

Perancangan Tata Letak Fasilitas Industri *Bakery* dengan Pendekatan Model *Single Row* dan *Double Row Layout*

Achmad Pratama Rifai¹, Devita Ayuni Kusumaningsih², Alfarasyied Syahrizad³, Arista Adriani⁴, Fahreza Baskara Hediandra⁵, Ihsan Ramadhana⁶, Radhitya Virya Paramasuri Sunarso⁷, dan Syahdan Haris Abdilah⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}) Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No. 2, Yogyakarta, 55281
Email: achmad.p.rifai@ugm.ac.id

Abstrak

Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) merupakan kontributor besar terhadap perekonomian Indonesia. Akan tetapi, masih banyak UMKM yang bergelut pada isu kualitas produk dan proses produksi yang kurang efektif dan efisien. Salah satunya adalah XYZ Bakery di Bantul, Yogyakarta yang mengalami permasalahan dari segi peletakan area dan permesinan yang mengakibatkan tingginya waktu perpindahan material. Perbaikan diperlukan guna mendesain ulang tata letak departemen dan mesin agar memudahkan perpindahan barang dan kenyamanan pekerja. Langkah yang dilakukan mencakup observasi pabrik, desain tata letak, serta perbaikan dengan pertimbangan alur produksi, perpindahan barang, dan *allowance*. Metode analisis peletakan tata letak fasilitas menggunakan *Activity Relationship Diagram* dan *Dimensionless Block Diagram*. Dalam penelitian ini, optimasi peletakan mesin dilakukan menggunakan *Simulated Annealing* (SA) dan *Modified Spanning Tree* (MST). Hasil penelitian menunjukkan peletakan mesin secara *single row* dengan SA dan MST menghasilkan urutan sama. Sedangkan *layout* dengan *total travelled distance* terendah adalah hasil dari SA dengan skema *double row*.

Kata kunci: perancangan tata letak fasilitas; *single row layout*; *double row layout*; SA; MST; *total travelled distance*

Abstract

Micro, small, and medium enterprises (MSMEs) are a significant contributor to the Indonesian economy. However, many MSMEs still struggle with issues related to product quality and inefficient production processes. One example is XYZ Bakery in Bantul, Yogyakarta, which faces issues with the placement of its area and machinery, resulting in high material transfer times. To address this, redesigning the layout of departments and machinery is necessary to facilitate the movement of goods and improve worker comfort. The steps taken include observing the factory, designing the layout, and making improvements based on considerations of production flow, material transfer, and allowance. The facility layout analysis method uses Activity Relationship Diagram and Dimensionless Block Diagram. In this study, machine placement optimization is carried out using Simulated Annealing (SA) and Modified Spanning Tree (MST). The results show that machine placement in a single row with SA and MST yields the same sequence. Meanwhile, the layout with the lowest total traveled distance is the result of SA with a double row scheme.

Keywords: *facility layout*; *single row layout*; *double row layout*; SA; MST; *total travelled distance*

PENDAHULUAN

UMKM merupakan jenis usaha terbanyak dengan jumlah 65 juta unit menurut catatan Otoritas Jasa Keuangan (OJK) pada tahun 2020 dan berkontribusi sebesar 60% terhadap Produk Domestik Bruto Indonesia (Christy, 2021). Sayangnya, UMKM belum mampu berkembang secara optimal apalagi di era globalisasi saat ini. Permasalahan UMKM masih bergelut di bagian proses produksi. Berbeda dengan perusahaan besar yang notabene memiliki prosedur sistematis, standar, dan manajemen proses produksi yang baik, UMKM masih menghadapi permasalahan terkait kualitas produk yang belum seragam dan terstandardisasi, produksi tidak sesuai dengan permintaan, serta proses produksi yang belum berjalan secara efektif dan efisien.

Salah satu UMKM yang masih memiliki proses dan tata letak produksi yang belum efisien adalah XYZ Bakery yang berlokasi di Kabupaten Bantul, D. I. Yogyakarta. Usaha ini memproduksi roti semir selai cokelat yang didistribusikan ke berbagai toko di Kabupaten Bantul maupun melayani pembelian langsung di toko milik pribadi. XYZ Bakery memiliki total 15 fasilitas yang terdiri dari 8 fasilitas atau departemen produksi dan 7 fasilitas non produksi. Delapan departemen produksi terdiri dari 10 proses yang dimulai dari *mixing*, *rolling*, *belt land*, pencetakan, *proofing*, oven, pendinginan, pemotongan, pengolesan selai, sampai dengan *packing*. Sementara itu, 7 fasilitas non produksi terdiri dari toilet, dapur, mushola, parkir, gudang bahan baku, gudang roti, dan tempat cetakan.

Rangkaian proses produksi roti memerlukan waktu tujuh jam kerja yang dimulai dengan proses *mixing* bahan adonan seperti telur dan tepung hingga mengemas roti semir selai coklat yang sudah jadi. Adapun jumlah pekerja di XYZ Bakery adalah sebanyak 11 pekerja dengan kapasitas produksi mencapai 440 unit per hari. Jenis *layout* pabrik adalah *product layout* karena hanya memiliki satu jenis produk yakni roti semir selai coklat. Selain itu, sistem produksi XYZ Bakery termasuk ke dalam *make to stock* karena memproduksi terlebih dahulu dan tidak menunggu pesanan masuk.

Permasalahan yang dihadapi oleh XYZ Bakery adalah terkait proses produksi yang kurang efisien dan efektif dari segi peletakan area dan mesin yang menyebabkan tingginya total waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan material. Maka dari itu, perlu adanya sebuah perbaikan untuk mendesain tata letak departemen dan mesin di pabrik agar bisa mendukung proses produksi yang berjalan secara optimal dari segi perpindahan barang serta kenyamanan pekerja. Hal inilah yang melatarbelakangi penulis untuk merancang tata letak fasilitas industri *bakery* menggunakan pendekatan model *single row* dan *double row layout*.

