

Optimalisasi Tata Letak Fasilitas untuk Mengurangi Biaya Penanganan Material dengan ARC dan BLOCPLAN 90 di CV. ABC

Optimizing Facility Layout to Minimize Material Handling Costs Using ARC and BLOCPLAN 90 at CV. ABC

Dwi Suryanto¹, Franka Hendra^{2*}, Supriyono³, Niera Feblidiyanti⁴

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan

E-mail: dosen01309@unpam.ac.id, dosen01508@unpam.ac.id, dosen01509@unpam.ac.id,
dosen02275@unpam.ac.id

Abstrak

CV. ABC merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang makanan yaitu produk coklat batang. Permasalahan yang terjadi di perusahaan ini adalah rantai produksi yang tidak satu alur dan berjauhan setiap departemen yang dapat menyebabkan tidak optimalnya produksi pada perusahaan tersebut. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui usulan tata letak pada perusahaan tersebut agar dapat meminimumkan biaya *material handling*. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi hubungan kedekatan antar fasilitas *Activity Relationship Chart* (ARC), selanjutnya dilakukan perancangan tata letak fasilitas menggunakan *Blocplan 90* yang menghasilkan 6 usulan alternatif tata letak fasilitas. Analisa ini dilakukan dengan membandingkan hasil dari pembahasan, dari hasil penelitian ini dipilih usulan alternatif *layout* ke-3 yang memiliki jarak tempuh sepanjang 47,87 meter dan ongkos *material handling* sebanyak Rp.1061,87 untuk satu kali produksi lebih kecil dibandingkan dengan hasil pembahasan awal yang memiliki jarak tempuh sepanjang 81,1 meter dan ongkos *material handling* sebanyak Rp.2.604,43 untuk satu kali produksi.

Kata Kunci: Tata Letak Fasilitas, *Activity Relationship Chart* (ARC), *Blocplan 90*

Abstract

CV. ABC is a company engaged in the food sector, namely chocolate bar products. The problem that occurs in this company is that the production floor is not one channel and is far from each department which can cause the company to not produce optimal production. The purpose of this study was to determine the proposed layout for the company in order to minimize material handling costs. In this study, the identification of the close relationship between the *Activity Relationship Chart* (ARC) facilities was carried out, then the facility layout design was carried out using *Blocplan 90* which resulted in 6 alternative facility layout suggestions. This analysis is carried out by comparing the results of the discussion, from the results of this study, a 3rd alternative layout proposal has been selected which has a distance of 47.87 meters and a material handling cost of Rp.1061.87 for one time production is smaller than the results of the initial discussion. which has a distance of 81.1 meters and material handling costs of IDR 2,604.43 for one production.

Keywords: Facility Layout, *Activity Relationship Chart* (ARC), *Blocplan 90*.

1. Pendahuluan

Fasilitas merupakan elemen penting dalam desain operasional sebuah perusahaan, karena tata letak yang optimal dapat berdampak signifikan pada

efisiensi dan efektivitas proses produksi. Menurut Tompkins et al. (2010), tata letak fasilitas yang dirancang dengan baik dapat mengurangi waktu penanganan material

dan meningkatkan efisiensi alur kerja. Pentingnya tata letak yang optimal telah mendorong banyak studi untuk mengembangkan berbagai metode desain tata letak fasilitas .

Salah satu metode yang paling terkenal adalah Systematic Layout Planning (SLP), yang diperkenalkan oleh Muther pada tahun 1973 . Metode ini memberikan pendekatan sistematis untuk merancang tata letak fasilitas dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi efisiensi operasional. Di sisi lain, Heragu (2008) menunjukkan bahwa penerapan metode Activity Relationship Chart (ARC) di industri manufaktur dapat meningkatkan efisiensi produksi hingga 20%. Metode ARC membantu menentukan kedekatan ideal antar departemen berdasarkan hubungan aktivitas mereka.

