

# **RELAYOUT FASILITAS PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA BLOCPAN**

**Evi Febianti, Lely Herlina dan Febrina Khoiriah**

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

*evifebianti@yahoo.com*

## **ABSTRAK**

Pengaturan tata letak fasilitas akan memperoleh performansi produksi berjalan produktif. Relayout fasilitas ini diterapkan pada bagian produksi sebuah Usaha Kecil Menengah (UKM) yang bergerak di bidang pengolahan makanan. Permasalahan yang sering terjadi adalah ketidakteraturan proses pemindahan aliran bahan baku dan jarak antar stasiun dibagian produksi. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan usulan perbaikan tata letak fasilitas dengan meminimasi ongkos material handling. Pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan bantuan software Blocplan. Hasil pengolahan data memperoleh total ongkos material handling per hari adalah sebesar Rp 292.323,360, serta hasil pengolahan data dengan Blocplan menunjukkan pengurangan total ongkos material handling sebesar Rp 144.364,403 atau terjadi penurunan sebesar 49,38%.

**Kata Kunci** : relayout, material handling, stasiun kerja, fasilitas, Blocplan

## **ABSTRACT**

*Arrangements the layout of facilities obtain the performance of the production have productive. Relayout facility is applied to the production of a Usaha Kecil Menengah (UKM) engaged in food processing. The problems common is irregularity process of moving the flow of raw materials and the distance between stations production section. This study aims to provide the proposed improvements to the facility layout minimizing material handling costs. Data processing is done using software Blocplan. The results of data processing obtained the total material handling cost per day is Rp 292,323,360, and the results of data processing with Blocplan shows the total reduction in material handling cost of Rp 144,364,403 or a decline of 49.38%.*

**Keyword** : relayout, material handling, work stations, facility, Blocplan

## **1. Pendahuluan**

Tata letak pabrik didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran produksi [1]. Tujuan utama dari adanya tata letak pabrik ialah mengatur area kerja dan fasilitas untuk menunjang produksi yang ekonomis pada kegiatan proses produksi. Tata letak yang baik adalah tata letak yang memiliki jarak perpindahan material (*material handling*) yang minimum. Sistem *material handling* yang kurang teratur akan menjadi masalah dan akan mengganggu jalannya proses produksi jika tidak ditangani dengan baik yang pada akhirnya akan menyebabkan pengaruh pada sistem secara keseluruhan. Jarak *material handling* yang minimum akan memperkecil waktu penyelesaian produk dan mengurangi biaya *material handling* yang pada akhirnya akan mengurangi biaya produksi. [2]. Penelitian ini diterapkan pada salah satu Usaha Kecil Menengah (UKM) yang bergerak di bidang pengolahan makanan. Berdasarkan pengamatan awal yang telah dilakukan, selama proses produksi para pekerja seringkali mengalami beberapa hambatan. Salah satu hambatan yang sering dialami adalah proses pemindahan aliran bahan yang berpotongan dikarenakan tata letak mesin atau ruang produksi yang kurang teratur. Ini seringkali menyebabkan proses produksi terganggu. Selain itu juga jarak antar stasiun akan mempengaruhi ongkos *material handling*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah memberikan usulan perbaikan tata letak pabrik untuk rantai produksi dengan fungsi tujuan meminimasi ongkos *material handling*. Sehingga diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan masukan kepada pihak UKM khususnya dalam merencanakan ulang tata letak pabrik yang lebih efektif.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Definisi Tata Letak Pabrik