Penelitian ini mengusulkan penggunaan beberapa metode dalam penyusunan layout. *Activity Relationship Diagram* (REL chart) dan *Dimensionless Block Diagram* (DBD) diaplikasikan untuk penyusunan layout perusahaan secara umum, dengan mempertimbangkan seluruh fasilitas produksi maupun non-produksi. Setelah itu, penelitian ini mengembangkan *Simulated Annealing* (SA) untuk mengoptimasi peletakan dari fasilitas produksi, dengan fungsi tujuan meminimumkan jarak yang ditempuh (*total travelled distance*) sehingga didapatkan *layout* yang lebih efisien.

TINJAUAN PUSTAKA

Perancangan tata letak fasilitas dilakukan untuk mencapai optimalisasi penggunaan lahan. Salah satu metode umum yang digunakan untuk analisis dan perancangan tata letak fasilitas adalah REL chart dan DBD. Sukmawara dan Suliantoro (2016) melakukan penelitian yang menghasilkan alternatif rancangan tata letak fasilitas untuk CV Sempurna Boga Makmur menggunakan metode DBD yang disusun berdasarkan kedekatan departemen yang disajikan dalam matriks REL chart. Victoria et al. (2017) juga menggunakan metode tersebut dalam merancang tata letak fasilitas dengan didahului analisis model bisnis kanvas

dan aliran proses dalam fasilitas yang menghasilkan alternatif tata letak fasilitas yang efektif. Permatasari et al. (2020) menggunakan REL chart dan DBD untuk menyusun rancangan alternatif tata letak fasilitas di PT Sendanis Jaya Makmur dengan tujuan meminimasi cacat produk dan biaya produksi.

Dalam permasalahan perancangan tata letak fasilitas untuk fasilitas produksi, terdapat model single-row dan double-row layout. Single row layout adalah tipe peletakan klasik dari fasilitas dimana mesin dan workstation ditata pada satu sisi dari jalur material handling (Keller et al., 2015). Beberapa metode dapat digunakan untuk penyelesaian tipe layout ini, salah satunya adalah Modified Spanning Tree (MST). Christiyono dan Singgih (2015) menggunakan MST untuk merancang tata letak fasilitas pada departemen produksi dengan kriteria kesamaan dimensi produk yang menghasilkan single-row layout dengan frekuensi perpindahan material minimum. Tannady (2013) juga menggunakan metode MST untuk menyusun tata letak etalase penyimpanan yang tersusun secara serial.

Double-row layout merupakan salah satu jenis tata letak fasilitas produksi di mana mesin dan workstation ditempatkan pada dua baris atau koridor. Dalam double-row layout, mesin dan workstation diatur secara bergantian pada setiap baris atau koridor, sehingga setiap mesin atau workstation memiliki akses yang mudah dan cepat ke mesin atau workstation lainnya. Keuntungan dari double-row layout adalah peningkatan efisiensi ruang, karena dapat menempatkan lebih banyak mesin dan workstation pada ruang yang sama dibandingkan dengan single-row layout. Selain itu, double-row layout juga dapat meningkatkan efisiensi material handling, karena mesin dan workstation yang terkait dapat ditempatkan berdekatan dan meminimalkan perpindahan material yang jauh.

Amaral (2013) menggunakan formulasi mixed-integer programming untuk mengalokasikan tata letak mesin dalam fasilitas lini fabrikasi Liquid Crystal Display (LCD) ke dalam dua baris atau koridor. Metode optimasi lain yang cukup populer digunakan dalam penyusunan tata letak mesin dalam fasilitas produksi adalah metode metaheuristics. Rifai et al. (2020) mengembangkan Genetic Algorithm untuk penyelesaian double-row layout. Sihite et al. (2015) menggunakan metode SA untuk menyusun ulang tata letak mesin produksi di PT DEF, dan berhasil menghemat biaya material handling sebesar 18,11%. Pada penelitian terkini, Rifai et al. (2022) mengusulkan Variable Neighborhood Search untuk optimasi double-row layout dengan mempertimbangkan faktor safety.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, metode metaheuristik mampu menghasilkan performa yang baik dalam menghasilkan layout dengan total jarak yang minimal. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan SA untuk menyelesaikan permasalahan layout di XYZ bakery dengan mengusulkan pola single-row dan double-row layout.