(Drira, et al,2007) dalam survei mereka menyatakan bahwa masalah tata letak fasilitas sangat kompleks dan memerlukan pendekatan yang terstruktur untuk menyelesaikannya . Sule (2008) juga menekankan pentingnya perencanaan dan desain lokasi fasilitas untuk memastikan efisiensi operasional yang optimal

Hassan (2010) mengeksplorasi penggunaan teknik realitas virtual dalam desain tata letak fasilitas, yang menawarkan cara baru untuk memvisualisasikan dan menguji berbagai konfigurasi tata letak sebelum implementasi . Singh dan Sharma (2006) memberikan tinjauan berbagai pendekatan untuk masalah tata letak fasilitas dan menunjukkan pentingnya memilih metode yang tepat berdasarkan kebutuhan spesifik . Benjaafar, Heragu, dan Irani (2002) menyoroti tantangan penelitian dan kemajuan terbaru dalam tata letak pabrik generasi berikutnya, yang mencakup peningkatan fleksibilitas dan efisiensi .

Lee dan Kim (2014) mengintegrasikan pendekatan desain tata letak fasilitas di industri pembuatan kapal, menunjukkan bahwa pendekatan terintegrasi dapat mengoptimalkan penggunaan ruang dan meningkatkan

efisiensi operasional . Urban (2011) menunjukkan bahwa desain tata letak fasilitas yang optimal memerlukan pertimbangan berbagai faktor, termasuk aliran material, interaksi pekerja, dan fleksibilitas tata letak . Kulturel-Konak, Smith, dan Norman (2004) menekankan pentingnya mempertimbangkan ketidakpastian produksi dan fleksibilitas tata letak dalam proses optimasi .

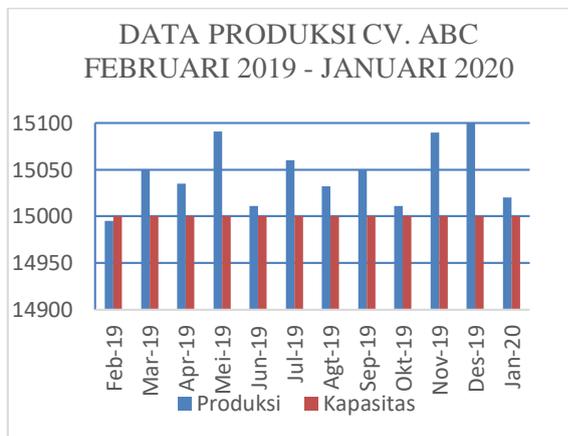
Karray dan Dutta (2009) memodelkan masalah tata letak fasilitas dan menunjukkan bahwa pendekatan berbasis model dapat memberikan solusi yang lebih baik dan lebih efisien . Castillo et al. (2005) membandingkan metode optimasi MILP dan MINLP untuk masalah desain tata letak blok dengan area yang tidak sama, menunjukkan keunggulan masing-masing metode dalam konteks yang berbeda . Rosenblatt (2013) mengkaji dinamika tata letak pabrik dan menunjukkan bahwa perubahan dalam tata letak dapat berdampak signifikan pada efisiensi operasional jangka panjang.

Sha dan Huang (2011) mengembangkan dan menerapkan model perencanaan tata letak sistematis untuk pembuatan semikonduktor, menunjukkan bahwa pendekatan yang sistematis dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi waktu siklus produksi .

Meskipun perkembangan dan penerapan berbagai metode desain tata letak fasilitas di industri manufaktur sudah cukup maju, terdapat kesenjangan dalam penerapan metode ARC secara khusus di industri makanan. Industri makanan memiliki karakteristik unik yang memerlukan pendekatan khusus dalam desain tata letak fasilitas untuk memastikan kualitas produk dan proses produksi yang efisien. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan fokus pada analisis dan optimalisasi tata letak fasilitas menggunakan metode ARC di industri makanan.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa metode ARC efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional. Namun, penerapannya di industri makanan masih kurang dieksplorasi.