Tata letak secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi pada suatu produksi [2]. Perancangan tata letak meliputi pengaturan tata letak fasilitas operasi dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk penempatan mesin-mesin, bahan-bahan, perlengkapan untuk operasi, personalia dan semua peralatan serta fasilitas yang digunakan dalam proses produksi. Perancangan tata letak juga harus menjamin kelancaran aliran bahan-bahan, penyimpanan bahan, baik bahan baku, bahan setengah jadi maupun produk-produk jadi. Pengaturan tata letak pabrik yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi sehingga kapasitas dan kualitas produksi yang direncanakan dapat dicapai dengan tingkat biaya yang paling ekonomis. Perencanaan fasilitas merupakan rancangan dari fasilitas-fasilitas industri yang akan didirikan atau dibangun. Di dunia industri perencanaan fasilitas dimaksudkan sebagai sarana untuk perbaikan *layout* fasilitas, digunakan dalam penanganan material (*material handling*) dan untuk menentukan peralatan dalam proses produksi. Ada dua hal pokok dalam perencanaan fasilitas yaitu, berkaitan dengan perencanaan lokasi pabrik (*plant location*) dan perancangan fasilitas produksi yang meliputi perancangan sistem penanganan material.

### 2.2 Material Handling

Proses *material handling* adalah satu hal penting dalam perencanaan dalam perencanaan tata letak pabrik produksi, karena aktivitas ini akan menentukan hubungan antara satu fasilitas produksi dengan fasilitas yang lainnya. Berdasarkan perumusan yang dibuat *American Material Handling Society* (AMHS), *material handling* dapat dinyatakan sebagai seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pembungkusan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), sekaligus pengendalian (*controlling*) dari bahan [1]. Selain itu juga *material handling* dapat didefinisikan sebagai seni dan ilmu pengetahuan dari perpindahan, penyimpanan, perlindungan dan pengawasan material [2]. Perencanaan *material handling* penting sekali untuk dipelajari karena kenyataan yang ada menunjukkan bahwa biaya *material handling* menyerap sebagian besar biaya produksi. Tujuan utama dari perencanaan *material handling* adalah untuk mengurangi biaya produksi. Selain itu, *material handling* sangat berpengaruh terhadap operasi dan perancangan fasilitas yang diimplementasikan.

### 2.3 Algoritma Blocplan

Algoritma *Blocplan* termasuk *hybrid algorithm*, yang merupakan hasil konstruksi dan pengembangan algoritma yang telah ada. Algoritma ini merupakan sistem perancangan tata letak pabrik yang dikembangkan oleh Donaghey dan Pire pada departemen Teknik Industri, Universitas Houston. Program ini membuat dan mengevaluasi tipe-tipe tata letak dalam merespon data masukan. *Blocplan* dapat menggunakan data kualitatif dan data kuantitatif dalam menyelesaikan *problem layout*. *Software blocplan* akan menampilkan analisis *layout* jika pengguna menggunakan pilihan *analysis* pada tiap-tiap *layout* [3]. Analisis *layout* akan menampilkan beberapa informasi mengenai hasil pengolahan data yang telah dilakukan *software*. Yang pertama akan ditampilkan adalah hasil titik tengah departemen yang baru, panjang dan lebar departemen, serta rasio perbandingan dari panjang dan lebar departemen. Selanjutnya adalah analisa *layout* berdasarkan *relationship chart*. Nilai kedekatan antar departemen yang dapat terpenuhi oleh *software* akan ditampilkan dalam huruf besar. Sebaliknya jika nilai kedekatan antar departemen tidak dapat terpenuhi oleh *software*, maka nilainya akan ditampilkan dalam huruf kecil. Perhitungan yang dilakukan adalah menghitung *R-score* dari masing-masing *layout* dengan *layout* terbaik adalah dengan *R-score* yang paling besar. Nilai *Rscore* adalah antara 0 dan 1 ( $0 \leq R\text{-score} \leq 1$ ) [4]. Dengan *R-score* merupakan normalisasi dari nilai *rel-dist score* :

$$R\text{ Score} = 1 - \{(Rel.\text{dist} - \text{lower bound}) / (\text{Upper Bound} - \text{Lower Bound})\} \quad (1)$$

$$Rel\text{-dist Score} = \sum R_{ij} \text{ dij} \quad (2)$$

$R_{ij}$  merupakan nilai hubungan kedekatan antara fasilitas  $i$  dan  $j$  dan  $d_{ij}$  yang merupakan jarak antara fasilitas  $i$  dan  $j$ . Perhitungan jarak dengan euclidian. Misal suatu perusahaan memiliki 6 departemen. Matriks jarak antar departemen merupakan hasil perhitungan jarak antar tiap departemen. Matriks tersebut akan menghasilkan 21 nilai yang diurutkan dari rendah ke tinggi.