METODE PENELITIAN

Activity Relationship Diagram

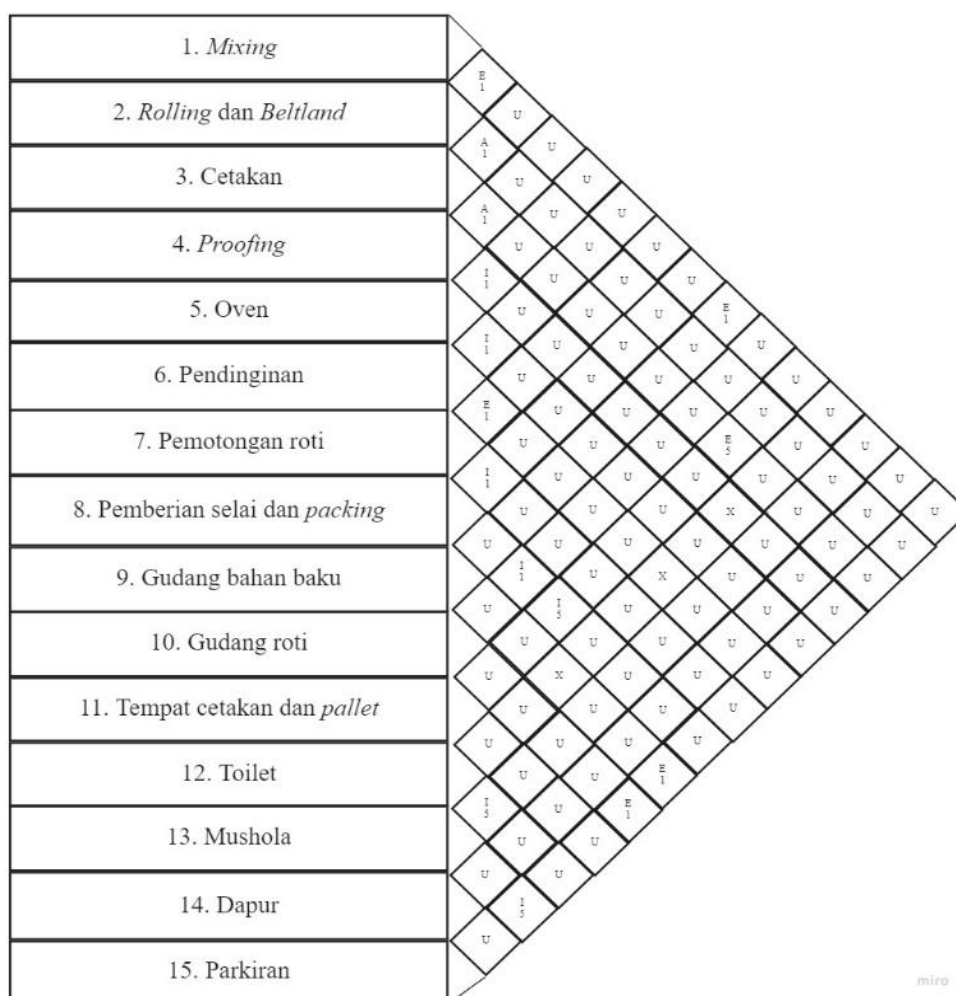
Activity Relationship Diagram merupakan suatu teknik yang digunakan dalam merencanakan keterkaitan antar stasiun kerja menurut derajat hubungan kegiatan yang tercermin dalam penilaian berupa huruf dan angka yang menunjukkan alasan untuk sandi tersebut (Safitri et al., 2017).

Langkah yang dilakukan untuk membangun REL *Chart* dimulai dengan mengidentifikasi segala aktivitas yang terlibat meliputi departemen, area kerja, kantor, *locker rooms*, dan fasilitas lain. Tahapan berikutnya yaitu menuliskan semua daftar departemen ke dalam *chart* kemudian menentukan hubungan (*letter code*) untuk setiap pasangan departemen dengan alasan (*reason*) yang jelas dan logis. Langkah terakhir adalah melakukan *review* terhadap REL *chart* terutama untuk penentuan hubungan antar departemen (Heragu, 2008). Tabel 1 menunjukkan *closeness rating* dan

reason code dalam REL Chart. Adapun untuk REL Chart yang merepresentasikan hubungan kedekatan antar departemen di XYZ Bakery ditunjukkan oleh Gambar 1.

Tabel 1. Closeness Rating dan Reason Code (Heragu, 2008)

Closeness Rating		Reason Code	
Rating	Definisi	Kode	Alasan
A	<i>Absolutely Necessary</i>	1	<i>Flow of material</i>
E	<i>Especially Important</i>	2	<i>Ease of supervision</i>
I	<i>Important</i>	3	<i>Common personnel</i>
O	<i>Ordinary Closeness OK</i>	4	<i>Contact Necessary</i>
U	<i>Unimportant</i>	5	<i>Conveniencies</i>
X	<i>Undesirable</i>		



Gambar 1. REL Chart XYZ Bakery

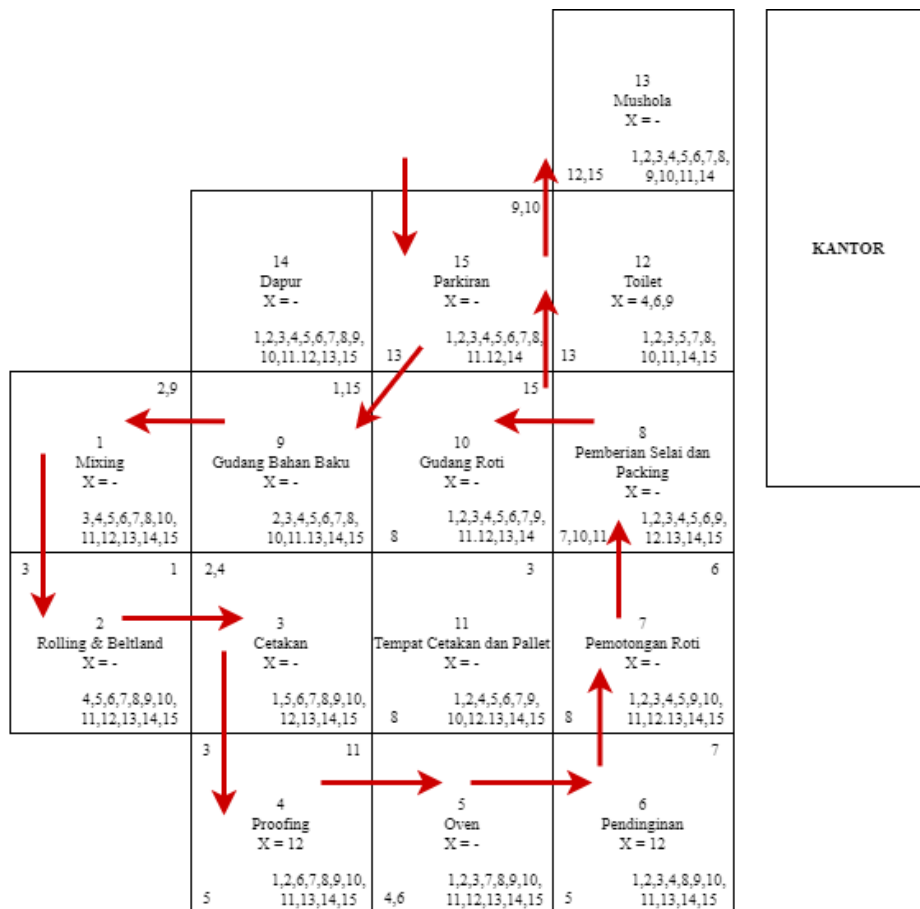
Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa ada beberapa rating X yang menunjukkan hubungan antar departemen bersifat *undesirable* salah satunya ialah hubungan gudang bahan baku dengan toilet. Alasan di balik pemberian rating tersebut diperkuat dengan penelitian Manajemen Sistem Penyelenggaraan Makanan Institusi oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2018) yang menyatakan bahwa toilet harus dibangun jauh dari tempat pengelolaan bahan pangan sebagai langkah pencegahan kontaminasi bahan baku.