Penelitian ini akan mengintegrasikan temuan dari berbagai studi untuk memberikan rekomendasi praktis untuk desain tata letak fasilitas yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik industri makanan. Pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode ARC (*Activity Relationship Chart*) dan *Blocplan* 90 dikarenakan sangat tepat untuk mengetahui kedekatan jarak antar departemen. Pada CV. ABC juga terjadi *waste* pada saat proses produksinya berlangsung, karena tingginya produksi dengan kapasitas produksi yang lebih rendah. Berikut grafik produksi dan kapasitas pada CV. ABC seperti **Gambar 1** dan **Tabel 1**



(Sumber: CV. ABC)

Gambar 1 Grafik Hasil Produksi dan Kapasitas

Tabel 1 Hasil Produksi dan Kapasitas

No.	Periode	Produksi	Kapasitas
1.	Feb-19	14995	15000
2.	Mar-19	15050	15000
3.	Apr-19	15035	15000
4.	Mei-19	15091	15000
5.	Jun-19	15011	15000
6.	Jul-19	15060	15000
7.	Agt-19	15032	15000
8.	Sep-19	15050	15000
9.	Okt-19	15011	15000
10.	Nov-19	15090	15000
11.	Des-19	15100	15000
12.	Jan-20	15020	15000

(Sumber: CV. ABC)

Dari grafik dan tabel diatas dapat dilihat bahwa dari bulan februari 2019 hingga

bulan januari 2020 hampir mengalami kenaikan produksi, dimana pada bulan desember 2020 yang mengalami kenaikan produksi yaitu mencapai 15100 cokelat perbulan. Sedangkan, CV. ABC hanya dapat memproduksi 15000 cokelat perbulan. Masalah pada CV. ABC saat ini yaitu banyaknya produksi yang melebihi kapasitas.

Dari permasalahan diatas dapat dilakukan perbaikan terhadap *waste* yang berlebih dengan melakukan perbaikan ulang fasilitas yang ada pada CV. ABC. Salah satu faktor terpenting agar aktivitas tetap berjalan yaitu dengan memperhatikan *material handling* yang dapat mempengaruhi fasilitas produksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan untuk mendapatkan ongkos *material handling* yang minimal sehingga dapat meningkatkan produktifitas produksi dan secara tidak langsung dapat meminimalkan biaya dan waktu produksi sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi pada CV. ABC.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian di CV. ABC penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif, dikarenakan menggunakan angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa saja yang ingin diketahui. Penulis juga menggunakan jenis kualitatif tetapi hanya pada hal subjektif saja pada pembahasannya, dimana penulis menggunakan data kuantitatif untuk menghitung ongkos *Material Handling* sedangkan untuk proses pembuatan ARC (*Activity Relationship Chart*) penulis menggunakan data kualitatif yaitu untuk menentukan kedekatan setiap stasiun fasilitas kerja dan sebagai penunjang simbol jenis kedekatan fasilitas.

Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber langsung dari CV. ABC, sehingga data yang diteliti terjamin keaslian dan dapat memecahkan permasalahan yang sedang diteliti. Data-data yang dibutuhkan antara lain:

1. *Layout* awal CV. ABC;
2. Luas area setiap stasiun fasilitas yang ada di lantai produksi;
3. Peta proses operasi;

4. Jumlah dan waktu produk yang dikerjakan;
5. Upah dan jam kerja karyawan;
6. Diagram hubungan aktivitas ARC (*Activity Relationship Chart*).

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini antara lain:

1. Studi lapangan
 Studi lapangan merupakan salah satu proses kegiatan untuk mengungkap fakta-fakta melalui teknik berikut ini:
 - a. Observasi
 - b. Dokumentasi
2. Studi Pustaka
 Studi pustaka merupakan teknik pengumpulan data dengan mencari informasi melalui buku, literatur, catatan serta berbagai macam laporan yang berkaitan dengan masalah yang ingin dipecahkan.

