan dengan keadaan lahan yang ada.
2. Adanya penambahan fasilitas penunjang produksi pada pabrik berupa 2 (dua) unit mesin penggongsengan biji kopi (sangrai).

- Hanya menggunakan frekuensi aliran perpindahan material.

2 Tinjauan Literatur

2.1 Definisi tata letak pabrik

tata letak pabrik adalah tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik dengan memanfaatkan luas area secara optimal guna menunjang kelancaran proses produksi [1]. F. E. Meyers mendefinisikan tata letak pabrik sebagai bagian terbesar dari suatu studi perancangan fasilitas (*facilities design*). *Facilities design* sendiri terdiri dari pengalokasian pabrik (*plant location*) dan perancangan gedung (*building design*) dimana sebagaimana diketahui bahwa antara tata letak pabrik (*plant layout*) dengan penanganan material (*material handling*) saling berkaitan erat [2].

a. Perancangan tata letak pabrik menggunakan Systematic Layout Planning

Untuk mendapatkan *block layout* yang baik diperlukan tahapan-tahapan perancangan tata letak pabrik secara sistematis. Tahapan-tahapan proses perancangan tata letak dapat dijabarkan mengikuti urutan kegiatan yang dikembangkan oleh Richard Muther, yaitu melalui pendekatan yang dikenal sebagai *Systematic Layout Planning* (SLP) [3].

Urutan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam SLP, yaitu [4]:

Langkah 1. Pengumpulan data masukan dan aktivitas

Langkah awal dalam perancangan tata letak adalah dengan melakukan pengumpulan data awal. Terdapat 3 (tiga) sumber data di dalam perencanaan tata letak, yaitu data rancangan produk, rancangan proses dan rancangan jadwal produksi [3].

Langkah 2. Analisis aliran material

Analisis aliran material merupakan analisis pengukuran kuantitatif untuk setiap gerakan perpindahan material di antara departemen-departemen atau aktivitas-aktivitas operasional. Dalam menganalisis aliran material ini sering digunakan peta atau diagram seperti peta aliran proses, diagram alir, peta proses produk banyak, *from to chart*, peta hubungan aktivitas dan peta perakitan [3].

Prosedur yang digunakan dalam pembentukan peta dari-ke antara lain [5]:

- Pengumpulan data yang dibutuhkan, antara lain:
- Pengolahan data dan pembentukan *travel chart*
- Penggambaran *layout* skematik
- Pemeriksaan efisiensi *layout*
- Proses *trial and error*

Langkah 3. Analisa Hubungan Aktifitas Kerja (*Activity Relationship Chart*)

Activity Relationship Chart (ARC) menampilkan keterkaitan antar area yang ada dalam menunjang aktivitas selama produk dibuat. Dengan ARC dapat ditentukan tingkat kedekatan antar proses satu dengan lainnya [4].

Langkah 4. Penyusunan Diagram Hubungan (*Relationship Diagram*)

Activity Relationship Diagram (ARD) pendekatan Muther yaitu penggambaran ARD dengan hubungan garis yang menunjukkan besarnya tingkat hubungan antara kegiatan yang satu dengan kegiatan yang lain. Adapun dasar ARD adalah dari ARC [4].

Langkah 5. Kebutuhan Ruang (*Space Requirement*)

Terdapat 3 (tiga) hal yang dapat dijadikan dasar untuk menentukan luas ruang yang dibutuhkan, yaitu tingkat produksi (*production rate*), peralatan yang dibutuhkan untuk proses produksi dan karyawan yang diperlukan [4].

Langkah 6. Ketersediaan Ruang (*Space Available*)

Dalam beberapa kasus tertentu, khususnya untuk problem *relayout* seringkali *layout* yang didesain harus disesuaikan dengan luas bangunan pabrik yang tersedia. Demikian juga untuk kasus yang lain dimana biaya serba terbatas, maka luas area yang bisa disediakan pun akansangat terbatas sekali [4].