Dimensionless Block Diagram

DBD merupakan percobaan tata letak pertama dan merupakan hasil dari *Activity Relationship Chart* dan *Worksheet* (Stephens & Meyers, 2013). Penelitian ini menggunakan langkah penyusunan DBD menurut Stephens dan Meyers (2013). Tabel 2 menunjukkan *Activity Relationship Worksheet XYZ Bakery*. Data ini digunakan untuk membuat *layout* dengan DBD dengan urutan departemen 2-3-4-1-9-11-15-10-5-6-7-8-13-14-12 yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Activity Relationship Worksheet

No	Aktivitas	A	E	I	O	U	X
1	Mixing		2,9			3,4,5,6,7,8,10,11,12,13,14,15	
2	Rolling and Beltland	3	1			4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	
3	Cetakan	2,4	11			1,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15	
4	Proofing	3		5		1,2,6,7,8,9,10,11,13,14,15	
5	Oven			4,6		1,2,3,7,8,9,10,11,12,13,14,15	
6	Pendinginan		7	5		1,2,3,4,8,9,10,11,13,14,15	
7	Pemotongan Roti		6	8		1,2,3,4,5,9,10,11,12,13,14,15	
8	Pemberian Selai dan Packing			7,10,11		1,2,3,4,5,6,9,12,13,14,15	
9	Gudang Bahan Baku	1,15				2,3,4,5,6,7,8,10,11,13,14,15	12
10	Gudang Roti		15	8		1,2,3,4,5,6,7,9,11,12,13,14	
11	Tempat Cetakan dan Palet		3	8		1,2,4,5,6,7,9,10,12,13,14,15	
12	Toilet				13	1,2,3,5,7,8,10,11,14,15	
13	Mushola			12,15		1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,14	
14	Dapur					1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15	
15	Parkiran		9,10	13		1,2,3,4,5,6,7,8,11,12,14	



Gambar 2. Dimensionless Block Diagram XYZ Bakery

Simulated Annealing (SA)

Simulated Annealing adalah salah satu metode optimisasi global yang digunakan untuk menemukan solusi optimal dalam masalah-masalah optimasi yang kompleks, seperti QAP, TSP, dan graph partitioning problem. Metode ini mirip dengan proses pemadatan material pada proses metalurgi, dimana material dipanaskan lalu didinginkan secara perlahan untuk mengurangi kekasaran pada permukaan benda.

Dalam SA, sebuah masalah optimasi dianggap sebagai sistem fisik yang berada pada suhu tertentu. Solusi-solusi yang dihasilkan dalam proses optimisasi dianggap sebagai konfigurasi fisik yang berbeda-beda, yang memiliki energi potensial yang berbeda pula. Konfigurasi dengan energi potensial rendah dianggap sebagai solusi optimal.

Langkah optimasi layout menggunakan algoritma SA dimulai dengan menentukan parameter yang terdiri dari temperatur awal (T_0), temperatur akhir (T_{final}), dan cooling rate (α) serta memasukkan semua informasi yang dimiliki seperti data mesin dan from-to-chart. Langkah selanjutnya adalah menyusun solusi awal yaitu urutan mesin. Kemudian, dihitung fitness dengan fungsi tujuan meminimumkan jarak yang ditempuh (total travelled distance). Berikutnya, dilakukan inisialisasi temperatur saat ini (current temperature) sama dengan T_0 dan mulai melakukan proses iterasi. Langkah selanjutnya adalah melakukan modifikasi solusi menggunakan local search.

Penelitian ini menggunakan tiga operator untuk local search yang diadopsi dari penelitian Lin et al. (2012), yaitu operasi swap, insertion, dan inversion. Tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan fitness dan delta (Δ) yaitu $f(x_{new}) - f(x)$, di mana $f(x)$ merupakan total travelled distance. Kemudian dilakukan kriteria metropolis untuk penerimaan solusi dan menyesuaikan current temperature ($T = \alpha T$). Langkah terakhir adalah mengulangi iterasi hingga kriteria terpenuhi, yaitu saat $T \leq T_{final}$, dan mencatat solusi terbaik dengan objektif minimum. Algoritma SA untuk mendapatkan hasil layout mesin yang optimal dalam model single dan double-row layout dalam penelitian ini dibangun dan dieksekusi menggunakan MATLAB.

