

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori dasar

2.1.1 Tata Letak Pabrik

Tata letak adalah elemen dasar dalam industri. Tata letak pabrik atau fasilitas diartikan sebagai cara mengatur fasilitas pabrik untuk mendukung kelancaran proses produksi. Secara umum, tata letak pabrik yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan efisiensi dan, dalam beberapa kasus, berperan dalam menjaga kelangsungan hidup serta keberhasilan operasi suatu industri (Gusti et al., 2023). Karena aktivitas produksi dalam suatu industri biasanya berlangsung dalam jangka waktu yang lama dengan tata letak pabrik yang cenderung tetap, maka setiap kesalahan dalam perencanaan tata letak ini dapat mengakibatkan kerugian yang signifikan. Tata letak pabrik dapat diartikan sebagai cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik untuk mendukung kelancaran proses produksi. Pengaturan ini mencakup pemanfaatan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran perpindahan material, penyimpanan material baik yang bersifat sementara maupun permanen, serta penempatan personil pekerja dan lain-lain. Dalam pengertian yang lebih spesifik, tata letak pabrik berarti penyusunan fasilitas fisik pabrik tersebut (Sienera et al., 2022).

Perubahan tata letak stasiun kerja jarang dilakukan karena membutuhkan biaya yang tinggi. Penempatan fasilitas harus dipertimbangkan dengan cermat untuk memastikan keefektifan dan efisiensi tata letak, agar tidak mengurangi

kinerja keseluruhan stasiun kerja. Perencanaan tata letak fasilitas melibatkan beberapa metode, antara lain:

1. Mengidentifikasi fasilitas yang diperlukan untuk mendukung desain tata letak.
2. Menentukan ukuran dan bentuk fasilitas, lalu menempatkannya dalam ruang pabrik yang terbatas.
3. Untuk menempatkan fasilitas sementara secara efisien, diperlukan optimasi dalam perencanaan tata letak. Optimasi tata letak dilakukan dengan mencari lokasi sementara yang memerlukan biaya terendah. Beberapa batasan dalam masalah tata letak fasilitas termasuk keseluruhan fasilitas yang harus ditempatkan di dalam lokasi pabrik. (Prayogo et al., 2019).

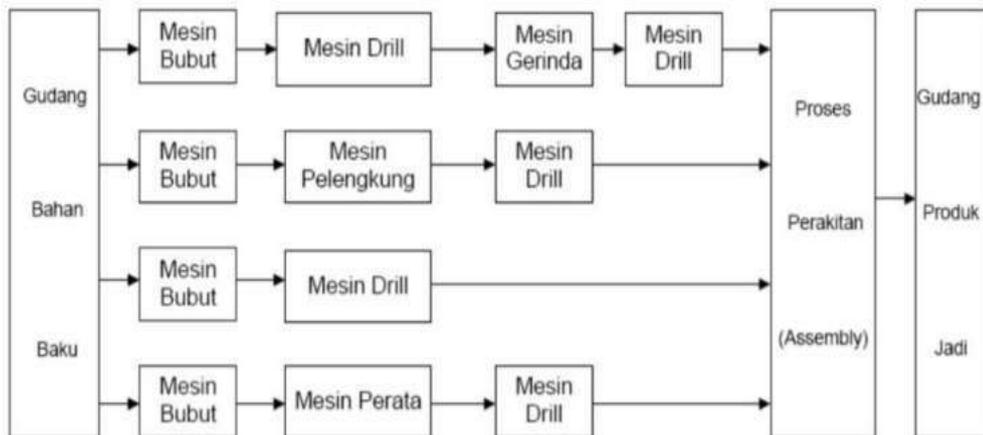
2.1.2 Tipe-Tipe Tata Letak

Menurut Silmi Saffanah (2023) dalam merancang tata letak pabrik, penting untuk memahami terlebih dahulu jenis-jenis tata letak pabrik sebagai dasar perancangan. Pemahaman ini diperlukan dalam perencanaan tata letak pabrik karena dapat menentukan keberhasilan strategi manufaktur yang telah ditetapkan. Secara umum, terdapat 4 jenis tata letak:

1. Tata letak Produk (*Product Layout*)

Product Layout digunakan untuk pabrik yang memproduksi satu jenis atau kelompok produk dalam jumlah besar dan dalam jangka waktu yang lama. Dalam tata letak ini, mesin dan fasilitas produksi lainnya diatur sesuai urutan proses yang telah ditentukan dalam aliran produksi. Setiap komponen bergerak

