



JIME
(Journal of Industrial and Manufacture Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jime>

Perancangan Tata Letak Fasilitas UKM Kerajinan Kayu Dengan Metode Simulated Annealing

Ainayyah Bintang Agista¹⁾, Asa Pragasel Natuna²⁾, Hans Bastian Wangsa³⁾, Jordiva
Fernanda⁴⁾, Naufal Nur Akmal⁵⁾, Achmad Pratama Rifai*⁵⁾
Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada.

Diterima: Agustus 2021; Disetujui: November 2021; Dipublikasi: November 2021;

*Corresponding author : achmad.p.rifai@ugm.ac.id

Abstrak

UKM XYZ merupakan UKM yang berfokus pada produksi kerajinan kayu. Saat ini UKM XYZ memiliki 12 departemen dengan tipe produksi product layout dan material flow yang besar setiap harinya dengan jarak tempuh material yang jauh. UKM XYZ memiliki masalah pada penumpukan bahan baku yang menyebabkan ketidaksanggupan untuk memenuhi permintaan pelanggan secara tepat waktu. Oleh karena itu, proses perencanaan tata letak produksi yang matang dibutuhkan untuk mengurangi jarak tempuh dalam perpindahan material dengan cara membuat layout baru yang sesuai dengan alokasi area yang diberikan. Digunakan tiga metode untuk penentuan layout baru, yaitu metode Dimensionless Block Diagram, Simulated Annealing, dan Modified Spanning Tree. Dihasilkan alternatif layout terbaik dari masing-masing metode tersebut yang kemudian dibandingkan untuk mengetahui layout terbaik untuk digunakan. Pemilihan layout dilakukan dengan cara melihat total travelled distance terkecil, yang didapatkan oleh metode Simulated Annealing dalam model double row layout dengan menghasilkan travelled distance 1082,248. Dikarenakan tipe dari produksi ini merupakan product layout, maka urutan peletakan workstation pada layout yang terbentukurut sesuai dengan alur produksinya.

Kata Kunci : Perancangan Layout; Travelled distance; Simulated Annealing; Modified Spanning Tree

Abstract

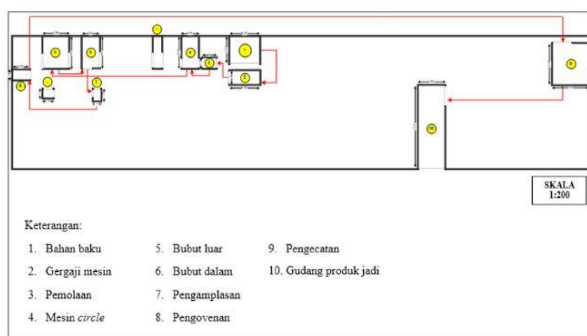
UKM XYZ is a small-medium enterprise that focuses on the production of wood crafts. Currently, UKM XYZ has 12 departments with production types of product layouts and large material flows every day with long distances for material handling. With a large amount of material flow, UKM XYZ has problems with the accumulation of raw materials which causes an inability to meet customer demands in a timely manner. Therefore, a careful production layout planning process is needed to reduce the distance in material movement by creating a new layout that is in accordance with the given area allocation. In this research, three methods are used to determine the new layout, namely the Dimensionless block diagram, Simulated Annealing, and Modified Spanning Tree method. The best layout alternatives are generated from each of these methods which are then compared to find out the best layout. The layout selection process is done by looking at the smallest total traveled distance, which is obtained by the Simulated Annealing method in the double row layout model with traveled distance of 1082,248. Because the type of production used in the production line is a product layout, the order in which the workstations are placed on the layout is formed according to the production flow.

Keywords : Facility layout design; Travelled distance; Simulated Annealing; Modified Spanning Tree

How to Cite: Agista, Ainayyah Bintang, Achmad Pratama Rifai dkk (2021). Perancangan Tata Letak Fasilitas UKM Kerajinan Kayu Dengan Metode Simulated Annealing. *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*. 5(2): 137 - 147

PENDAHULUAN

UKM XYZ memproduksi kerajinan kayu seperti piring kayu, sendok kayu, mangkok kayu, dll. UKM ini telah beroperasi sejak tahun 2012 hingga saat ini dengan jumlah permintaan yang mencapai 2000 buah per bulan (Adiyanto & Rizky Paldo, 2019). Untuk memproduksi kerajinan kayu, UKM XYZ memiliki lima tahapan yang perlu dilakukan yaitu persiapan, pemotongan, pembubutan, pengamplasan, dan finishing. Dari lima tahapan tersebut terdiri dari sepuluh departemen yaitu gudang bahan baku, departemen pemolaan, departemen gergaji mesin, departemen mesin circle, departemen bubut luar, departemen bubut dalam, departemen gerinda, departemen pengovenan, departemen pengecatan, dan gudang produk jadi. Gambar 1 mengilustrasikan tata letak fasilitas awal UKM XYZ.