Modified Spanning Tree (MST)

Metode MST adalah metode yang digunakan untuk menentukan urutan fasilitas. Beberapa variabel data yang diperlukan dalam metode ini adalah *from-to chart* simetris dan ukuran panjang fasilitas. Heragu (2008) memaparkan bahwa algoritma *spanning tree* ini mencoba untuk mencari sebuah pohon atau *tree* (sekumpulan tepi (*edge*) yang menghubungkan setiap sudut (*vertex*) satu sama lain tanpa pengulangan) yang membentangkan semua sudut sedemikian rupa sehingga jumlah bobot *edges* dapat diminimumkan atau dimaksimumkan. Apabila mesin dianggap sebagai sudut (*vertices*) dan pasangan mesin yang saling berdekatan dihubungkan oleh *edge* dengan bobot *edge* sama dengan aliran produk dan jarak antar mesin yang berdekatan tersebut, maka algoritma MST ini mencoba mengembangkan sebuah *layout* dengan menempatkan pada lokasi yang berdekatan pasangan mesin tersebut yang memiliki kontribusi terbesar terhadap fungsi objektif jika diletakkan bersebelahan.

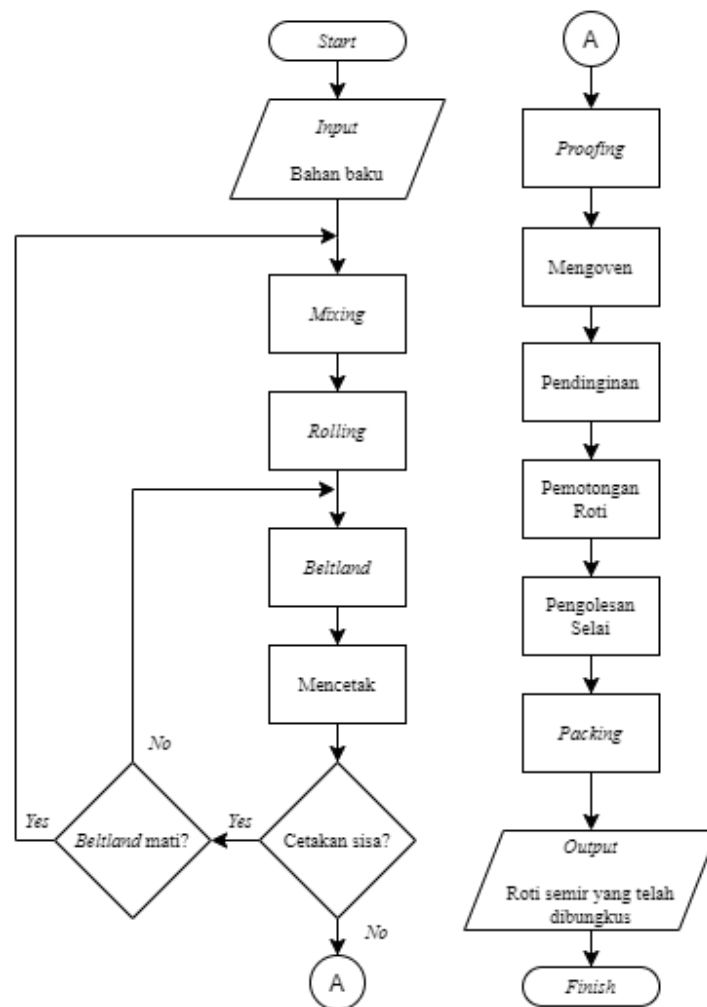
HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Proses

Tipe *layout* produksi yang digunakan oleh XYZ Bakery adalah *product layout* karena hanya menghasilkan satu jenis produk yaitu roti semir selai coklat. Deskripsi alur proses produksi XYZ Bakery seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3 antara lain sebagai berikut:

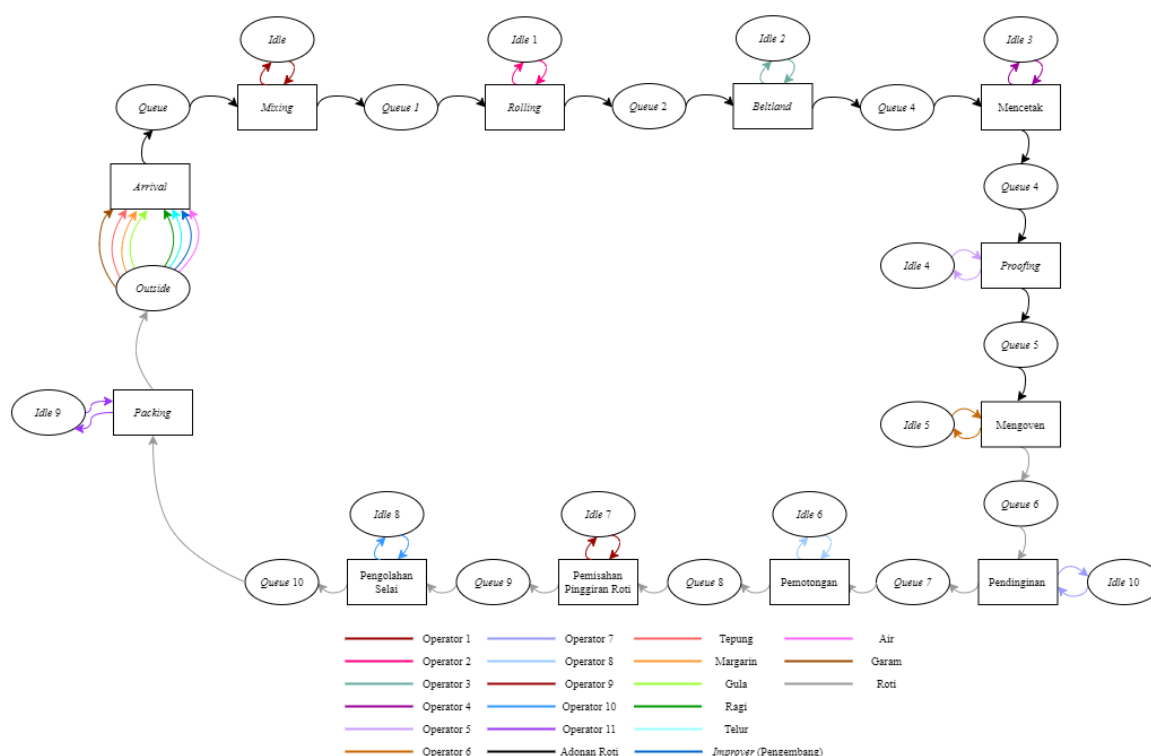
1. *Mixing*, yaitu proses pencampuran bahan baku roti (tepung, margarin, gula, ragi, telur, pengembang, air, garam) menjadi adonan.