Pada penelitian ini penulis melakukan analisa pada data yang telah dikumpulkan, adapun tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menggambar *Layout Awal*;
2. Membuat Peta Proses Operasi;
3. Mencari Titik Pusat Koordinat *Layout*;
4. Menghitung Jarak Antar Stasiun atau Fasilitas Kerja;
5. Menemukan Jumlah Frekuensi Perpindahan Bahan;
6. Menghitung Jarak Tempuh Perpindahan Bahan;
7. Menghitung Biaya Ongkos *Material Handling*;
8. Membuat *Layout Usulan* Menggunakan *Software Blocplan 90*;
9. Menghitung Jarak Antar Stasiun atau Fasilitas Kerja Pada *Layout Usulan*;
10. Menghitung Ongkos *Material Handling*;
11. Menentukan *Layout Usulan*.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 *Layout Awal CV. ABC*

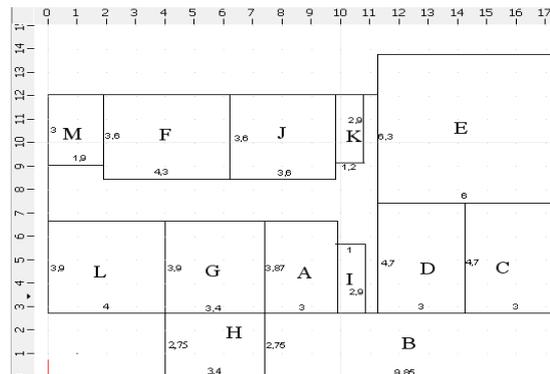
Terdapat 13 ruangan atau fasilitas yang ada pada CV. ABC, tetapi rantai produksi pada CV. ABC hanya terdapat pada kode A sampai dengan kode F yang dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Luas Lantai Setiap Ruang dan Fasilitas

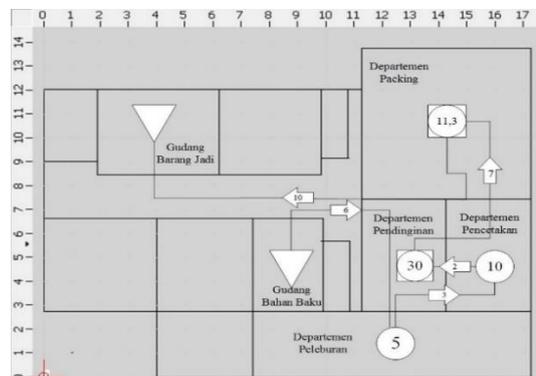
Kode	Stasiun Kerja (Fasilitas)	Luas (m ²)
A	Gudang Bahan Baku	11,61m ²
B	Departemen Peleburan	27,08m ²
C	Departemen Pencetakan	14,1m ²
D	Departemen Pendinginan	14,1m ²
E	Departemen <i>Packing</i>	37,8m ²
F	Gudang Barang Jadi	15,48m ²
G	Ruang Manajemen 1	13,26m ²
H	Ruan Manajemen 2	9,35m ²
I	Toilet	2,9m ²
J	Ruang Karyawan	12,96m ²
K	Dapur	3,48m ²
L	Ruang Etalase	15,6m ²
M	Gudang Peralatan	5,7m ²
Total		183,42 m²

(Sumber: Hasil Pengukuran Lapangan)

Gambar *layout* awal dan aliran perpindahan bahan yang sesuai dengan keadaan CV. ABC yang dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



(Sumber: Observasi Lapangan)
Gambar 2 *Layout Awal CV. ABC*



(Sumber: CV. ABC)
Gambar 3 Aliran Bahan Produksi Pada CV. ABC

Titik koordinat pada setiap ruangan dan lantai kerja dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Hasil Penentuan Titik Koordinat