Gambar 1. Tata letak fasilitas awal UKM XYZ

UKM XYZ memiliki permasalahan utama mengenai penumpukan bahan baku dimana berakibat menjadi kurang efektifnya produksi kerajinan kayu. Selain itu juga kerap muncul permasalahan lain yaitu backtracking yang timbul pada perpindahan *material* dari departemen pengovenan ke departemen pengecatan. Efek dari kedua permasalahan tersebut adalah keuntungan setiap harinya tidak

dapat maksimal karena terhambatnya target produksi.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan melakukan perancangan kembali *layout* fasilitas produksi. *Re-layout* ini diharapkan dapat menghilangkan backtracking dan mengurangi waktu yang diperlukan untuk perpindahan *material* antar departemen, sehingga dapat menyelesaikan masalah pada proses produksi UKM XYZ. Dengan demikian, *re-layout* diharapkan dapat meningkatkan efisiensi lini produksi dan membantu dalam memenuhi permintaan.

TINJAUAN PUSTAKA

UKM XYZ yang memproduksi kerajinan kayu ini perlu melakukan perencanaan yang baik untuk mencapai keberhasilan yang sesuai dengan tujuan dana yang ingin dicapai (Rosyidi, 2018). Hal ini dapat tercapai dengan cara perancangan tata letak fasilitas yang lebih efisien dengan meminimalkan jarak perpindahan *material* dan merancang alur produksi yang teratur. Pengertian tata letak fasilitas adalah tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas produksi untuk menunjang proses produksi (Wignjosoebroto, 2009). Tujuan adanya perancangan tata letak fasilitas produksi adalah untuk menentukan hubungan dari *workstation* pada setiap fasilitas produksi yang diatur sehingga mencapai kegiatan produksi yang efektif dan efisien serta kegiatan produksi menjadi lebih lancar.

Tata letak memiliki dampak yang strategis karena tata letak dapat menentukan daya saing perusahaan dalam hal kapasitas, fleksibilitas, proses, biaya, kualitas lingkungan kerja, citra perusahaan, dan kontak dengan pelanggan

(Maheswari & Dany Firdauzy, 2015). Perancangan tata letak meliputi pengaturan tata letak fasilitas operasi dengan memanfaatkan area yang tersedia untuk menempatkan mesin, bahan produksi, dan peralatan untuk proses produksi (Wahyudi, 2010). Perancangan ulang tata letak fasilitas dapat mengoptimalkan beban kerja operator (Taringan & Dalimunthe, 2017).

Salah satu metode dalam tata letak fasilitas yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah dalam UKM XYZ adalah metode ALDEP (Automated Layout Design Program). Menurut (Aleisa & Lin, 2005) metode evaluasi tata letak yang dipergunakan dengan ALDEP merupakan cara mencari departemen-departemen yang berbatasan secara langsung. Metode ALDEP dipilih karena dapat menghasilkan tata letak fasilitas yang memperhatikan keterkaitan antar departemen kerja, alur produksi, dan jarak perpindahan. Pada perancangan dengan algoritma ALDEP terbagi menjadi dua prosedur yaitu prosedur pemilihan dan penempatan. Terdapat beberapa *layout* yang didapatkan kemudian dihitung skor masing-masing *layout* yang dihasilkan dan dipilih *layout* dengan skor terbaik (Tompkins, White, Bozer & Tanchoco, 2010).

Pada beberapa tahun terakhir, metode heuristic dan metaheuristic semakin banyak digunakan untuk optimasi dalam perancangan *layout* karena kelebihanannya dalam menghasilkan solusi yang baik dalam waktu yang singkat. *Simulated Annealing* (SA) adalah salah satu algoritma untuk metaheuristic yang mampu mendapatkan hasil secara optimal dari satu area (Henderson, Jacobson, & Johnson, 2003). *Simulated Annealing*

merupakan metode pencarian yang memanfaatkan teori probabilitas untuk mencari global minimum dari permasalahan oprimasi. Target dari metode ini adalah menemukan solusi near-optimal dalam waktu yang singkat, sehingga dapat digunakan secara praktikal di dunia industri. Selain itu, metode lain yang juga sering digunakan dalam perancangan *layout* adalah *Modified Spanning Tree* (MST) yang merupakan metode untuk menentukan urutan fasilitas. Metode MST ini bertujuan untuk mengurutkan fasilitas berdasarkan bobot. Data yang diperlukan dalam perancangan *layout* adalah form to chart perpindahan *material* dan ukuran dari masing-masing fasilitas di lini produksi.