2. *Rolling*, yaitu proses yang dilakukan untuk membuat adonan menjadi tercampur secara merata, halus, padat, dan pipih.
3. *Belt land*, yaitu proses membentuk adonan pipih sesuai ukuran cetakan.
4. *Cetakan*, yaitu proses memasukkan adonan yang sudah dibentuk ke dalam sebuah wadah cetakan.
5. *Proofing*, yaitu proses menunggu adonan hingga mengembang.
6. *Oven*, yaitu proses memanggang adonan roti sampai dengan matang.
7. *Pendinginan*, yaitu proses menunggu roti yang sudah selesai dioven agar menjadi dingin untuk proses *finishing*.
8. *Memotong roti*, yaitu proses pemotongan balok roti menjadi lembaran roti.
9. *Memberi selai*, yaitu proses pemberian selai rasa coklat pada lembaran roti.
10. *Packing*, yaitu proses membungkus roti yang sudah jadi ke dalam plastik pembungkus.



Gambar 3. Flowchart Alur Proses Produksi XYZ Bakery

Aktivitas produksi roti di XYZ Bakery digambarkan dengan Activity Cycle Diagram (ACD) yang melibatkan beberapa entitas. Gambar 4 menunjukkan ACD produksi roti semir coklat di XYZ Bakery. Jumlah pekerja di setiap workstation (WS) produksi adalah satu orang per WS, kecuali untuk proses packing yang dilakukan oleh dua orang, sehingga total pekerja di bagian produksi adalah sebanyak 11 orang dengan jam kerja setiap hari mulai pukul 07.00 sampai dengan 14.00, atau selama tujuh jam kerja.



Gambar 4. Activity Cycle Diagram (ACD) XYZ Bakery

Tabel 3. Rincian Fasilitas Tiap Departemen

No	Departemen	Machine/ Tools	Panjang x Lebar (m)
Fasilitas Produksi			
1	Mixing	Mixer	1 x 1
2	Rolling dan Beltland	Roller Beltland	1 x 1 5 x 1
3	Cetakan	Meja	3 x 1
4	Proofing	Rak	6 x 2
5	Oven	Oven	2 x 2
6	Pendinginan	Rak	2 x 3
7	Pemotongan roti	Meja	1 x 1
8	Pemberian selai dan Packing	Meja	2 x 2
Fasilitas Non Produksi			
9	Gudang roti	Rak	7 x 1
10	Tempat cetakan dan palet	Rak	3 x 3
11	Toilet (akomodasi allowance disabilitas)	Toilet wanita Toilet pria	2 x 2 2 x 2
12	Dapur	Rak Meja	1 x 1 1 x 1

Dalam perancangan tata letak, setiap departemen memiliki ukuran tertentu, beserta allowance. Penentuan allowance dalam penelitian ini mengacu pada aisle allowance estimates yang dijelaskan oleh Heragu (2008). Allowance yang digunakan untuk seluruh departemen produksi dan dua departemen non-produksi (gudang bahan baku dan gudang roti) adalah sebesar 10% karena muatan berupa roti berada di atas palet berukuran kurang dari 1,8 m, dan troli untuk material handling memiliki lebar 0,5 m. Selain itu, allowance untuk departemen non-produksi sebesar 5%, karena hanya dilalui oleh pekerja, dan untuk kantor tidak ada allowance karena letaknya terpisah dari bangunan. Setiap departemen produksi dilengkapi dengan mesin atau peralatan, seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 4. Space Requirement Worksheet

Kode	Proses	Panjang x Lebar (m)	Luas (m ²)	Blok
Fasilitas Produksi				
1	Mixing	4 x 7	28	7
2	Rolling dan Beltland	5 x 8	40	10
3	Cetakan	5 x 4	20	5
4	Proofing	7 x 4	28	7
5	Oven	3 x 4	12	3
6	Pendinginan	3 x 4	12	3
7	Pemotongan roti	3 x 4	12	3
8	Pemberian selai dan packing	3 x 4	12	3
Fasilitas Non Produksi				
9	Gudang bahan baku	3 x 4	12	3
10	Gudang roti	4 x 8	32	8
11	Tempat cetakan dan palet	4x 4	16	4
12	Toilet (Pria dan Wanita)	4x 4	16	4
13	Mushola	2 x 4	8	2
14	Dapur	2 x 4	8	2
15	Parkiran	6 x 8	48	12
Total			304	76

Tabel 4 menunjukkan Space Requirement Worksheet pada XYZ Bakery, di mana allowance tidak lagi ditambahkan pada bagian manufacturing karena perhitungan allowance sudah dimasukkan pada setiap workstation. Luasan yang diperlukan kemudian dikonversi ke dalam satuan blok, dimana setiap blok mewakili 4 m². Selanjutnya, matriks from-to-chart yang menunjukkan jumlah frekuensi perpindahan material antar departemen ditunjukkan oleh Gambar 5.

