

**TESIS**

**OPTIMASI TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI  
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**



**SAHDAR RAJAK**

**14916111**

**PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2018**

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI  
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

TESIS

Disusun Oleh:

Nama : Sahdar Rajak

NIM : 14916111

Yogyakarta, Maret 2018



Pembimbing

Pembimbing I,

Muhammad Ridwan A. Purnomo, ST, MSc, Ph.D

NIP. 015220101

Pembimbing II,

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng, Sc.

NIP. 935220102

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**OPTIMASI TATA LETAK FASILITAS PRODUKSI**  
**MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

TESIS

Disusun Oleh:

Nama : Sahdar Rajak

NIM : 14916111

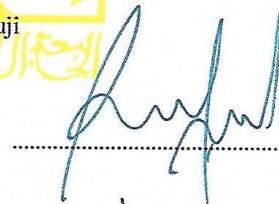
Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji

Yogyakarta, 22 Maret 2018

Tim Penguji

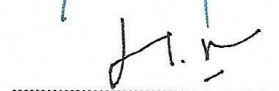
(M. Ridwan Andi P, ST., M.Sc., Ph.D)

Ketua



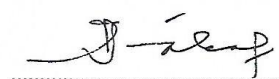
(Dr. Ir. Hartomo Soewardi, M.Sc.)

Anggota I



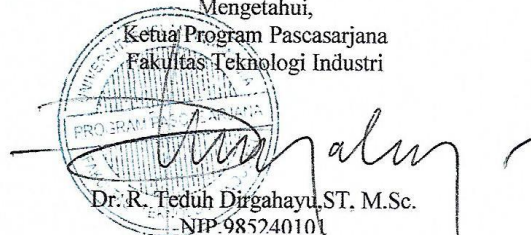
(Ali Parkhan., Ir., MT)

Anggota II



Mengetahui,

Ketua Program Pascasarjana  
Fakultas Teknologi Industri



Dr. R. Teduh Dirgahayu, ST, M.Sc.  
NIP. 985240101

## Abstrak

Tata letak fasilitas produksi memiliki dampak yang sangat penting dan saling keterkaitan antara fasilitas yang satu dengan lainnya guna menunjang kelancaran dari proses produksi. Pengaturan tersebut untuk memanfaatkan luas area yang ditempati oleh mesin dan fasilitas pendukung guna meningkatkan *output* produksi dan mengurangi jarak perpindahan bahan. Penelitian ini dilakukan di CV. Tunas Karya, salah satu pabrik yang memproduksi alat-alat teknologi tepat guna. Permasalahan yang terjadi pada pabrik tersebut adalah sering terjadinya keterlambatan dalam proses produksi dengan waktu yang ditargetkan, disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya tata letak fasilitas produksi yang masih berjahuan sehingga menyebabkan jarak perpindahan bahan pada proses produksi yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan tata letak fasilitas produksi yang optimal dan baik dalam rute proses produksi sehingga dapat mengurangi jarak proses pemindahan bahan dengan menggunakan metode *Genetic Algorithm* (GA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak tempuh perpindahan bahan pada tata letak yang baru adalah sebesar 96661.2 meter/tahun. Sedangkan tata letak awal memiliki jarak tempuh perpindahan bahan sebesar 136602.6 meter/tahun. Ini menunjukkan terjadinya pengurangan jarak sebesar 39941.4 meter atau 29.24 %.

Kata Kunci : Algoritma Genetika, Tata Letak Fasilitas, Jarak, Perpindahan Bahan

### ***Abstract***

*The layouts of facility production have significant and interrelated effect among one and another to support the smooth process of production. The arrangement was to exploit the wide area which occupied by machine and supportive facilities to raise production output and to decrease the distance of material handling. This research was conducted in CV. Tunas Karya as one of factory that produces appropriate technology devise. The problem occurs in that factory was the retardation of production process in accordance to certain period of time. It caused by some factors, one of them was the layout of far facility production, so it caused the distance of material handling in the high production process. The objective of this research was to obtain the optimum layouts in route production so it can decrease the distance of material handling materials by using Genetic Algorithm (GA) Method. The result of the research showed that the radius of distance of material handling on the layout of new as large as 96661.2 meters/year. Meanwhile, the early layouts have the radius of distance of material handling as large as 136602.6 meter/year. This shows the occurrence of distance reduction of 39941.4 meters or 29.24 %.*