Dalam penelitian ini, dianalisis dua jenis model *layout* yang sering diterapkan utamanya untuk *product layout*, yaitu *single row* dan *double row layout*. Pada *single row layout problem* (SRLP), fasilitas dan *workstation* diletakkan pada sepanjang satu sisi jalur *material handling*, yang kemudian tujuan dari perancangan *layout* adalah menentukan peletakan fasilitas atau mesin yang paling efisien (Keller & Bushcer, 2015). Selain pada bidang manufaktur, SRLP juga dapat digunakan untuk mengatur ruangan pada sepanjang koridor pada rumah sakit dan pengaturan rak pada supermarket. Dalam praktiknya, *single row layout* merupakan tipe yang paling populer dikarenakan struktur alirannya yang sederhana, sehingga kompleksitas operasional rendah dengan kontrol aliran yang dapat diatur dengan mudah (Kumar, Asokan & Kumanan, 2010).

Double row layout problem (DRLP) merupakan pengaturan posisi mesin pada dua baris prarael pada sepanjang koridor

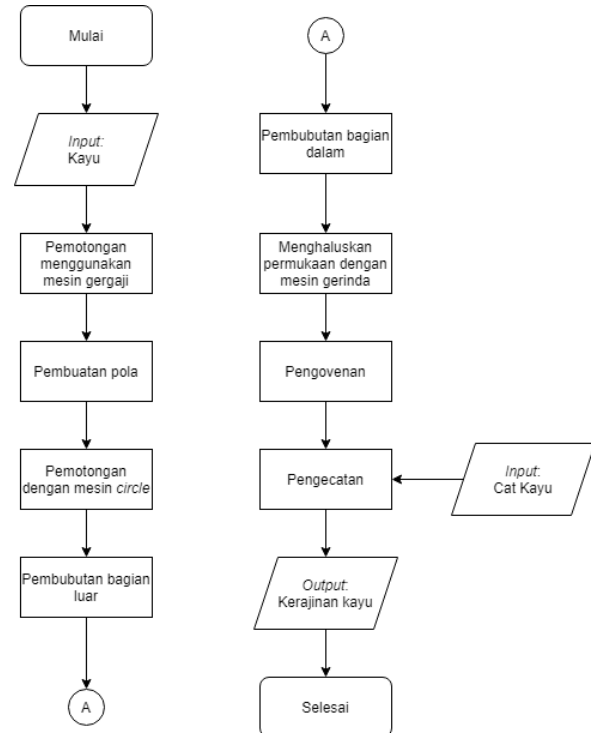
untuk meminimalkan biaya *material handling*. Berbeda dengan SRLP dimana fokus untuk menyusun tata letak mesin hanya pada satu sisi pada jalur *material handling*, DRLP mempertimbangkan peletakan mesin di kedua sisi jalur *material handling* (Amaral, 2008). Fungsi objektif dari DRLP adalah meminimalkan total *flow cost* maupun meminimalkan waktu dan jarak tempuh dari perpindahan *material*, sehingga dapat mengurangi waktu produksi secara keseluruhan. Constraint atau batasan dari DRLP adalah lebar mesin dan jumlah produk yang diproses oleh setiap mesin (Rifai, Mara, Kusumastuti & Wiraningrum, 2020). Tidak seperti pada SRLP, penggunaan metaheuristic dalam DRLP masih terbatas (Rifai, Mara, Ridho & Norcahyo, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan algoritma SA untuk merancang dan mengoptimasi kedua tipe *layout* pada UKM XYZ.

DESKRIPSI PROSES

a. Proses produksi

Proses produksi UKM XYZ terbagi menjadi sepuluh proses yang diawali dari penyimpanan bahan baku kayu dari supplier pada gudang bahan baku. Selanjutnya, kayu dipotong dengan gergaji mesin sesuai dengan ukuran produk, dilanjutkan dengan pembuatan pola produk dan dipotong kembali dengan mesin *circle* sesuai dengan pola yang terbentuk. Kemudian, dilakukan pembubutan baik pada bagian luar maupun dalam. Selanjutnya dilakukan proses pengamplasan dengan mesin gerinda untuk mendapatkan finishing produk yang bagus. Setelah itu masuk pada proses pengovenan untuk mengurangi kandungan air dari dalam kayu. Terakhir,

dilakukan pemberian warna dengan cat dan produk disimpan pada gudang produk jadi untuk segera didistribusikan. Alur proses produksi pada UKM XYZ ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flow process chart

b. From to chart

UKM XYZ memiliki tipe *layout* berupa product *layout* berdasarkan aliran bahan dalam proses produksinya. Sehingga, hanya ada satu alur *flow material* dan tidak ada aliran *material* lain kecuali pengiriman bahan baku dari gudang bahan baku ke departemen pengecatan. Tabel 1 menunjukkan from-to chart dari lini produksi UKM XYZ.