	Workstation	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Mixing		1						
2	Rolling dan Beltland			2					
3	Cetakan				2				
4	Proofing					2			
5	Oven						2		
6	Pendinginan							2	
7	Pemotongan roti								4
8	Pemberian selai dan packing								

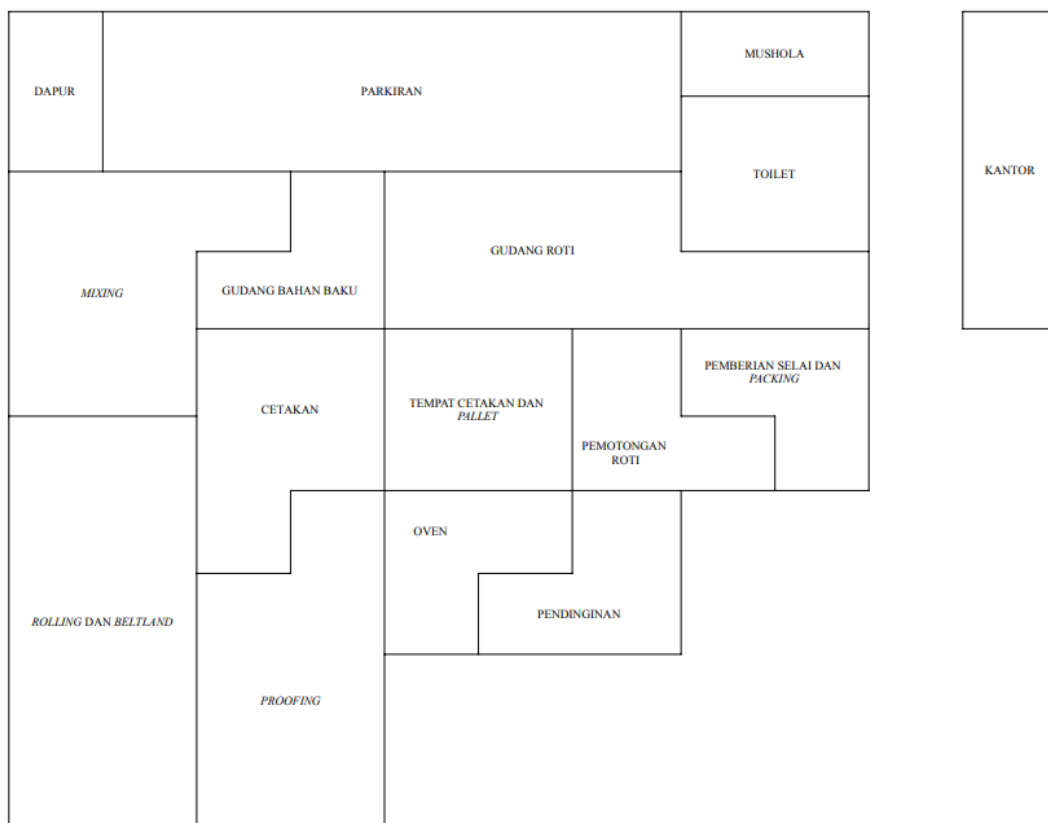
Gambar 5. From-to-chart

Hasil Area Allocation (DBD)

Informasi dari REL chart digunakan sebagai bahan untuk menyusun tata letak fasilitas industri berdasarkan kedekatan antar departemen yang direpresentasikan dalam bentuk rating dan data luasan dalam bentuk blok. Bentuk layout XYZ Bakery berdasarkan nilai kedekatan antar departemen yang didapatkan dari nilai rating REL chart ditunjukkan pada Gambar 6 sebelum penambahan kantor. Selanjutnya, layout final fasilitas XYZ Bakery menggunakan metode DBD yang sudah ditambahkan dengan kantor ditunjukkan pada Gambar 7.

14	15	15	15	15	15	15	13	13
14	15	15	15	15	15	15	12	12
1	1	1	9	10	10	10	12	12
1	1	9	9	10	10	10	10	10
1	1	3	3	11	11	7	8	8
2	2	3	3	11	11	7	7	8
2	2	3	4	5	5	6		
2	2	4	4	5	6	6		
2	2	4	4					
2	2	4	4					

Gambar 6. Layout Sebelum Penambahan Kantor



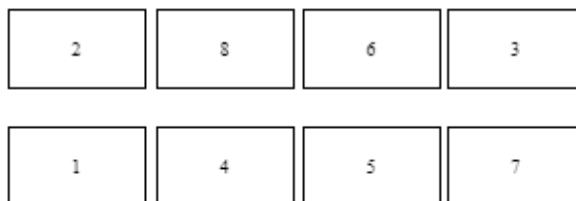
Gambar 7. Layout Final Menggunakan DBD

Hasil *Simulated Annealing* (SA)

Penentuan layout mesin menggunakan metode SA menghasilkan solusi terbaik 1-2-3-4-5-6-7-8 dan total jarak tempuh (traveled distance) sebesar 95 pada single-row layout seperti yang diilustrasikan pada Gambar 8. Di sisi lain, double-row layout menghasilkan solusi terbaik yaitu 2-8-6-3-1-4-5-6-7 dan total jarak tempuh sebesar 90, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 9.