$$D = D_1, D_2, \dots, D_{21} \quad (3)$$

D1 menunjukkan nilai jarak antar departemen yang paling rendah dan D<sub>20</sub> menunjukkan nilai jarak departemen yang paling tinggi. Matriks nilai *relationship chart* merupakan nilai *relationship chart* antara tiap departemen. Matriks tersebut akan menghasilkan 21 nilai yang diurutkan dari rendah ke tinggi.

$$S = S_1, S_2, \dots, S_{20} \quad (4)$$

S1 menunjukkan nilai *relationship chart* yang paling rendah dan S20 menunjukkan nilai *relationship chart* yang paling tinggi.

$$\text{Lower Bound} = D_{20}S_1 + D_{19}S_2 + \dots + D_1S_{20} \quad (5)$$

Dengan pengertian, nilai D tertinggi dikalikan dengan nilai S terendah kemudian nilai D tertinggi selanjutnya dikalikan dengan nilai S terendah selanjutnya, demikian seterusnya.

$$\text{Upper Bound} = D_1S_1 + D_2S_2 + \dots + D_{20}S_{20} \quad (6)$$

Dengan pengertian, nilai D terendah dikalikan dengan nilai S terendah kemudian nilai D terendah selanjutnya dikalikan dengan nilai S terendah selanjutnya, demikian seterusnya.

Untuk perhitungan *adjacency score* adalah sebagai berikut :

$$\text{Adj. Score} = \frac{\sum R_{ij} D_{ij}}{\sum R_{ij}} \quad (7)$$

$D_{ij}$  = bernilai 1 jika fasilitas  $i$  dan  $j$  bersinggungan, bernilai 0 jika sebaliknya.

Untuk menentukan jarak *euclidian* fasilitas satu dengan fasilitas lainnya menggunakan formula sebagai berikut [5]:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (8)$$

Dengan :

$x_i$  = koordinat  $x$  pada pusat fasilitas  $i$

$y_i$  = koordinat  $y$  pada pusat fasilitas  $i$

$d_{ij}$  = jarak antara pusat fasilitas  $i$  dan  $j$

### 3. Metodologi Penelitian

Tahapan metodologi dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### A. Perancangan *lay out* awal

Dilakukan dengan cara menentukan *Activity Relationship Chart* (ARC) dan menentukan *From To Chart*

#### B. Penentuan luas stasiun kerja

Dilakukan dengan cara menentukan titik tengah *lay out* awal dan perhitungan jarak awal.

#### C. Perhitungan total ongkos *Material Handling* Awal

#### D. Perancangan *lay out* dengan menggunakan *Software Blocplan*.

E. Setelah dilakukan perhitungan secara awal kemudian dilakukan perhitungan secara usulan mulai dari Penentuan luas stasiun usulan, Perancangan *lay out* usulan, serta perhitungan total ongkos *Material Handling* usulan

#### F. Perancangan usulan pembuatan meja dan kursi pada stasiun kerja pengisian

### 4. Analisis Data Dan Pembahasan

Data yang dikumpulkan berupa tata letak awal, data aliran perpindahan bahan, proses produksi dan ongkos *material handling*.

#### 4.1 Luas Stasiun Kerja

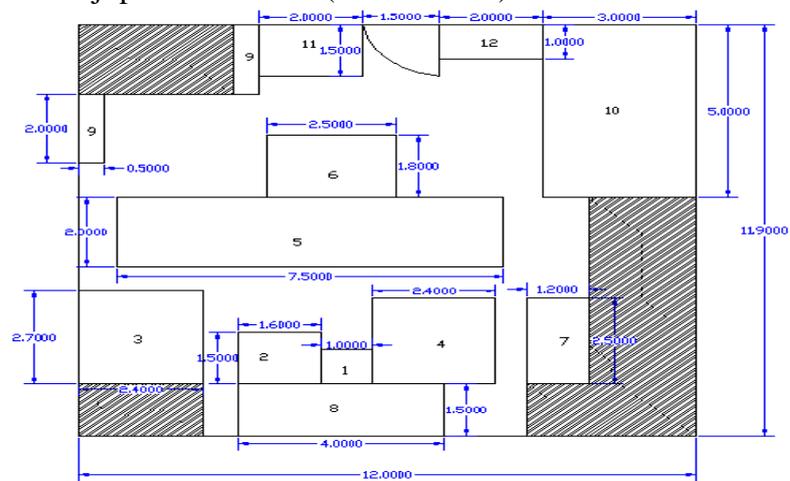
Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh luas untuk masing-masing stasiun kerja tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas Stasiun Kerja