Kode	Stasiun Kerja (Fasilitas)	Koordinat	
		X	Y
A	Gudang Bahan Baku	10	8,6
B	Departemen Peleburan	1,3	12,3
C	Departemen Pencetakan	5	15,7
D	Departemen Pendinginan	5	12,7
E	Departemen Packing	10,5	14,2
F	Gudang Barang Jadi	10,2	4
G	Ruang Manajemen 1	4,6	5,7
H	Ruang Manajemen 2	1,3	5,7
I	Toilet	4,2	10,3
J	Ruang Karyawan	10,2	8
K	Dapur	10,5	10,3
L	Ruang Etalase	4,6	2
M	Gudang Peralatan	10,5	0,9

(Sumber: Hasil Pengolahan Lapangan)

3.2 Kegiatan Perpindahan Bahan (Material Handling)

Pada perhitungan jarak perpindahan bahan penelitian ini menggunakan *rectilinear* yang mempunyai rumus sebagai berikut ini:

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

Metode ini untuk menghitung jarak menggunakan jumlah jarak tempuh pada setiap garis sumbu yaitu mengikuti jalur koordinat pada setiap departemen. Contoh untuk menghitung fasilitas A ke fasilitas B dengan metode ini pada CV. ABC yaitu fasilitas A memiliki titik koordinat (10)(8,6) dan fasilitas B memiliki titik koordinat (1,3)(12,3). Maka apabila dimasukan kedalam rumus *rectilinear* didapatkan: $D_{ij} = (10-8,6) + (1,3-12,3) = (1,4)+(11) = 12,4$ m, berikut ini hasil perhitungan *rectilinear* pada setiap departemen yang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4.Perhitungan Jarak *Rectilinear*

Kode	Koordinat		Dari	Ke	Jarak
	X	Y			
A	10	8,6	A	B	12,4
B	1,3	12,3	B	C	21,7
C	5	15,7	C	D	18,4

Kode	Koordinat		Dari	Ke	Jarak
	X	Y			
D	5	12,7	D	E	11,4
E	10,5	14,2	E	F	9,9
F	10,2	4	F	G	7,3

(Sumber: Hasil Pengolahan Sendiri)

3.3 Menghitung Ongkos Material Handling

Jumlah karyawan pada CV. ABC yaitu sebanyak 5 orang yang mempunyai tugas berbeda, yang terdiri dari 2 perempuan dan 3 laki-laki. Karyawan pada CV. ABC berasal dari mahasiswa universitas pamulang itu sendiri. Waktu kerja karyawan pada CV. ABC ini yaitu dari hari Senin-Sabtu dengan waktu kerja yang ditetapkan yaitu pada jam 08.00-17.00 dengan waktu istirahat yang ditetapkan 1 jam pada pukul 12.00-13.00 dan setiap departemen mempunyai upah atau gaji karyawan sebanyak Rp. 1.200.000 perbulannya.

Untuk mengetahui ongkos *material handling* dan jarak tempuh pada CV. ABC dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5Perhitungan Ongkos *Material Handling* Dengan Total Jarak Tempuh Perpindahan Pada *Layout* Awal

Proses	Dari	Ke	Sistem	Frekuensi	Jarak Tempuh (m)	OMH (Rp/Meter)	OMH Per Proses (JT x OMH)
Gudang Bahan Baku	A	B	Manual	1	12,4	23,61	292,76
Peleburan	B	C	Manual	1	21,7	41,33	896,86
Pencetakan	C	D	Manual	1	18,4	35,04	644,73
Pendinginan	D	E	Manual	1	11,4	21,71	247,49
Packing	E	F	Manual	1	9,9	19,09	188,991
Gudang Barang Jadi	F	G	Manual	1	7,3	13,90	333,6
Total					81,1		2.604,43

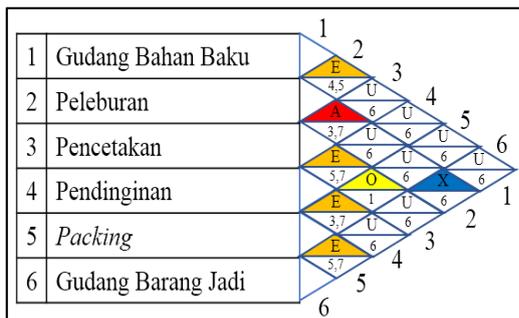
(Sumber: Hasil Pengolahan Sendiri)