Tabel 1. From-to-chart

To From	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	72									1
2		72								
3			72							
4				72						
5					72					
6						72				
7							72			
8								72		
9									72	
10										72

Aliran material dari kesepuluh departemen adalah sebagai berikut: dimulai dari gudang bahan baku, departemen gergaji mesin, departemen pemolaan, departemen mesin circle, departemen bubut luar, departemen bubut dalam, departemen gerinda, departemen pengovenan, departemen pengecatan, hingga gudang produk jadi.

c. *Space requirement*

1. Departemen produksi

Terdapat sepuluh departemen produksi seperti yang ditampilkan pada Tabel 2. Ukuran setiap *workstation* menggunakan satuan meter serta menggunakan *allowance* 50% karena perpindahan *material* antar *workstation* menggunakan alat bantu dorong atau gerobak pembawa balok kayu yang berukuran lebih dari dua meter.

Luas area produksi yaitu 93.092 m² yang kemudian diberikan *allowance* sebesar 50% dari luas area produksi yaitu 46.546 m². Sehingga total luas area produksi menjadi 139.638 m².

Tabel 2. Space requirement worksheet departemen produksi

No	Departemen	Entitas	Station x W x L	Area (m ²)
1	Gudang bahan baku	<i>Pallet + kayu</i>	10 x 1 x 1	10
		<i>Personnel</i>	2 m ² /employee x 1	2
		Mesin gergaji	1 x 0.77 x 0.29	0.23
2	Gergaji mesin	<i>Personnel</i>	2 m ² /employee x 1	2
		WIP	1 x 0.5 x 0.5	0.25
		Mesin pola	1 x 1.2 x 1.78	2.14
3	Pemolaan	<i>Personnel</i>	2 m ² /employee x 1	2
		WIP	1 x 0.5 x 0.5	0.25
		Mesin <i>circle</i>	1 x 1.18 x 2.2	2.6
4	Mesin <i>circle</i>	<i>Personnel</i>	2 m ² /employee x 1	2
		WIP	1 x 0.5 x 0.5	0.25
		Mesin bubut	1 x 1.57 x 2.25	3.53
5	Bubut luar	<i>Personnel</i>	2 m ² /employee x 1	2
		WIP	1 x 0.5 x 0.5	0.25
		Mesin bubut	1 x 1.57 x 2.25	3.53
6	Bubut dalam	<i>Personnel</i>	2 m ² /employee x 1	2
		WIP	1 x 0.5 x 0.5	0.25
		Mesin gerinda	1 x 0.123 x 0.255	0.03
7	Gerinda	<i>Personnel</i>	1 m ² /employee x 1	1
		WIP	1 x 0.5 x 0.5	0.25
		Alat oven	2 x 1 x 1.08	2.16
8	Pengovenan	<i>Personnel</i>	1 m ² /employee x 1	1
		WIP	1 x 0.5 x 0.5	0.25

No	Departemen	Entitas	Station x W x L	Area (m ²)
9	Pengecatan	Ruang + alat cat	2 x 2.48 x 3	14.88
		Personnel	2 m ² /employee x 1	2
		WIP	1 x 0.5 x 0.5	0.25
10	Gudang produk jadi	Rak	8 x 1.25 x 3.4	34
		Personnel	2 m ² /employee x 1	2
Total Area				93.092

2. Departemen non-produksi
 Terdapat lima departemen non-produksi yaitu kamar mandi, mushola, kantor, parker dan kantin karyawan. Ukuran setiap workstation menggunakan satuan meter serta menggunakan *allowance* sebesar 10% karena tidak ada perpindahan *material* yang terjadi hanya perpindahan orang. Luas area non produksi adalah 156.72 m² yang kemudian diberikan *allowance* sebesar 10% yaitu 16.672 m². Sehingga total luas area non-produksi adalah 172.392 m².