Langkah 7. Pembuatan Diagram Hubungan Ruang (*Space Relationship Diagram*)

Dalam proses pembuatan *Space Relationship Diagram* ini yang perlu diperhatikan adalah mengevaluasi luas ruang yang dibutuhkan untuk semua aktivitas perusahaan dan ruang yang tersedia [4].

Langkah 8 dan 9. Modifikasi *Layout* berdasarkan Pertimbangan Praktis (*Modifying Constraints and Practical Limitation*)

Disini pertimbangan-pertimbangan praktis dibuat untuk modifikasi *layout* [4].

Langkah 10. Pembuatan Alternatif Tata Letak (*Develop Layout Alternatives*)

Develop Layout Alternatives dibuat berdasarkan *Space Relationship Diagram* dengan mempertimbangkan modifikasi dan berdasarkan pertimbangan praktis [5].

Langkah 11. Evaluasi (*Evaluation*)

Ada beberapa kriteria atau teknik-teknik yang dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif tata letak, yaitu perbandingan untung rugi, peringkat, analisis faktor dan perbandingan biaya [4-6].

2.3 Ukuran jarak *rectilinear*

Jarak *rectilinear* sering juga disebut jarak Manhattan yang merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Pengukuran dengan jarak *rectilinear* sering digunakan karena mudah perhitungannya, mudah dimengerti dan untuk beberapa masalah lebih sesuai, misalkan untuk menentukan jarak antar kota, jarak antar fasilitas dimana peralatan pemindahan bahan hanya dapat bergerak secara lurus [3].

3 Metodologi Penelitian

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Data primer

Adapun data primer yang dikumpulkan meliputi:

- Data bahan baku, bahan pembantu dan bahan penolong.
- Data mesin dan fasilitas penunjang produksi.
- Uraian proses produksi (*flow process chart*).
- Volume* produksi.
- Data hari kerja efektif.
- Luas dan jarak tiap departemen kerja.
- Frekuensi perpindahan material antar departemen kerja.

2. Data sekunder

Adapun data sekunder yang digunakan meliputi:

- Studi literatur yang diperoleh dari buku yang relevan dengan sistem perencanaan tata letak pabrik.
- Jurnal penelitian ilmiah yang relevan dengan topik penelitian.
- Sumber-sumber teoritis tentang perencanaan tata letak pabrik yang diperoleh *via* internet.
- Dokumen perusahaan berupa dokumen penjualan bubuk kopi dan pembelian fasilitas produksi.

4 Hasil Penelitian

4.1 Pengumpulan data

a) Data tenaga kerja dan hari kerja

Jumlah tenaga kerja produksi yang dipekerjakan adalah sebanyak 5 (lima) orang. Berdasarkan hasil wawancara terhadap pekerja, maka diperoleh jumlah hari kerja dalam 1 (satu) bulan adalah 25 hari/bulan dengan jam kerja 7 jam/hari.

b) Kapasitas produksi

Berdasarkan hasil wawancara terhadap pekerja, maka rata-rata produksi bubuk kopi berjumlah 1 ton/hari. Jika dikalkulasikan, maka perusahaan mampu memproduksi bubuk kopi sebanyak 25 ton/bulan.

c) Data bahan baku, tambahan dan penolong

Bahan baku utama yang diperlukan dalam proses pengolahan bubuk kopi adalah biji kopi sedangkan bahan tambahan yang digunakan adalah gula pasir, gula merah, garam dan vanili sebagai pewangi. Adapun bahan penolong yang digunakan adalah pelumas dan kayu bakar, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 *Bill of Material* (BOM) dalam pengolahan bubuk kopi (ukuran 5 kg)

No	Bahan Baku/ Tambahan/ Penolong	<i>Volume</i> Satuan	Satuan
1	Biji kopi	5	kg
2	Gula pasir	1/2	kg
3	Gula merah	1/2	kg
4	Garam	10	gram
5	Vanili	2	ons
6	Pelumas	0,2	liter
7	Kayu bakar	3	buah
	Jumlah Produk	1	pak

d) Data mesin dan peralatan

Mesin dan peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Mesin dan peralatan yang digunakan