Setelah perhitungan total ongkos *material handling* dan total jarak tempuh perpindahan bahan pada setiap departemen dengan satu frekuensi, dapat dilihat bahwa pada *layout* awal CV. ABC mempunyai total jarak tempuh sepanjang 81,1 m dan total ongkos *material handling*

sebanyak Rp 2.604,43 untuk satu kali proses produksi berjalan.

3.4 ARC (Activity Relationship Chart)

Sebelum membuat *layout* usulan dengan menggunakan *software Bloclplan 90*, maka diharuskan untuk membuat sebuah ARC (*Activity Relationship Chart*) terlebih dahulu. Dari data-data dan hasil perhitungan yang sudah didapat sebelumnya pada *layout* awal CV. ABC, ARC (*Activity Relationship Chart*) pada CV. ABC ini dibuat berdasarkan dari tabel pertimbangan alasan dan simbol hubungan yang sudah dibuat berdasarkan standar dan keadaan yang ada di CV. ABC, maka dapat dilihat ARC (*Activity Relationship Chart*) CV. ABC pada **Gambar 4** beserta tabel pertimbangan alasan dan tabel simbol hubungan dan yang dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**.



(Sumber: Hasil Observasi Lapangan)
Gambar 4 ARC (*Activity Relationship Chart*) Pada CV. ABC

Tabel 6 Pertimbangan Alasan

Kode Alasan	Keterangan
1	Aliran Informasi
2	Derajat Pengawasan
3	Urutan Aliran Kerja
4	Aliran Material
5	Fungsi Saling Menunjang
6	Tidak Berhubungan
7	Fasilitas Saling Terkait
8	Berisik, Kotor, Berdebu
9	Safety

(Sumber: Hasil Observasi Lapangan)

Tabel 7 Simbol Hubungan

Warna dan Kode Kedekatan	Keterangan
A	Mutlak Perlu Di Dekatkan
E	Sangat Penting Di Dekatkan
I	Penting Untuk Di Dekatkan
O	Biasa atau Cukup
U	Tidak Penting Untuk Di Dekatkan
X	Sangat Tidak Penting Untuk Di Dekatkan

(Sumber: (Muhammad Arif, 2017))

3.5 Perancangan *Layout* Usulan dengan menggunakan *Software Bloclplan 90*

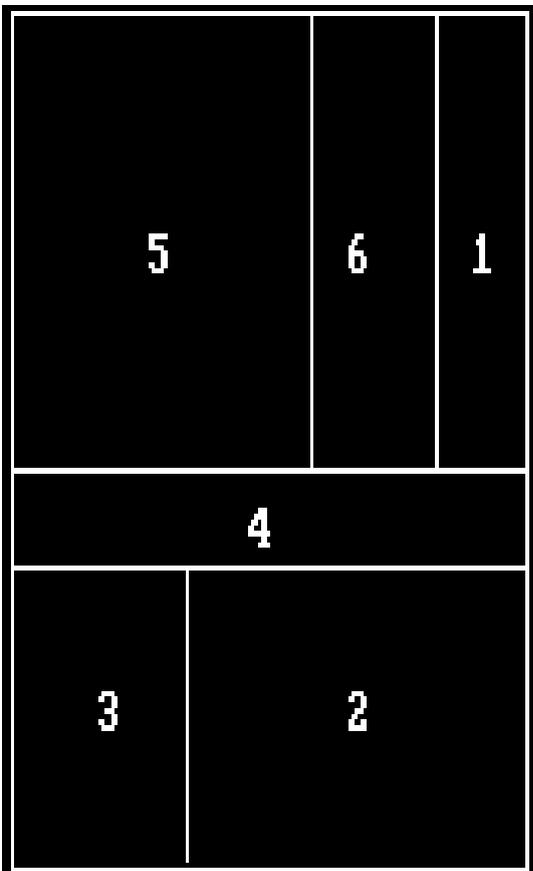
Berdasarkan perhitungan dan hasil pembahasan untuk mencari jarak tempuh perpindahan serta ongkos *material handling* pada *layout* usulan maupun pada *layout* awal CV. ABC, lalu dilakukan perbandingan dengan membuat tabel untuk memilih hasil yang paling kecil pada *layout* usulan ke-1 sampai ke-6 yang dibandingkan dengan *layout* awal seperti pada **Tabel 8**