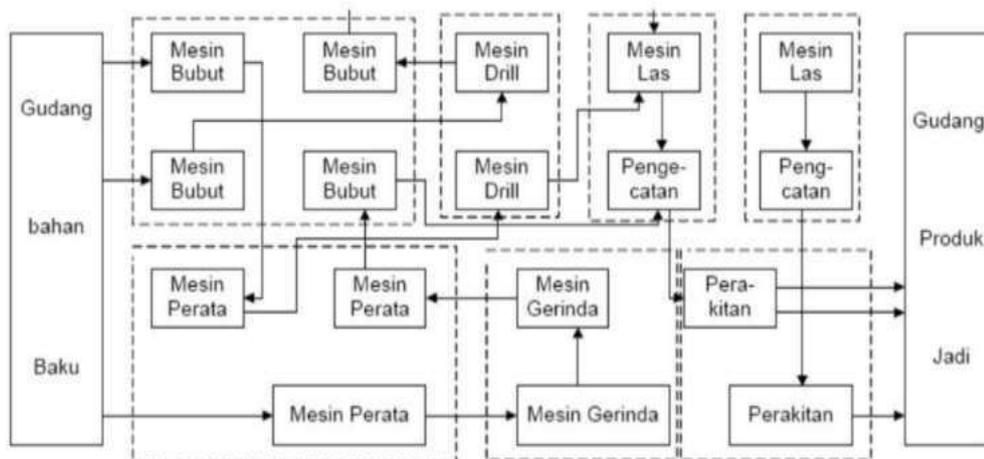
dari satu mesin ke mesin berikutnya, melalui seluruh tahapan operasi yang diperlukan. *Product Layout* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 *Product Layout*

2. Tata letak Proses (*Process Layout*)

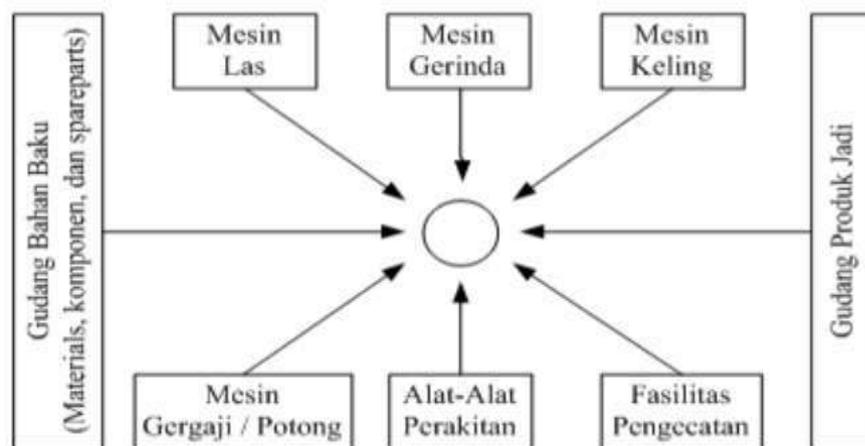
Dalam tipe tata letak ini, semua mesin dan peralatan ditempatkan dalam ruang yang sama. Pola ini biasanya diterapkan pada perusahaan yang memproduksi berdasarkan pesanan atau *job shop*, seperti yang terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Process Layout*

3. Tata letak Tetap (*Fixed Layout*)

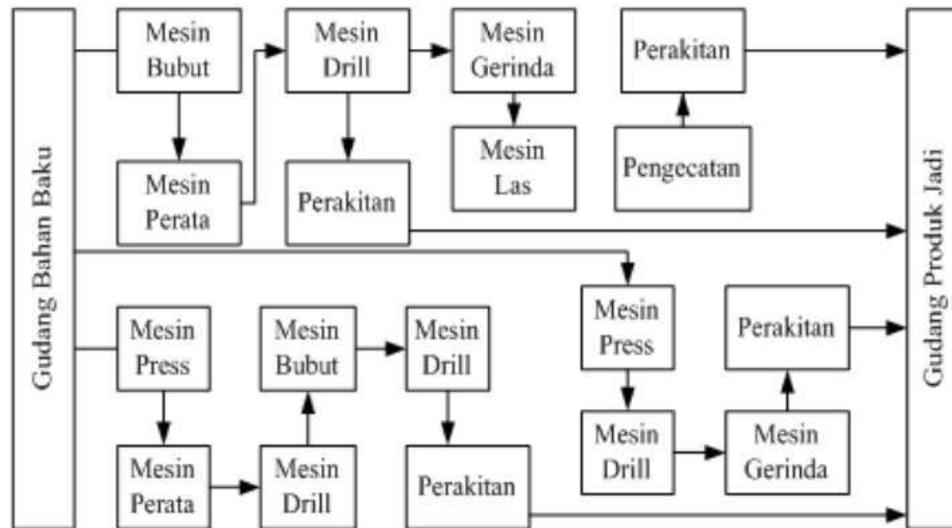
Pada tata letak posisi tetap (*fixed Layout*), material atau benda yang akan dikerjakan tetap berada di satu lokasi. Seluruh mesin, peralatan, operator, dan bahan tambahan dibawa ke lokasi tersebut. Bahan baku utama biasanya sangat berat dan tidak bisa dipindahkan. Tata letak ini biasanya digunakan dalam industri kapal atau pembuatan pesawat terbang, seperti yang terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 *Fixed Layout*