No	Stasiun	Jumlah	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Storage	1	1	1	1
2	Pencampuran	1	1,6	1,5	22,4
3	Penggilingan	2	2,7	1,2	6,48
4	Pemotongan	2	2,5	1,2	6
5	Pengisian	1	7,5	2	15
6	Pencetakan	3	2,5	0,6	4,5
7	Pemipihan	1	2,5	1,2	3
8	Penggorengan	1	4	1,5	6
9	Pengovenan	2	2	0,5	2
10	Pendinginan	1	5	3	15
11	Pengepakan	1	2	1,5	3
12	Warehouse	1	2	1	2
Total					<b>66,38</b>

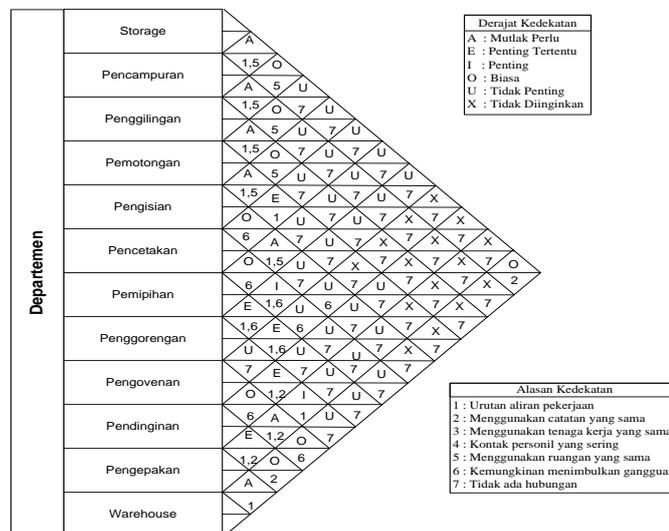
#### 4.2 Lay Out Awal

Lay Out awal tersaji pada Gambar 1 (satuan mater).



Gambar 1. Lay Out Awal

#### 4.3 Activity Relationship Chart (ARC)



Gambar 2. Activity Relationship Chart (ARC)

Untuk tiap derajat kedekatan yang ditampilkan dalam bentuk ARC, data tersebut didapatkan dari hasil wawancara dengan pemilik dan beberapa orang karyawan yang tersaji pada Gambar 2. Dari ARC dapat diketahui, misal bahwa dari *Storage* ke Pencampuran memiliki derajat kedekatan A yang berarti mutlak perlu didekatkan dengan alasan kedekatan berdasarkan urutan pekerjaan dan penggunaan ruang yang sama.

#### 4.4. From To Chart

*From To Chart* ini merupakan peta yang menunjukkan frekuensi perpindahan material yang dialami selama proses produksi dan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. *From To Chart*

From \ To	Storage	Pencampuran	Penggilingan	Pemotongan	Pengisian	Pencetakan	Pemipihan	Penggorengan	Pengovenan	Pendinginan	Pengepakan	Warehouse
Storage		8										
Pencampuran			8									
Penggilingan				8		4						
Pemotongan					2							
Pengisian							10					
Pencetakan								5	3			
Pemipihan								5	10			
Penggorengan										20		
Pengovenan											12	
Pendinginan											15	
Pengepakan												10
Warehouse												

Dari Tabel 2 diketahui bahwa frekuensi perpindahan material dari *Storage* ke stasiun Pencampuran adalah sebanyak 8 kali per jam kerja yaitu dari jam 07.00 – 17.00.