Tabel 3. Space requirement worksheet departemen non-produksi

No	Departemen	Entitas	Station x W x L	Area (m ²)
11	Kamar mandi	Bak air	1 x 1 x 1	1
		Personnel	1 m ² /employee x 1	1
		WC	1 x 0.12 x 0.15	0.52
12	Mushola	Area mushola	3 x 1.2 x 6	18.6
		Lemari	1 x 1 x 1	1
		Meja komputer	2 x 1 x 2	4
13	Kantor	Meja <i>meeting</i>	1 x 3 x 5	15
		Kursi	10 x 1 x 1	10
		Lemari	2 x 1.5 x 2	6
14	Parkir	Personnel	10 m ²	10
		Mobil	2 x 2.5 x 4.8	24
		Motor	8 x 1 x 2	16
		Truk	1 x 3 x 6	18
		Personnel	12 m ²	12
15	Kantin karyawan	Mesin bubut	10 x 0.8 x 1.2	9.6
		Personnel	10 m ²	10
Total Area				156.72

METODE PENELITIAN

a. Activity relationship diagram

Menurut (Tompkins, 1990) *Activity relationship diagram* merupakan teknik yang digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai tata letak ruangan terhadap ruangan lainnya. Sedangkan menurut (Cagiltay et al, 2013) *Activity relationship diagram* merupakan representasi data konseptual yang diubah

menjadi diagram dan mencerminkan kebutuhan data pengguna. Diagram tersebut dapat menunjukkan hubungan kedekatan antar departemen untuk selanjutnya digunakan untuk membantu mengetahui suatu departemen perlu didekatkan atau dijauhkan dari departemen lainnya. Hubungan kedekatan antar departemen divisualisasikan dengan

jumlah garis yang berbeda setiap ratingnya berdasarkan rating REL chart.

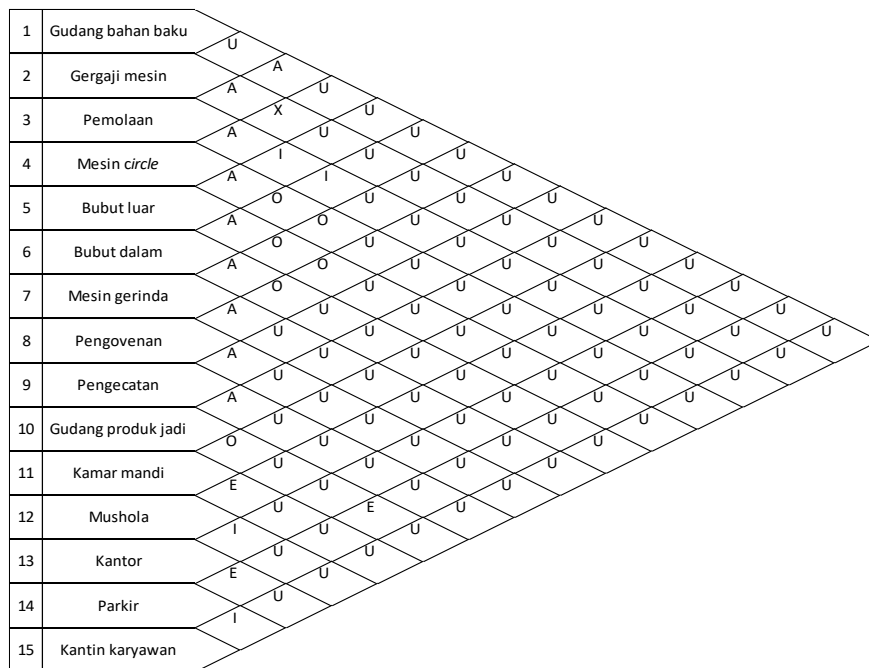
Pada REL chart, terdapat beberapa departemen yang memiliki rating A dengan alasan kemudahan aliran *material* untuk proses produksi. Rating I diberikan untuk kemudahan kegiatan produksi dan non-produksi. Rating O diberikan untuk kemudahan dalam pengawasan. Kemudian untuk rating X pada departemen gergaji mesin dan departemen mesin circle diberikan karena alasan keselamatan kerja dan vibrasi yang tinggi.