Gambar 8. Hasil *Layout Optimal Single-row SA*



Gambar 9. Hasil *Layout Double-row SA*

Hasil Modified Spanning Tree (MST)

Penentuan *layout XYZ Bakery* menggunakan algoritma MST menghasilkan *layout* dengan urutan departemen 1-2-3-4-5-6-7-8 dan total jarak tempuh sebesar 95. Ilustrasi *layout* dengan algoritma MST ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil *Layout MST*

Perbandingan Hasil Layout Dengan Algoritma MST dan SA

Analisis penentuan tata letak optimal dalam penelitian ini menggunakan algoritma SA dan MST. Adapun perbandingan hasil analisis kedua algoritma ini ditunjukkan dalam Tabel 5 berikut. Hasil *layout* menggunakan skema *double-row* memiliki *total travelled distance* yang lebih baik dibandingkan dengan skema *single-row*. Disamping itu, skema *double-row* juga memaksimalkan penggunaan lahan dengan meminimalkan luasan yang diperlukan untuk lorong.

Tabel 5. Perbandingan *Layout* Menggunakan Algoritma MST dan SA

Model dan algoritma	Sequence	Total Travelled Distance
Single-row MST	1-2-3-4-5-6-7-8	95
Single-row SA	1-2-3-4-5-6-7-8	95
Double-row SA	Row pertama: 2-8-6-3 Row kedua: 1-4-5-6	90

PENUTUP

Simpulan

Penelitian ini merancang dan menentukan tata letak fasilitas dan mesin pada XYZ Bakery menggunakan tiga metode. Peletakan area departemen di pabrik XYZ Bakery menggunakan metode *REL chart* dan *DBD* dengan mempertimbangkan faktor tingkat kepentingan beserta alasan dan ukuran setiap departemen. Sementara itu, untuk menentukan peletakan mesin yang optimal, digunakan metode SA dan MST. Pada perbandingan ketiga hasil *layout* yang dibangun dengan algoritma SA dan MST serta pada model *single-row* dan *double-row layout*, diperoleh *double-row layout* menggunakan SA sebagai *layout final* dengan nilai total jarak tempuh yang paling rendah yaitu sebesar 90.

Saran

Hasil penelitian ini mengusulkan *layout baru* sehingga proses produksi di XYZ Bakery bisa menjadi lebih efektif dan efisien. Selain mempertimbangkan jarak dan waktu perpindahan material, penelitian selanjutnya dalam menyusun tata letak fasilitas dan mesin dapat mengusulkan jenis peralatan *material handling* yang sesuai dengan mempertimbangkan biaya *material handling*.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaral, A. R. (2013). Optimal Solutions for The Double Row Layout Problem. *Optimization Letters*, Vol. 7(2), 407-413.
- Christy, F. E. (2021). Jumlah UMKM di Indonesia. Jakarta: Tempo.co. Tersedia pada: <https://data.tempo.co/read/1111/jumlah-umkm-di-indonesia>.
- Christiyono, D. E., & Singgih, M. L. (2015). Perbaikan *Layout* Pabrik Dengan Algoritma CORELAP, MST, CRAFT dan Pertimbangan *Material Handling* (Studi Kasus di PT XYZ). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXII*, 10, 1-7.
- Heragu, S. (2008). *Facilities Design (3rd Ed.)* Boca Raton: CRC Press.
- Keller, B., & Buscher, U. (2015). Single row layout models. *European Journal of Operational Research*, Vol 245(3), 629-644.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). Manajemen Sistem Penyelenggaraan Makanan Institusi. *Bahan Ajar Gizi*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Lin, S. W., & Vincent, F. Y. (2012). A simulated annealing heuristic for the team orienteering problem with time windows. *European Journal of Operational Research*, Vol. 217(1), 94-107.
- Permatasari, A., Pramandha, F., Karima, M., & Santoso, E. (2020). Relayout Facility to Minimize Defects and Production Cost in PT Sendanis Jaya Makmur. *The 3rd International Conference on Eco Engineering Development*, 426, 1-9, doi:10.1088/1755-1315/426/1/012166.
- 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), 85-92.
- Rifai, A. P., Windras Mara, S. T., Ridho, H., & Norcahyo, R. (2022). The double row layout problem with safety consideration: a two-stage variable neighborhood search approach. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 39(3), 181-195.
- Safitri, N. D., Ilmi, Z., & Kadafi, M. A. (2017). Analisis Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode *Activity Relationship Chart* (ARC). *Jurnal Manajemen*, Vol. 9(1), 38-47.
- Sihite, E. M., Febianti, E., & Ilhami, M. A. (2015). Usulan Perbaikan *Layout* Produksi *Project FAB OF Resin* Untuk Meminimasi Ongkos *Material Handling* Menggunakan Metode *Simulated Annealing*. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 3(1).
- Stephens, M. P., & Meyers, F. E. (2013). *Manufacturing Facilities Design and Material Handling (5th Edition)*. Indiana: Purdue University Press.
- Sukmawara, A. N., & Suliantoro, H. (2016). Analisa Fasilitas dan Merancang Tata Letak Fasilitas Yang Baik pada CV Sampurna Boga Makmur. *Industrial Engineering Online Journal*, Vol. 5(4), 1-6.
- Tannady, H. (2013). Pengaturan Ulang Urutan Tata Letak Seri Antar Etalase. *Journal of Industrial Engineering & Management Systems*, Vol. 6(2), 1-7.
- Victoria, A. M. A. O., Suwandi, M. D., Pratiwi, T., & Zuraida, R. (2017). *Tata Letak Fasilitas Toko Buku Tematik*. Jakarta: Binus University.