#### 4.5 Penentuan Titik Tengah Layout Awal

Perhitungan titik tengah awal pada setiap stasiun kerja ini diketahui dari *layout* awal yang menggunakan *software AutoCad*, dengan titik awal (0,0). Hal ini dilakukan untuk menghitung jarak antar stasiun kerja.

Tabel 3. Koordinat Titik Tengah Layout Awal

No	Stasiun Kerja	X (m)	Y (m)
1	Storage	4,4	2
2	Pencampuran	3,2	2,25
3	Penggilingan	1,2	4,2
4	Pemotongan	6,2	2,75
5	Pengisian	6,15	5,9
6	Pencetakan	5,25	7,65
7	Pemipihan	9,3	2,75
8	Penggorengan	4,4	0,75
9	Pengovenan	1,56	2,75
10	Pendinginan	10,95	9,4
11	Pengepakan	4,5	11,15
12	Warehouse	8	11,4

#### 4.6 Perhitungan Jarak Awal

Jarak yang dihitung adalah jarak antar departemen yang memiliki kedekatan urutan berdasarkan *from-to chart*. Rumus jarak yang digunakan adalah jarak *euclidian*. Untuk menghitung jarak akan digunakan titik tengah yang telah diperoleh sebelumnya dan tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Jarak Layout Awal

No	Dari	Ke	Jarak (m)
1	<i>Storage</i>	Pencampuran	1,226
2	Pencampuran	Penggilingan	2,793
3	Penggilingan	Pemotongan	5,206
4	Penggilingan	Pencetakan	5,32
5	Pemotongan	Pengisian	3,15
6	Pengisian	Pemipihan	4,455
7	Pencetakan	Penggorengan	6,952
8	Pencetakan	Pengovenan	6,134
9	Pemipihan	Penggorengan	5,292
10	Pemipihan	Pengovenan	7,74
11	Penggorengan	Pendinginan	10,85
12	Pengovenan	Pengepakan	8,9
13	Pendinginan	Pengepakan	6,683
14	Pengepakan	<i>Warehouse</i>	3,509
TOTAL			78,21

#### 4.7 Perhitungan Total Ongkos Material Handling Awal

Untuk perhitungan OMH/meter yaitu diasumsikan upah tenaga kerja satu bulan adalah Rp. 900.000 dengan satu bulan adalah 30 hari. Jarak *material handling* dalam satu kali periode kerja adalah 78,21 meter. Maka diperoleh ongkos *material handling* per hari sebesar Rp. 383,583. Berdasarkan jarak antara stasiun kerja fasilitas produksi awal, besarnya aliran produksi (frekuensi) dan ongkos *material handling* per meter, maka total ongkos *material handling* dapat diketahui dengan mengalikan jarak, besarnya frekuensi dan ongkos *material handling* per meter tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Total Ongkos *Material Handling* Awal

No	Dari	Ke	Jarak (m)	Frekuensi	Jarak Total (m)	OMH/hari (Rp)	Total OMH(Rp)
1	<i>Storage</i>	Pencampuran	1,226	8	9,808	383,583	3.762,179
2	Pencampuran	Penggilingan	2,793	8	22,344	383,583	8.570,771
3	Penggilingan	Pemotongan	5,206	8	41,648	383,583	15.975,451
4	Penggilingan	Pencetakan	5,32	4	21,280	383,583	8.162,639
5	Pemotongan	Pengisian	3,15	2	6,300	383,583	2.416,571
6	Pengisian	Pemipihan	4,455	10	44,550	383,583	17.088,608
7	Pencetakan	Penggorengan	6,952	5	34,760	383,583	13.333,33
8	Pencetakan	Pengovenan	6,134	3	18,402	383,583	7.058,688
9	Pemipihan	Penggorengan	5,292	5	26,460	383,583	10.148,597
10	Pemipihan	Pengovenan	7,74	10	77,400	383,583	29.688,298
11	Penggorengan	Pendinginan	10,85	20	217,000	383,583	83.237,438
12	Pengovenan	Pengepakan	8,9	12	106,800	383,583	40.966,628
13	Pendinginan	Pengepakan	6,683	15	100,245	383,583	38.452,244
14	Pengepakan	<i>Warehouse</i>	3,509	10	35,090	383,583	13.459,916
TOTAL			78,21		762,087		292.323,360