No	Nama Mesin/Peralatan	Jumlah (unit)
1	Mesin penggerak	1
2	Mesin penghancur biji kopi	1
3	Mesin penggiling halus	1
4	Mesin penggiling kasar	1
5	Mesin penyangrai (<i>roaster</i>)	2
6	Mesin <i>packaging</i> (<i>seller</i>)	1
7	Tempat penampungan bubuk kopi	3
8	Kuali	3
9	Papan pendingin	3
10	Sekop	4
11	Kereta sorong	2

e) Proses produksi

Proses produksi pengolahan bubuk kopi dimulai dari bahan baku berupa biji kopi di gudang bahan baku. Langkah pertama yang dilakukan adalah

melakukan penyortiran terhadap biji kopi untuk kemudian dilakukan penjemuran. Setelah penjemuran dilakukan, maka selanjutnya biji kopi digongseng dengan menggunakan mesin *roaster*. Kemudian, hasil gongseng dibawa menuju kuah untuk dilakukan pemasakan. Proses pemasakan dilakukan dengan mencampur biji kopi dengan gula pasir, gula merah, garam dan vanili. Proses pemasakan berlangsung selama 1 (satu) jam. Setelah ini selesai, maka terlebih dahulu dilakukan proses pendinginan di papan pendingin. Selanjutnya, hasil pemasakan biji kopi dibawa ke mesin penghancur untuk dihancurkan karena hasil pemasakan masih dalam berbentuk gumpalan keras dan kasar. Setelah dihancurkan, maka kemudian dibawa ke mesin penggilingan kasar dan selanjutnya ke mesin penggilingan halus agar menjadi bubuk kopi. Selanjutnya bubuk kopi siap konsumsi dibawa ke mesin *packaging* untuk kemudian dilakukan pengemasan.

f) Frekuensi aliran perpindahan material

Frekuensi aliran perpindahan material merupakan uraian proses aliran perpindahan material yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Frekuensi aliran perpindahan material dijelaskan dalam bentuk suatu matriks keterkaitan. Dalam matriks keterkaitan, nilai 1 menunjukkan adanya aliran perpindahan material antara departemen i dan departemen j, sedangkan nilai 0 sebaliknya, tidak terjadi aliran perpindahan material yang dapat dilihat pada Tabel 3. Sedangkan Luas area tiap departemen kerja dapat dilihat pada Tabel 4.

i/j	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0	0	0	206	0	40	0	0	0
B	41	0	0	229	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	206	0	0	0	0	0	0	0	0
E	172	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	40	0	0
G	0	0	33	0	0	0	0	0	0
H	206	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 3 Matriks aliran perpindahan material Luas area tiap departemen kerja

4.2 Pengolahan Data

a Perhitungan momen perpindahan pada *block layout* awal

Perhitungan jumlah momen perpindahan dengan menggunakan *block layout* awal dilakukan dengan jumlah hari kerja sebanyak 300 hari kerja (setahun).

Contoh perhitungan yang terjadi pada departemen A ke departemen D adalah sebagai berikut:
Frekuensi aliran perpindahan material antar departemen/tahun

$$F = f \times t$$

$$F = 206 \text{ kali perpindahan} \times 300 \text{ hari}$$

$$F = 61.800 \text{ perpindahan/tahun}$$

Perhitungan jumlah momen perpindahan material/tahun

$$Mo = F \times d$$

$$Mo = 61.800 \text{ perpindahan/tahun} \times 6,5 \text{ m}$$

$$Mo = 401.700 \text{ m perpindahan/tahun}$$

Tabel 4 Luas area tiap departemen kerja

Dep	Keterangan	Ukuran (m)		Luas (m ²)
		P	L	
A	Produksi	7	5	35
B	Gudang bahan baku	5	3	15
C	Area barang jadi	5	4	20
D	Tempat pemasakan	5	4	20
E	Tempat penjemuran biji kopi	7	5	35
F	Tempat penampungan bubuk kopi	3	3	9
G	Pengemasan bubuk kopi	2	2	4
H	Tempat penumpukan kayu bakar	3	2	6
I	Kamar mandi	2	2	4
Total				148

b Perhitungan momen perpindahan pada *block layout* awal

Perhitungan jumlah momen perpindahan dengan menggunakan *block layout* awal dilakukan dengan jumlah hari kerja sebanyak 300 hari kerja (setahun).