b. *Dimensionless block diagram*

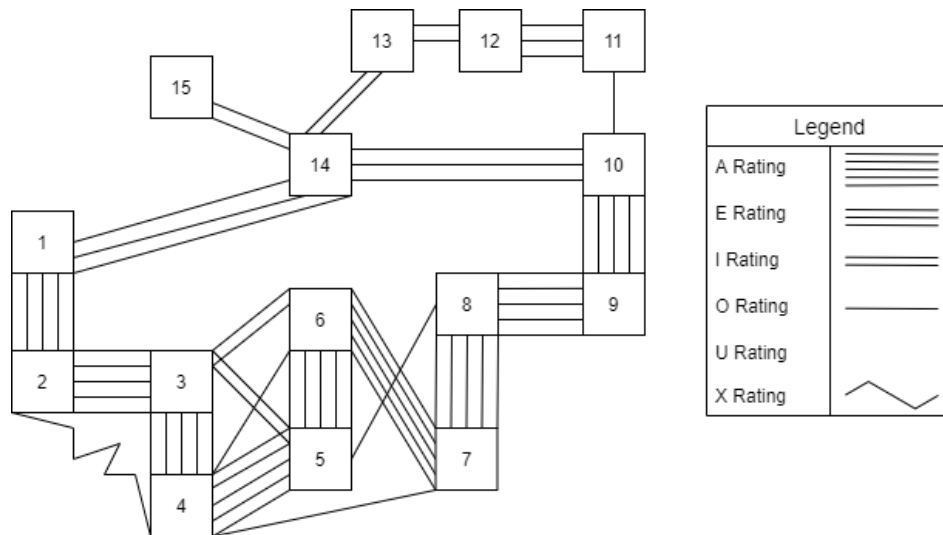
Dimensionless block diagram (DBD) berbentuk susunan departemen yang direpresentasikan dalam bentuk persegi yang disebut sebagai blok. DBD dibentuk tanpa adanya refleksi dimensi yang dimiliki oleh departemen, *dimensionless block diagram* hanya fokus pada susunan lokasi departemen yang akan dibentuk

dimana setiap blok mewakili satu departemen. Pada setiap blok terdapat kode angka tiap kategori hubungan yang didapatkan dari nilai rating pada *Activity relationship diagram*. Pola penempatan departemen selanjutnya dilakukan secara *vertical scanning pattern* yaitu gerakan mengular dimulai dari pojok kiri atas. Pengerjaan dimulai dari penempatan salah satu departemen pada bagian kiri atas *layout*, lalu penempatan departemen selanjutnya mempertimbangkan hubungan antar departemen yang bersangkutan.

Setelah mendapatkan pola *layout* kemudian divisualisasikan sesuai dengan ukuran *workstation* yang dibutuhkan. Ukuran *workstation* terlebih dahulu dikonversi menjadi blok-blok. Asumsikan setiap satu blok merepresentasikan ukuran luas 3 m². Sehingga, didapatkan rekapitulasi jumlah blok setiap *workstation*.



Gambar 3. Relationship (REL) chart



Gambar 4. Activity relationship diagram

Tabel 4. Area allocation: grid layout

No	Departemen	Total Area (m ²)	Block
1	Gudang bahan baku	17.72	6
2	Gergaji mesin	9.04	3
3	Pemolaan	3	1
4	Mesin <i>circle</i>	11.34	4
5	Bubut luar	17.63	6
6	Bubut dalam	11.75	4
7	Mesin gerinda	1.95	1
8	Pengovenan	3.71	1
9	Pengecatan	30.86	10
10	Gudang produk jadi	47.56	18
11	Kamar mandi	6.8	2
12	Mushola	30	10
13	Kantor	75	25
14	Parkir	88	30
15	Kantin karyawan	50	16
Total		249.81	137

c. Simulated Annealing

Dalam penelitian ini, algoritma *Simulated Annealing* digunakan untuk menyelesaikan dua pendekatan untuk menentukan tata letak masing-masing departemen yaitu *single row layout problem* (SRLP) dan *double row layout problem* (DRLP). Pada SRLP semua *workstation* diletakkan dalam urutan baris yang sama sedangkan pada DRLP penempatan *workstation* dibagi menjadi dua baris dengan cutting point yang ditentukan secara otomatis melalui perhitungan *Simulated Annealing*.

Terdapat parameter yang digunakan pada *Simulated Annealing* yang dapat diubah sesuai dengan kebutuhan, yaitu Temperatur Awal (T_0), Temperatur Akhir (T_{final}), dan *Cooling Rate* (α). Nilai setiap parameter yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} T_0 &= 100 \\ T_{final} &= 1 \\ \alpha &= 0.99 \end{aligned}$$

Parameter temperatur awal dan temperatur akhir menggunakan angka default atau angka umum digunakan dalam perhitungan. Sedangkan cooling rate

menggunakan nilai 0.99 dibandingkan 0.95 karena, menurut (Weyland, 2008) hasil yang didapatkan dapat lebih akurat dan menyeluruh meskipun iterasi menjadi lebih banyak.