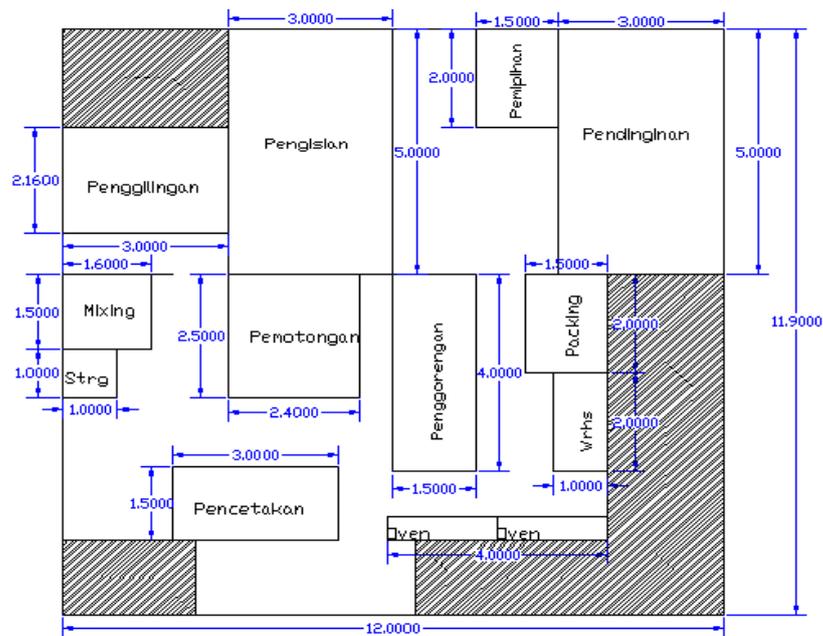
#### 4.8 Perancangan *Layout* dengan menggunakan *Software Blocplan*

Hasil dari pengolahan data menggunakan *software Blocplan* memperoleh 5 *layout* usulan, yang tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. *Ranking Score*

<i>Layout</i>	<i>Adj. Score</i>	<i>Rel-Dist Score</i>	<i>Prod Movement</i>
1	0,69-4	0,68-4 - 596-4	0-1
2	0,76-3	0,80-3 - 877-2	0-2
3	0,87-2	0,82-2 - 932-1	0-3
4	0,91-1	0,83-1 - 828-3	0-4
5	0,56-5	0,66-5 - 554-5	0-5

Dari hasil *ranking score* pada Tabel 6, maka dipilih *layout* yang memiliki nilai *R Score* terbesar atau mendekati 1, yaitu *layout* 4 dengan *score* 0,83. *Output* berupa *layout* dari *software blocplan* yang kemudian dilakukan penyesuaian sesuai dengan kondisi perusahaan. Berikut adalah *layout* usulan berdasarkan hasil *software Blocplan* tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. *Layout* usulan berdasarkan hasil *software Blocplan*

#### 4.9 Titik Tengah *Layout* Usulan

Titik tengah *layout* usulan yang diperoleh dari *software Blocplan*, tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Titik Tengah *Layout* Usulan

No	Stasiun Kerja	X	Y
1	Storage	0,54	0,46
2	Pencampuran	0,5	2,11
3	Penggilingan	0,67	5,72
4	Pemotongan	2,27	2,11
5	Pengisian	2,89	5,72
6	Pencetakan	3,53	0,46
7	Pemipihan	4,74	5,72
8	Penggorengan	4,79	2,11
9	Pengovenan	7,06	0,46
10	Pendinginan	6,6	5,72
11	Pengepakan	6,68	2,11
12	Warehouse	7,73	2,11

#### 4.10 Perhitungan Jarak *Layout* Usulan

Perhitungan jarak berdasarkan *layout* usulan menggunakan jarak *euclidian*, tersaji pada Tabel 8.