Tabel 8 Hasil Perhitungan Pembahasan

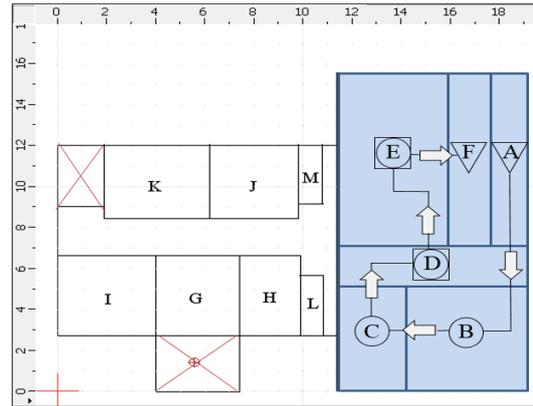
<i>Layout</i>	Jarak Perpindahan (m)	Total Jarak Perpindahan Bahan (m)	Total Ongkos <i>Material Handling</i> (Rp)
<i>Layout</i> Awal	81,1	81,1	2.604,43
<i>Layout</i> Usulan 1	58,14	58,14	1.230,99
<i>Layout</i> Usulan 2	59,03	59,03	1.547,14
<i>Layout</i> Usulan 3	47,87	47,87	1061,87
<i>Layout</i> Usulan 4	52,63	52,63	1.179,44
<i>Layout</i> Usulan 5	53,83	53,83	1.172,26
<i>Layout</i> Usulan 6	53,83	53,83	1.143,11

(Sumber: Hasil Pengolahan Dengan Menggunakan *Software Bloclplan 90*)

Jadi *layout* usulan terpilih peneliti menetapkan pada *layout* usulan nomor 3, karena jarak perpindahan dan total jarak perpindahan bahan yang paling kecil diantara *layout* usulan lainnya yaitu 52,38m dan memiliki total ongkos *material handling* yang paling kecil diantara *layout* usulan lainnya yaitu sebanyak Rp 843,21 dalam waktu satu kali proses produksi berjalan. Adapun gambar *layout* hasil usulan ke-3 dan gambar aliran perpindahan bahan serta luas setiap lantai produksi usulan yang dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6, dan Tabel 10.



(Sumber: *Software Blocplan 90*)
Gambar 5 *Layout* Usulan Terpilih ke-3 Menggunakan *Software Blocplan*



(Sumber: *Software Blocplan 90*)
Gambar 6 *Layout* Usulan Terpilih ke-3 Menggunakan *Software Qcad*

Tabel 10 Luas Masing-masing Lantai Produksi *Layout* Terpilih

Kode	Stasiun Kerja (Fasilitas)	Luas (m ²)
A	Gudang Bahan Baku	11,76m ²
B	Departemen Peleburan	27,03m ²
C	Departemen Pencetakan	14,31m ²
D	Departemen Pendinginan	14,04m ²
E	Departemen Packing	37,8m ²
F	Gudang Barang Jadi	15,12m ²
G	Ruang Manajemen 1	13,26m ²
H	Ruan Manajemen 2	9,35m ²
I	Ruang Etalase	15,6m ²
J	Ruang Karyawan	12,96m ²
K	Gudang Peralatan	5,7m ²
L	Toilet	2,9m ²
M	Dapur	3,48m ²

(Sumber: Hasil Pengolahan Sendiri)