Contoh perhitungan yang terjadi pada departemen A ke departemen D adalah sebagai berikut:

Frekuensi aliran perpindahan material antar departemen/tahun

$$F = f \times t$$

$$F = 206 \text{ kali perpindahan} \times 300 \text{ hari}$$

$$F = 61.800 \text{ perpindahan/tahun}$$

Perhitungan jumlah momen perpindahan material/tahun

$$Mo = F \times d$$

$$Mo = 61.800 \text{ perpindahan/tahun} \times 6,5 \text{ m}$$

$$Mo = 401.700 \text{ m perpindahan/tahun}$$

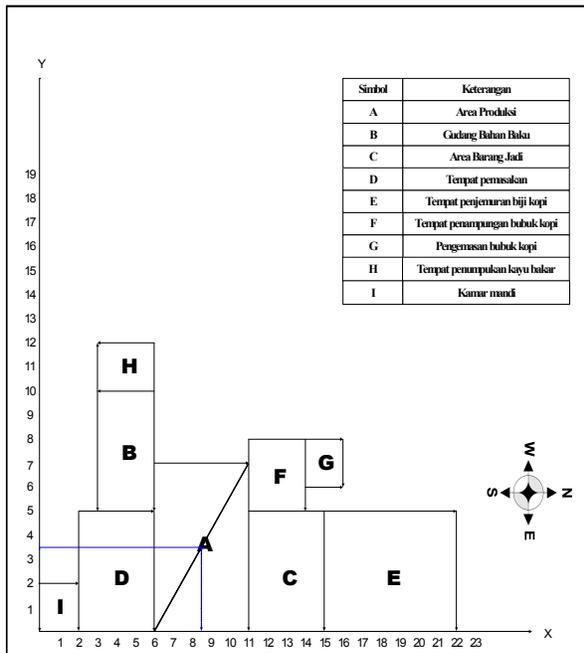
Jumlah momen perpindahan material/tahun pada *block layout* awal dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah momen perpindahan material/tahun pada *block layout* awal

Dari-ke	Perpindahan per hari (f)	Jumlah Hari Kerja (t)	Frekuensi Aliran antar Dep/tahun $F = f \times t$	Jarak (m)	Jlh Momen Perpindahan/tahun $(Mo = F \times d)$ (m)
A-D	206	300	61.800	6,5	401.700
A-F	40	300	12.000	6	72.000
B-A	41	300	12.300	10	123.000
B-D	229	300	68.700	16,5	1.133.550
D-A	206	300	61.800	6,5	401.700
E-A	172	300	51.600	14	722.400
F-G	40	300	12.000	3	36.000
G-C	33	300	9.900	5,5	54.450
H-A	206	300	61.800	5,5	339.900
Total					3.284.700

c Perancangan tata letak dengan SLP

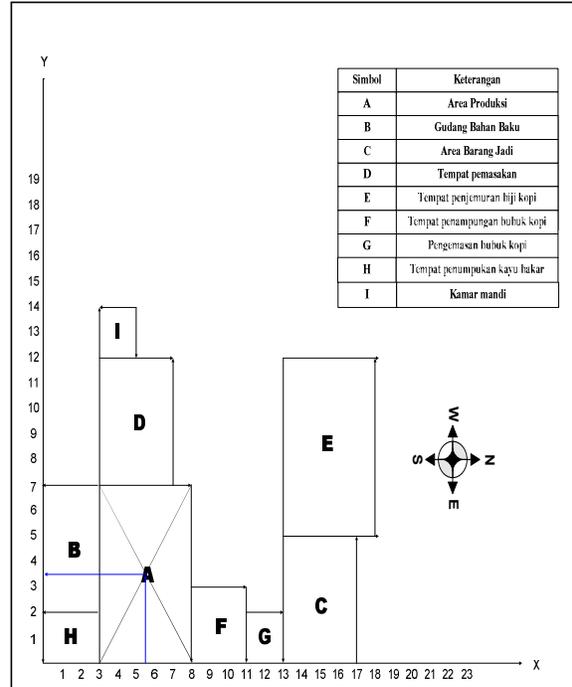
Dengan menggunakan metode SLP, maka didapatkan hasil alternatif *layout* yang mempunyai total momen yang lebih minimum dari hasil total momen awal. *Block layout* alternatif I dapat dilihat pada Gambar 1. dan *Block layout* alternatif II dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 *Block layout* alternatif I