Tabel 8. Jarak *Layout* Usulan

No	Dari	Ke	Jarak (m)
1	<i>Storage</i>	Pencampuran	1,65
2	Pencampuran	Penggilingan	3,614
3	Penggilingan	Pemotongan	3,949
4	Penggilingan	Pencetakan	5,987
5	Pemotongan	Pengisian	3,663
6	Pengisian	Pemipihan	1,85
7	Pencetakan	Penggorengan	2,076
8	Pencetakan	Pengovenan	3,53
9	Pemipihan	Penggorengan	3,61
10	Pemipihan	Pengovenan	5,749
11	Penggorengan	Pendinginan	4,038
12	Pengovenan	Pengepakan	1,693
13	Pendinginan	Pengepakan	3,611
14	Pengepakan	<i>Warehouse</i>	1,05
<b>TOTAL</b>			46,071

#### 4.11 Perhitungan Ongkos *Material Handling* Usulan

Setelah mendapatkan jarak usulan dari *layout* usulan, maka diperoleh ongkos *material handling* usulan, yang terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan Total Ongkos *Material Handling* Usulan

No	Dari	Ke	Jarak (m)	Frekuensi	Jarak Total (m)	OMH/m (Rp)	Total OMH (Rp)
1	<i>Storage</i>	Pencampuran	1,650	8	13,200	383,583	5.063,219
2	Pencampuran	Penggilingan	3,614	8	28,912	383,583	11.090,142
3	Penggilingan	Pemotongan	3,949	8	31,592	383,583	12.118,143
4	Penggilingan	Pencetakan	5,987	4	23,948	383,583	9.186,038
5	Pemotongan	Pengisian	3,663	2	7,326	383,583	2.810,127
6	Pengisian	Pemipihan	1,850	10	18,500	383,583	7.096,279
7	Pencetakan	Penggorengan	2,076	5	10,380	383,583	3.981,588
8	Pencetakan	Pengovenan	3,530	3	10,590	383,583	4.062,140
9	Pemipihan	Penggorengan	3,610	5	18,050	383,583	6.923,667
10	Pemipihan	Pengovenan	5,749	10	57,490	383,583	22.052,167
11	Penggorengan	Pendinginan	4,038	20	80,760	383,583	30.978,136
12	Pengovenan	Pengepakan	1,693	12	20,316	383,583	7.792,865
13	Pendinginan	Pengepakan	3,611	15	54,165	383,583	20.776,755
14	Pengepakan	<i>Warehouse</i>	1,05	10	10,500	383,583	4.027,618
<b>TOTAL</b>			46,07		385,74		147.958,957

Untuk lebih singkatnya, besarnya penurunan jarak dan ongkos *material handling* tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi *Layout* Awal dan *Layout* Usulan

	Total Jarak	Total OMH
<i>Layout</i> Awal	78,21 m	Rp292.323,360
<i>Layout</i> Usulan	46,07 m	Rp.147.958,957
Selisih	32,14 m	Rp144.364,403
Persentase	41,09%	49,38%

## 5. Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan yaitu berdasarkan pengolahan data menggunakan algoritma *blocplan*, diperoleh *layout* usulan untuk lantai produksi dengan total OMH awal sebelum dilakukan perbaikan adalah sebesar Rp 292.323,360 per hari. Sedangkan untuk total OMH usulan yaitu sebesar Rp 147.958,957 per hari. Besarnya penurunan total OMH ini adalah Rp 144.364,403 per hari atau sebesar 49,38%.

## 6. Daftar Pustaka

- [1]. Wignjosoebroto, S. 1996. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Guna Widya. Surabaya.
- [2]. Purnomo, H. 2004. *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [3]. Donaghey, C. 2008. *Developing Facility Layouts with BLOCPLAN for Windows*. University of Houston. Texas.
- [4]. Sukmana, D. 2006. *Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas pada PT. Segatama Lestari*. Tugas Akhir. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- [5]. Heragu, S.S. 2006. *Facilities Design Second Edition*. University of Louisville. United States of America.