Dalam penelitian ini algoritma *Simulated Annealing* dibangun dan dieksekusi menggunakan MATLAB. Input data yang dimasukkan adalah jumlah mesin, lebar mesin, *clearance* antar mesin, dan *from-to-chart* dengan rincian sebagai berikut:

- Jumlah mesin = 10 unit
- Lebar mesin = 1 m, 1.2 m, 0.77 m, 1.81 m, 1.57 m, 1.57 m, 0.123 m, 1 m, 2.48 m, 1.25 m

- *Clearance* antar mesin = 2 m
- *From-to-chart flow material* per harinya sesuai dengan Tabel 1.

d. *Modified Spanning Tree (MST)*

Perhitungan MST memerlukan data mengenai *from-to-chart* pada masing-masing *workstation* serta lebar mesin setiap *workstation*. Dengan adanya data *from-to-chart* dan lebar mesin maka dapat dilakukan perhitungan *adjacency weight matrix* dalam penentuan tata letak yang digambarkan pada Tabel 5.

Tabel 5. *Adjacency weight matrix*

Departemen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	223.2	0	0	0	0	0	0	3.74	0
2	0	-	214.9	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	-	236.9	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	-	265.7	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	-	257.0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	-	204.9	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	-	184.4	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	-	269.3	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	-	278.3
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

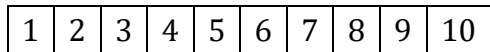
Penyusunan tata letak masing-masing *workstation* menggunakan nilai yang diperoleh dari *adjacency weight matrix*. Tidak seperti SA, metode MST hanya digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi SRLP saja.



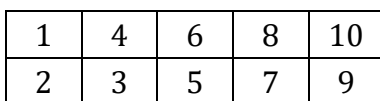
Gambar 5. *Layout usulan metode dimensionless block diagram*

HASIL DAN PEMBAHASAN

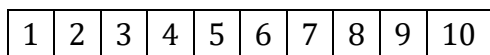
Terdapat tiga metode yang digunakan untuk membuat usulan perbaikan *layout*, yaitu *Dimensionless block diagram*, *Simulated Annealing*, dan *Modified Spanning Tree*. Gambar 5, 6, 7, dan 8 menunjukkan hasil usulan *layout* menggunakan ketiga metode tersebut.



Gambar 6. *Layout* usulan metode *simulated annealing single row*



Gambar 7. *Layout* usulan metode *simulated annealing double row*



Gambar 8. *Layout* usulan metode *modified spanning tree*

Dilakukan perbandingan pada masing-masing usulan perbaikan *layout* dari hasil *Simulated Annealing single row*, *Simulated Annealing double row*, dan MST. Perbandingan dilakukan dengan mengevaluasi total *travelled distance* yang merupakan hasil perkalian jarak antar titik tengah *workstation* dengan total frekuensi perpindahan antar *workstation*. Jarak *clearance* antar *workstation* adalah 2 m, maka didapatkan total *travelled distance* masing-masing metode pada Tabel 6.

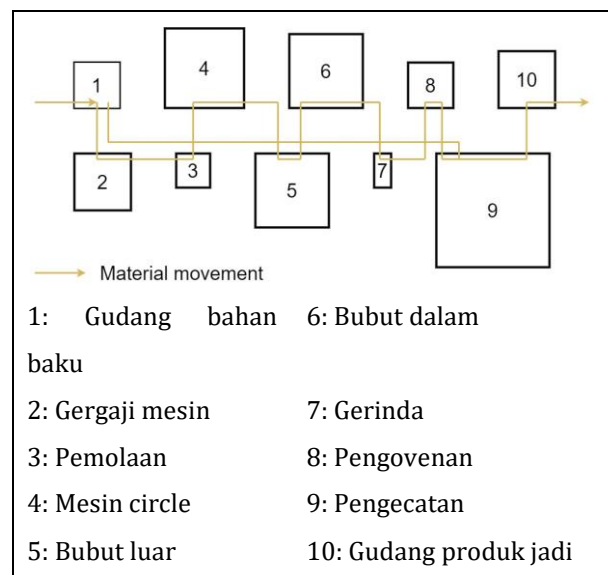
Tabel 6. Perbandingan total travel distance

Metode dan model	Total travel distance
<i>Simulated annealing - single row</i>	2138.396
<i>Simulated annealing - double row</i>	1082.248
<i>Modified spanning tree - single row</i>	2138.396

Perhitungan menggunakan metode *Simulated Annealing single row* dan MST mendapatkan pola tata letak fasilitas yang

sama. Sedangkan, metode *Simulated Annealing double row* memiliki hasil yang berbeda dan total *travelled distance* yang lebih kecil. Sehingga, jika dibandingkan nilai total *travelled distance* ketiganya, diperoleh bahwa metode *Simulated Annealing double row* lebih baik dan *layout* yang dihasilkan juga merupakan solusi paling optimal dan efektif untuk perbaikan tata letak produksi UKM XYZ. Gambar 9 merupakan hasil akhir *layout* usulan untuk perbaikan tata letak departemen produksi di UKM XYZ.