Penentuan titik koordinat tiap departemen dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Buat garis diagonal untuk tiap departemen kerja.
2. Perpotongan garis diagonal menjadi titik pusat koordinat departemen.



Gambar 3. *Block layout* alternatif II

Perhitungan jumlah momen perpindahan hasil rancangan dengan SLP dilakukan untuk kedua *block layout* alternatif. Perhitungan jumlah momen perpindahan dilakukan dengan jumlah hari kerja sebanyak 300 hari kerja (setahun).

Alternatif I

Contoh perhitungan yang terjadi pada departemen A ke departemen D adalah sebagai berikut:

Frekuensi aliran perpindahan material antar departemen/tahun

$$F = f \times t$$

$$F = 206 \text{ kali perpindahan} \times 300 \text{ hari}$$

$$F = 61.800 \text{ perpindahan/tahun}$$

Perhitungan jumlah momen perpindahan material/tahun

$$Mo = F \times d$$

$$Mo = 61.800 \text{ perpindahan/tahun} \times 5,5 \text{ m}$$

$$Mo = 339.900 \text{ m perpindahan/tahun}$$

Alternatif II

Contoh perhitungan yang terjadi pada departemen A ke departemen D adalah sebagai berikut:

Frekuensi aliran perpindahan material antar departemen/tahun

$$F = f \times t$$

$$F = 206 \text{ kali perpindahan} \times 300 \text{ hari}$$

$$F = 61.800 \text{ perpindahan/tahun}$$

Perhitungan jumlah momen perpindahan material/tahun

$$Mo = F \times d$$

$$Mo = 61.800 \text{ perpindahan/tahun} \times 5,5 \text{ m}$$

$$Mo = 339.900 \text{ m perpindahan/tahun}$$

Jumlah momen perpindahan material/tahun pada *block layout* alternatif I dan alternatif II dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6 Jumlah momen perpindahan material/tahun pada *block layout* alternatif I

Dari-ke	Perpindahan per hari (f)	Jumlah Hari Kerja (t)	Frekuensi Aliran antar Dep/tahun $F = f \times t$	Jarak (m)	Jumlah Momen Perpindahan/tahun ($Mo = F \times d$) (m)
A-D	206	300	61.800	5,5	339.900
A-F	40	300	12.000	7	84.000
B-A	41	300	12.300	8	98.400
B-D	229	300	68.700	5,5	377.850
D-A	206	300	61.800	5,5	339.900
E-A	172	300	51.600	9	464.400
F-G	40	300	12.000	3	36.000
G-C	33	300	9.900	6,5	64.350
H-A	206	300	61.800	11,5	710.700
Total					2.515.500

Tabel 7 Jumlah momen perpindahan material/tahun pada *block layout* alternatif I

Dari-ke	Perpindahan per hari (f)	Jumlah Hari Kerja (t)	Frekuensi Aliran antar Dep/tahun $F = f \times t$	Jarak (m)	Jumlah Momen Perpindahan/tahun ($Mo = F \times d$) (m)
A-D	206	300	61.800	5,5	339.900
A-F	40	300	12.000	2	24.000
B-A	41	300	12.300	3	36.900
B-D	229	300	68.700	8,5	583.950
D-A	206	300	61.800	5,5	339.900
E-A	172	300	51.600	15	774.000
F-G	40	300	12.000	2	24.000
G-C	33	300	9.900	4,5	44.550
H-A	206	300	61.800	6,5	401.700
Total					2.568.900