4. Tata letak Teknologi Kelompok (*Group Technology Layout*)

Tata letak teknologi kelompok ini bertujuan untuk mengelompokkan komponen (*part*) agar membentuk *product families*, berdasarkan kesamaan dalam urutan pemrosesan, bentuk, komposisi bahan, kebutuhan peralatan, kebutuhan penanganan/penyimpanan/pengendalian, dan sebagainya. Komponen dalam *product family* dikelompokkan bersama dan ditempatkan di sel manufaktur, dengan peralatan pemrosesan yang dibutuhkan oleh *product family* tersebut. *Group Technology Layout* dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 *Group Technology Layout*

2.1.3 From to chart

Menurut Tholib Baladraf et al. (2021) *From to Chart* atau *Trip Frequency Chart* adalah teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan baku dalam proses produksi. Teknik ini sangat berguna dalam kondisi di mana banyak produk atau item mengalir melalui suatu area. Kegunaan dan keuntungannya adalah:

1. Menganalisis perpindahan bahan
2. Merencanakan pola aliran
3. Menentukan lokasi kegiatan
4. Mengukur efisiensi pola aliran
5. Menunjukkan ketergantungan satu kegiatan dengan kegiatan lainnya
6. Menunjukkan volume perpindahan antar kegiatan

From To Chart dapat dilihat pada Gambar 2.5.

TO FROM	C	F	W	Z	B	T	S	P
C		12						
F			16					
W				23				
N					0		16	
B						0		
T							16	
S								16
P								

Gambar 2. 5 *From to Chart*

2.1.4 Material handling

Sistem pemindahan bahan baku memegang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu pabrik. Pada sebagian besar *manufacturing*, orang beranggapan bahwa lebih baik bahan yang bergerak atau berpindah dari pada orang atau mesinnya (Pattiapon & Maitimu, 2021). *Material handling* berarti penanganan, perpindahan, pengemasan, dan pengawasan material yang berpindah antar lokasi baik secara vertikal, horizontal, maupun melengkung. Oleh karena itu, perpindahan ini memerlukan biaya untuk mencapai tujuannya. Beberapa tujuan tersebut adalah:

1. Memaksimalkan suatu kapasitas produksi.
2. Memperkecil pengeluaran limbah.
3. Penciptaan keamanan area kerja.
4. Memaksimalkan pendistribusian.
5. Meminimasi biaya.

Prinsip-prinsip material handling meliputi:

1. *Planning*

Menyusun rencana kebutuhan penyimpanan untuk mendukung produktivitas, seperti aliran sistem dan tata letak gudang.

2. *Sistem*

Mengintegrasikan sistem pendukung proses material handling dengan mempertimbangkan kemungkinan yang terjadi.

3. *Unit Load*

Merancang ukuran beban pada kapasitas penanganan optimal material serta mengakomodasi jumlah material yang besar.

4. *Standardization*

Menstandarkan metode handling, jenis, dan ukuran sesuai dengan kebutuhan standar.

5. *Space utilization*

Mengoptimalkan penggunaan volume gudang terkait alat angkut dan lokasi, untuk memaksimalkan produktivitas.

6. *Automasi*

Menerapkan otomatisasi pada setiap peralatan guna meningkatkan efektivitas material handling.

7. *Material Flow*

Merencanakan langkah operasi dan aliran barang untuk mengoptimalkan material handling.

8. Ergonomis

Menggunakan peralatan sesuai prosedur keamanan untuk meminimalkan kecelakaan kerja.

9. *Lifecycle*

Menetapkan metode berdasarkan siklus kemampuan untuk mendorong efektivitas dan merancang pencegahan hal yang buruk.