Perbaikan tata letak produksi mampu mempersingkat jarak perpindahan material antar departemen. Sehingga, waktu untuk proses produksi menjadi lebih cepat, karena berkurangnya waktu untuk *material handling*. Selain itu, juga dari segi biaya *material handling* maka dapat diminimalkan karena optimalisasi dari *layout* produksi.



Gambar 9. *Layout* usulan untuk departemen produksi

SIMPULAN

Penelitian ini melakukan perancangan kembali *layout* fasilitas

produksi UKM XYZ, sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses produksi UKM XYZ. Tiga metode digunakan untuk perancangan *layout*. Pada tahap pertama, *activity relationship* dan *Dimensionless block diagram* digunakan untuk merancang *layout* secara umum dengan mempertimbangkan baik fasilitas produksi dan non-produksi. Pada tahap kedua, algoritma SA dan MST digunakan untuk mengoptimasi penentuan letak departemen produksi untuk mengurangi total *travelled distance* dari perpindahan *material* antar departemen. Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas metode-metode tersebut menawarkan bentuk *layout* yang berbeda. Hasil perbandingan penggunaan metode SA *single row*, SA *double row* dan MST *single row* berdasarkan total *travelled distance* menunjukkan bahwa metode SA dengan model *double row layout* menghasilkan solusi terbaik dengan nilai total *travelled distance* sebesar 1082.248. Dengan adanya perbaikan ini maka proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien baik dari segi waktu, jarak, dan biaya. Dengan demikian, manufacturing lead time dapat berkurang, kapasitas produksi meningkat, dan dapat mengurangi resiko terjadinya keterlambatan pengiriman ke customer.

DAFTAR PUSTAKA

Adiyanto, O., & Rizky Paldo, M. (2019). Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi UKM Eko Bubut Menggunakan Metode Automated Layout Design Program (ALDEP). *Teknoin*, 25(2): 66-79.

Amaral, A. R. (2008). An Exact Approach to the Onedimensional Facility Layout Problem. *Operations Research*, 56(4): 1026-1033.

Aleisa, E. E., & Lin, L. (2005). *For effective facilities planning: layout optimization then simulation, or vice versa?* Proceedings of the Winter Simulation Conference. Orlando, FL, USA: IEEE.

Henderson, D., Jacobson, S. H., & Johnson, A. W. (2003). The theory and practice of simulated annealing. *Handbook of metaheuristics* (pp. 287-319). Springer, Boston, MA.

James M. Apple. (1990). *Tata letak Pabrik dan Pemindehan Bahan (3rd ed.)*. Bandung: ITB Bandung.

Maheswari, H., & Dany Firdauzy, A. (2015). Evaluasi Tata Letak Fasilitas Produksi Untuk Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada PT. Nusa Multi Laksana. *Jurnal Ilmiah Manajemen Dan Bisnis*, 1(3).

Rifai, A. P., Mara, S. T. W., Kusumastuti, P. A., & Wiraningrum, R. G. (2020). A Genetic Algorithm for the Double Row Layout Problem. *Jurnal Teknik Industri*, 22(2).

Rifai, A. P., Windras Mara, S. T., Ridho, H., & Norcahyo, R. (2021). The double row layout problem with safety consideration: a two-stage variable neighborhood search approach. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 1-15.

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities Planning (4th ed.)*. USA: John Wiley & Sons.

Weyland, D. (2008). *Simulated annealing, its parameter settings and the longest common subsequence problem*. Proceedings of the 10th annual conference on genetic and evolutionary computation, 803-810.

Wignjosoebroto, S. (2009). *Tata Letak Pabrik Dan Pemindehan*. Guna Widya (3rd ed.) Surabaya.

Polewangi, Y.D, Kusumawaty, D (2020). Perancangan Tata Letak Fasilitas Laboratorium Kalibrasi. *Jurnal Teknik dan Teknologi* 15(29),27-35.

Polewangi, Y.D, Sinulingga, S, Nazaruddin, N (2015). Perencanaan Ulang Layout dalam Upaya Peningkatan Utilisasi Kapasitas. *Industrial Engineering Journal* 4(1).