4.3 Pembahasan**1. Kondisi aktual pada *layout* awal**

Berdasarkan hasil observasi lapangan, maka ditemukan bahwa kondisi susunan letak stasiun kerja pada lantai produksi awal pabrik tidak sesuai. Lintasan perpindahan material yang terjadi cukup panjang terutama dari proses penggongsengan biji kopi, pemasakan sampai penggilingan biji kopi. Lintasan aliran

material yang terjadi memperpanjang jarak tempuh sehingga menimbulkan waktu yang lama. Salah satu contoh yang terjadi pada *layout* awal adalah dep. A (produksi) dan dep. B (gudang bahan baku) yang memiliki jarak cukup jauh yaitu 10 m. Hal ini kurang sesuai karena dep. A dan dep. B seharusnya berdekatan karena derajat hubungan kerja yang saling berhubungan, artinya bahan baku yang dibutuhkan berupa minyak solar langsung dibawa ke area produksi. Pada *layout* awal pabrik jumlah total momen perpindahan material/tahun yang terjadi mencapai 3.284.700 m/tahun.

2. Kondisi hasil rancangan (*layout* alternatif I)

Pada kondisi *layout* rancangan alternatif I, sebagian departemen mengalami pengurangan jarak. Hal ini disebabkan oleh hasil analisa dari diagram hubungan aktivitas. Sebagai contoh, jarak antara dep. A (produksi) ke dep. D (tempat pemasakan) mengalami pengurangan jarak tempuh dari kondisi awal 6,5 m menjadi 5,5 m sehingga jumlah momen perpindahan material pun ikut mengalami pengurangan dari 401.700 m menjadi 339.900 m. Pada *layout* alternatif I, jumlah momen perpindahan material yang terjadi mencapai 2.515.500 m/tahun.

3. Kondisi hasil rancangan (*layout* alternatif II)

Layout alternatif II juga mengalami pengurangan jarak tempuh seperti yang terjadi pada *layout* alternatif I. Hasil analisa dari diagram hubungan aktivitas membuat perubahan terhadap letak tiap departemen sesuai dengan tingkat hubungan/keterkaitan yang terjadi. Pada *layout* alternatif II, jarak antara dep. F (tempat penampungan bubuk kopi) dan dep. G (pengemasan bubuk kopi) mengalami pengurangan jarak tempuh dari kondisi awal 3 m menjadi 2 m sehingga jumlah momen perpindahan material yang terjadi juga ikut mengalami pengurangan dari kondisi awal 36.000 m menjadi 24.000 m. Pada *layout* alternatif II, jumlah momen perpindahan material yang terjadi mencapai 2.568.900 m/tahun.

5 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh, yaitu:

1. Besar total momen perpindahan material yang terjadi dari *layout* awal mencapai 3.284.700 m/tahun, pada *layout* alternatif I mencapai 2.515.500 m/tahun dan pada *layout* alternatif II mencapai 2.568.900 m/tahun.
2. Dari ketiga *layout*, maka *layout* yang memberikan total momen perpindahan material yang terkecil adalah *layout* alternatif I.

Daftar Pustaka

- [1]. Wignjosuebrotto, S., 2003, *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan: Edisi Ketiga : Cetakan Ketiga*, Guna Widya. Surabaya.
- [2]. Meyers, F.E., 1993, *Plant Layout and Material Handling*, New Jersey, Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- [3]. Purnomo, Hari., 2004, *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*, Edisi Pertama, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- [4]. Hendri, 2010, *Perencanaan Tata Letak Pabrik, Modul 10 PTLP secara sistematis*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Mercu Buana Jakarta.
- [5]. Sitanggang N Dameyanti., 2009, *Perancangan Ulang Tata Letak Menggunakan Travel Chart pada Bagian Produksi di PT. Cahaya Kawi Ultra Polyintraco*, Laporan Tugas Akhir Departemen Teknik Industri Universitas Sumatera Utara, Diakses dari:
- [6]. [Http://www.repository.usu.ac.id/bitstream/.../3/09E00890.pdf.txt](http://www.repository.usu.ac.id/bitstream/.../3/09E00890.pdf.txt).