4. Kesimpulan

Hasil penelitian yang didapatkan oleh peneliti pada tata letak fasilitas di CV. ABC dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tata letak fasilitas pada CV. ABC masih belum efektif dan optimal pada saat melakukan kegiatan dilantai produksinya. Disebabkan departemen yang terlalu jauh dan tidak ditempatkan dalam satu alur proses produksi yang mengakibatkan pekerja yang dilakukan memakan waktu karena bolak-balik antar departemen, maka dari itu masih menyebabkan pemborosan jarak perpindahan antara

- departemen satu ke departemen yang lainnya;
2. Hasil dari merancang tata letak fasilitas dengan menghitung total ongkos *material handling* dan total jarak tempuh perpindahan bahan pada *layout* awal CV. ABC mempunyai total jarak tempuh sepanjang 81,1m dan total ongkos *material handling* sebanyak Rp 2.604,43 untuk satu kali proses produksi berjalan. Setelah dilakukan perhitungan ongkos *material*

3. *handling* dan total jarak tempuh perpindahan bahan, dilanjutkan dengan memasukan metode ARC (*Activity Relationship Chart*) dan *software Blocplan 90* dapat menghasilkan total jarak tempuh perpindahan bahan usulan sepanjang 47,87m dengan total ongkos *material handling* sebanyak Rp 1.061,87 untuk sekali proses produksi yang dapat meningkatkan produktifitas.

Daftar Pustaka

- Benjaafar, S., Heragu, S. S., & Irani, S. A. (2002). Next generation factory layouts: research challenges and recent progress. *Interfaces*, 32(6), 58-76.
- Candra, A., Hendra, F., & Effendi, R. (2022). Usulan Perbaikan Efektivitas Mesin Rollforming Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah*, 13(1), 30-38.
- Castillo, I., Westerlund, T., Emet, S., & Westerlund, J. (2005). Optimization of block layout design problems with unequal areas: A comparison of MILP and MINLP optimization methods. *Computers & Chemical Engineering*, 30(1), 54-69.
- Drira, A., Pierreval, H., & Hajri-Gabouj, S. (2007). Facility layout problems: A survey. *Annual Reviews in Control*, 31(2), 255-267.
- Hassan, M. M. (2010). Facility layout design using virtual reality techniques. *International Journal of Production Research*, 48(18), 5235-5250.
- Hendra, F., & Effendi, R. (2022). Optimization analysis of production capacity on trimming process for passenger vehicle with a learning curve approach (case study: car os). *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 16(2), 137-142.
- Heragu, S. S. (2008). *Facilities Design*. CRC Press.
- Karray, S., & Dutta, S. (2009). Modeling facility layout problems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 39(2), 333-338.
- Kulturel-Konak, S., Smith, A. E., & Norman, B. A. (2004). Layout optimization considering production uncertainty and layout flexibility. *International Journal of Production Research*, 42(21), 4489-4507.
- Lee, J. S., & Kim, Y. S. (2014). An integrated approach for facilities layout design in the shipbuilding industry. *Computers & Industrial Engineering*, 78, 154-162.
- Muther, R. (1973). *Systematic Layout Planning*. Cahnerns Books.
- Rosenblatt, M. J. (2013). The dynamics of plant layout. *Management Science*, 32(1), 76-86.
- Sha, D. Y., & Huang, S. J. (2011). Development and application of a systematic layout planning model for semiconductor manufacturing. *International Journal of Production Research*, 49(13), 3871-3885.
- Singh, S. P., & Sharma, R. R. K. (2006). A review of different approaches to the facility layout problems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30, 425-433.
- Sule, D. R. (2008). *Manufacturing Facilities: Location, Planning, and Design*. CRC Press.
- Supriyono, S., Suryanto, D., Hendra, F., & Effendi, R. (2020). Line Balancing Analysis By Used Rank Positional Weight (Rpw)(Case Study: Part Body S11038z Process). *Sintek Jurnal: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 14(2), 123-129.