2.1.4.1 Pengukuran jarak

Perhitungan jarak antar ruangan dilakukan untuk setiap ruangan yang berperan dalam aliran proses produksi perusahaan, mulai dari bahan baku hingga produk jadi (Dewi Oktriana et al., 2023). Ada beberapa jenis rumus pengukuran jarak yang digunakan untuk mengukur jarak antara satu lokasi dengan lokasi lainnya, seperti *Euclidean*, *square Euclidean*, *rectilinear*, *aisle*, dan *adjacency*.

1 Jarak *Euclidean*

Jarak diukur secara lurus dari satu fasilitas ke fasilitas lainnya. Jarak *Euclidean* dapat diilustrasikan sebagai garis lurus dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya. *Formula* yang digunakan adalah:

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

Rumus 2. 1 *Ecluidean*

Ket : X_i : koordinat X, pada pusat fasilitas i

Y_i : koordinat Y, pada pusat fasilitas i

D_{ij} : jarak antara pusat fasilitas i ke j

2 Jarak *Rectilinear*

Jarak *Rectilinear*, atau yang sering disebut jarak *Manhattan*, adalah jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Pengukuran jarak *rectilinear* sering digunakan karena perhitungannya yang mudah, seperti dalam kasus jarak antara kota ataupun antar fasilitas, di mana pemindahan peralatan bahan dapat bergerak secara vertikal atau horizontal.. Rumus untuk jarak *rectilinear* adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad \textbf{Rumus 2. 2 Rectilinear}$$

3 *Squared Euclidean*

Jarak diukur dengan mengkuadratkan perbedaan antara posisi dua fasilitas yang berdekatan. Penggunaan square Euclidean umumnya diterapkan untuk beberapa masalah terutama yang berkaitan dengan penempatan lokasi fasilitas. Rumus untuk jarak *Squared Euclidean* adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \quad \textbf{Rumus 2. 3 Squared Euclidean}$$

4 *Aisle*

Jarak *aisle distance* mengukur jarak sepanjang lintasan yang dilalui oleh alat pengangkut bahan. *Adjacency* adalah ukuran kedekatan antara fasilitas-fasilitas atau departemen-departemen yang ada dalam suatu perusahaan.

2.1.4.2 *Ongkos Material Handling (OMH)*

Dalam proses *material handling*, terdapat ongkos *material handling* (OMH) yaitu biaya yang dikeluarkan untuk pergerakan barang antar lokasi, yang berfungsi untuk meminimalisir besaran biaya produksi (Arbi et al., 2018). Rancangan operasi untuk *material handling* ini didasarkan pada biaya:

1. Biaya investasi meliputi biaya pembelian peralatan, harga komponen, dan biaya instalasi.
2. Biaya operasional mencakup biaya bahan bakar, pemeliharaan dan tenaga kerja (upah dan jaminan kecelakaan).
3. Biaya pembelian muatan, yaitu alat material.
4. Biaya kerusakan alat maupun barang.

Untuk menghitung Ongkos pemindahan bahan baku dengan persamaan:

$$Total\ OMH = (A)X (B)X (C)$$

Rumus 2. 4 Total OMH

Dimana: A = Jarak

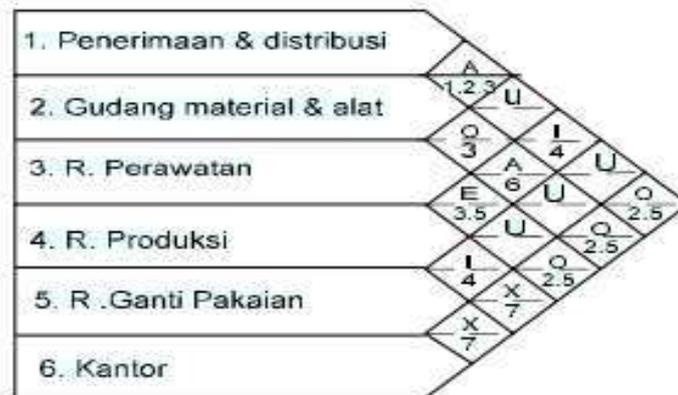
B = Frekuensi

C = Ongkos *Material Handling* Per M

2.1.5 Activity Relationship Chart (ARC)

Activity Relationship Chart atau Peta Hubungan Kerja adalah diagram yang menggambarkan aktivitas atau hubungan antara masing-masing bagian, menunjukkan pentingnya kedekatan ruangan. Suatu *activity relationship chart* dapat disusun dengan prosedur berikut:

1. Mengidentifikasi fasilitas pekerjaan maupun departemen terkait tata letak, dan mencatatnya dalam daftar urutan peta.
2. Melakukan wawancara dengan karyawan di setiap departemen yang akan diatur tata letaknya.
3. Menjabarkan kriteria keterkaitan setiap departemen untuk merancang tata letaknya berdasarkan derajat kedekatan hubungan dan alasannya. Kemudian menetapkan nilai keterkaitan ini pada setiap aktivitas antar departemen.
4. Mengadakan diskusi kelompok untuk mengevaluasi hasil hubungan kegiatan yang dikelompokkan berdasarkan kenyataan dasar manajemen. Hal ini memberikan kesempatan untuk menyesuaikan evaluasi, termasuk pengecekan ulang dan tindakan lain yang berkaitan dengan kesamaan persepsi terkait hubungan kerja.



Gambar 2. 6 Activity Relationship Chart (ARC)

Pada saat menganalisis hubungan keterkaitan antar stasiun kerja dalam perancangan tata letak pabrik, mengusulkan penggunaan simbol untuk memudahkan penentuan hubungan tersebut. dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Warna	Keterangan	Kode	Skor
	<i>Absolutely important</i>	A	10
	<i>Very important</i>	E	5
	<i>Important</i>	I	2
	<i>Ordinary</i>	O	1
	<i>Unimportant</i>	U	0
	<i>undesirable</i>	X	-10

Gambar 2. 7 Kode Kedekatan

Setelah mengetahui simbol, warna, dan kode kedekatan, hal lain yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan *Activity Relationship Chart*, yaitu alasan keterkaitan antar stasiun kerja tertentu, yakni:

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1	Urutan Aliran Kerja
2	Urutan Aliran Material
3	Panas, kotor, dan <i>safety</i>

Gambar 2. 8 Kode Alasan Keterkaitan

2.1.6 Bloclplan

BLOCPLAN merupakan sistem perancangan tata letak fasilitas 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. Metode *BLOCPLAN* merupakan metode hybrid yang menggabungkan metode pembentukan dengan metode perbaikan, di mana tata letak awal dibuat dengan metode pembentukan dan untuk perbaikannya dilakukan dengan menggunakan metode perbaikan (Imanullah et al., 2021). Selain menggunakan *From-To Chart*, *BLOCPLAN* dapat juga menggunakan data kualitatif yang diperoleh dari *Activity Relationship Chart* dan ukuran bangunan yang akan ditempati oleh fasilitas.

BLOCPLAN merupakan singkatan dari *Block Layout Overview with Computerized Planning using Logic and Algorithm*. Data yang digunakan dalam algoritma *BLOCPLAN* dapat berupa data kualitatif yang dibentuk menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC) maupun data kuantitatif seperti aliran produk dan ukuran area bangunan (departemen) yang akan ditempati oleh fasilitas. Setelah

semua data dimasukkan, program akan menghasilkan *Layout* secara acak, di mana pertukaran letak fasilitas dilakukan secara terus-menerus hingga mencapai *Layout* yang lebih baik. Jumlah iterasi dibatasi hingga maksimal 20. *BLOCPLAN* dapat menganalisis maksimal 18 fasilitas dalam suatu tata letak (*Layout*). Prinsip analisis dari algoritma *BLOCPLAN* adalah memilih nilai *R-Score* yang terbesar dari 20 iterasi. Jika terdapat nilai yang sama, maka dilihat dari *Rel-disk score* yang paling kecil. Konsep manual pengerjaan algoritma *BLOCPLAN* adalah memilih *Layout* terbaik berdasarkan nilai *R-Score* yang terbesar. *Adjacency Score (Layout score)* diperoleh dengan membagi total skor pembobotan ARC yang tercapai dengan total skor keseluruhan, lalu dikalikan 2.

$$\text{Layout score} = \frac{\text{Total score yang dapat tercapai}}{\text{Total score keseluruhan}} \times 2$$

Rumus 2.5 Adjacency Score

2.2 Penelitian terdahulu

Proses yang dilakukan oleh peneliti dalam penelitian ini bertujuan untuk memperkuat teori dalam kajian yang dilakukan. Peneliti menggunakan penelitian sebelumnya sebagai acuan referensi. Oleh karena itu, peneliti menyajikan beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian

1	(Silmi Saffanah, 2023)	Usulan Perancangan Tata Letak Lantai Produksi Dengan Metode Slp Dan Blocplan Pada Produk Cutting Steel Pipe Di Cv. Abc Di Cileungsi	SLP dan BLOCPLAN	Menurunkan total momen perpindahan material dari perhitungan antara perkalian jarak dengan frekuensi.
2	(Ulfiyatul Kholifah dan Suhartini, 2021)	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Metode Systematic <i>Layout Planning</i> dan BLOCPLAN untuk Meminimasi Biaya Material Handling pada UD. Sofi Garmen	Systematic <i>Layout Planning</i> dan BLOCPLAN	Menentukan alternatif paling optimal dan memperoleh biaya rata-rata <i>material handling</i> terkecil
3	(Tarigan & Zetli, 2022)	Evaluasi Tata Letak Fasilitas Di Pt Mbg Putra Mandiri Yogyakarta	<i>Computerized Relative Allocation Base Engineering</i>	Memberikan total biaya <i>material handling</i> terendah dari algoritma

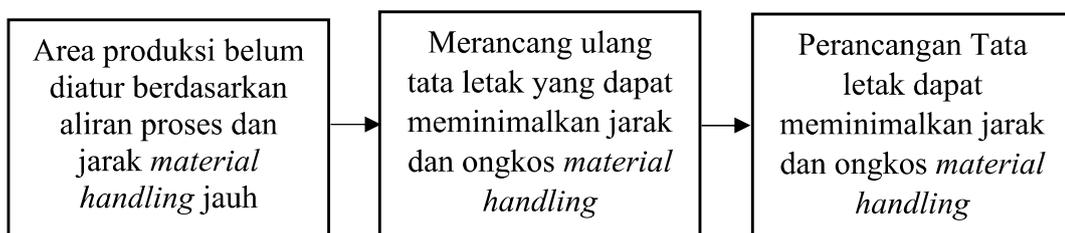
			<i>(CRAFT)</i> dan algoritma <i>BLOCPLAN</i>	<i>BLOCPLAN</i> dan <i>CRAFT</i>
4	(Pattiapon & Maitimu, 2021)	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Menggunakan Metode Algoritma <i>Blocplan</i> guna Meminimasi Ongkos <i>Material Handling</i>	<i>BLOCPLAN</i>	<i>Layout</i> usulan dengan penurunan besarnya ongkos <i>material handling</i>
5	(Faiz et al. 2022)	Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas PT.Promanufacture Indonesia Menggunakan Aplikasi <i>Blocplan</i>	BLOCPLAN	<i>Blocplan</i> menghasilkan <i>Layout</i> alternatif yang memiliki jarak perpindahan lebih pendek dari <i>Layout</i> awal.
6	(Astiono & Sugianto, 2022)	Perancangan Usulan Tata Letak Fasilitas Di Cafe Damascus	Desain <i>Layout</i> dengan menggunakan	Hasil rancangan perbaikan menggunakan <i>Blocplan</i> dapat

			aplikasi <i>BLOCPLAN</i>	mengurangi jarak aliran material.
7	(Imanullah et al. 2021)	<i>Analysis of Bread Production Facilities Layout using BLOCPLAN Algorithm</i>	<i>BLOCPLAN</i>	<i>BLOCPLAN</i> mengimplementasi desain, penentuan alternatif tata letak terbaik dan menurunkan total jarak perpindahan material dan waktu perpindahan bahan dari tata letak awal.
8	(Simanjuntak et al. 2022)	Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi Kayu Olahan Menggunakan Metode <i>Activity Relationship Chart</i> , <i>Craft</i> Dan <i>From To Chart</i>	<i>Activity Relationship Chart (ARC)</i> , <i>CRAFT</i> , <i>From to Chart (FTC)</i>	Mendekatkan antar departemen satu dan departemen lain yang saling berhubungan dan meminimalisir waktu, dan biaya.
9	(Siregar et al. 2013)	Perancangan Ulang Tataletak Fasilitas	<i>Blocplan</i> dan <i>Corelap</i>	Tataletak usulan efisien karena dan

		Produksi Dengan Menerapkan Algoritma Blocplan Dan Algoritma Corelap Pada Pt. Xyz		mengurangi jarak perpindahan bahan.
10	(Sienera et al. 2022)	<i>A Simulation-based Optimization Approached to Design a Proposed Warehouse Layout on Bicycle Industry</i>	<i>utilized simulations</i>	Meningkatkan kapasitas dan mengurangi waktu perpindahan

2.3 Kerangka pikir

Adapun kerangka pikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Kerangka Pikir