**Keyword :** *Genetic Algorithm, Layout Facility, Distance, Material Handling.*

### Pernyataan Keaslian Tulisan

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini merupakan tulisan asli dari penulis, dan tidak berisi material yang telah diterbitkan sebelumnya atau tulisan dari penulis lain terkecuali referensi atas material tersebut telah disebutkan dalam tesis. Apabila ada kontribusi dari penulis lain dalam tesis ini, maka penulis lain tersebut secara eksplisit telah disebutkan dalam tesis ini.

Dengan ini saya juga menyatakan bahwa segala kontribusi dari pihak lain terhadap tesis ini, termasuk bantuan analisis statistik, desain survei, analisis data, prosedur teknis yang bersifat signifikan, dan segala bentuk aktivitas penelitian yang dipergunakan atau dilaporkan dalam tesis ini telah secara eksplisit disebutkan dalam tesis ini.

Segala bentuk hak cipta yang terdapat dalam material dokumen tesis ini berada dalam kepemilikan pemilik hak cipta masing-masing. Apabila dibutuhkan, penulis juga telah mendapatkan izin dari pemilik hak cipta untuk menggunakan ulang materialnya dalam tesis ini.

Yogyakarta,  
  
Sahdar Rajak

**Publikasi selama masa studi**

“Tidak ada publikasi yang menjadi bagian dari tesis”.

**Kontribusi yang diberikan oleh pihak lain dalam tesis ini**

“Tidak ada kontribusi dari pihak lain”.



## **Halaman Persembahan**

*Karya ini kupersembahkan kepada:*

*Yang tercinta, kedua orang tua saya yang telah memberikan do'a, semangat, cinta dan kasih sayangnya dan selalu sabar membiayai saya semasa sekolah dan kuliah sampai selesai.*

*Kakak-kakak saya yang tercinta dan adik saya yang tersayang atas motivasi mereka kepada saya selama dijenjang pendidikan.*

*Semua keluargaku yang selalu memberikan semangat kepada saya.*

## KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, yang mana telah memberikan rahmat karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berbentuk tesis ini. Tesis ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak, dengan segala kerendahan hati maka pada kesempatan tak lupa penulis akan mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan nikmat dan karunia-Nya kepada penulis.
2. Bapak **Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST., MSc., Ph.D** dan Bapak **Dr. Drs. Imam Djati Widodo M.Eng., Sc** yang telah meluangkan waktunya dan dengan sabar membimbing serta mengarahkan penulis untuk menghasilkan karya tulis yang berupa tesis ini.
3. Direktur Program Pascasarjana Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Segenap dosen dan karyawan/wati Program Pascasarjana Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan pelayanan terbaik kepada penulis demi kelancaran.
5. Pemilik dan pimpinan CV. Tunas Karya yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian, beserta staf perkantoran dan karyawan pabrik yang senantiasa selalu membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian.

6. Secara khusus penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta serta kakak-kakak dan adik saya tersayang yang telah banyak dan tak habis-habisnya memberikan do'a, dukungan dan pengorbanan baik secara moril maupun materil hingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
7. Terima kasih banyak juga buat keluarga besar yang berada di kota Ternate dan Desa Tabangame yang telah memberikan Do'a dan motivasi meraka hingga terselesainya karya tulis thesis ini.
8. Terima kasih juga buat teman-teman Ikatan Mahasiswa Pascasarjana Maluku Utara yang selalu memberikan support dan motivasinya kepada penulis dari awal sampai dengan akhir thesis.
9. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua teman-teman yang penulis kenal selama menjalani studi di kota pendidikan ini yang telah *men-support* dari awal sampai selesainya thesis ini.
10. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua teman-teman seperjuangan Mahasiswa Magister Teknik Industri Angkatan 17 yang telah memberikan nuansa dan warna yang menjadi satu sehingga dalam proses belajar menjadi menyenangkan.
11. Dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang sudah membantu dan *men-support* penulis selama menyelesaikan tugas akhir berupa tesis.

Penulis menyadari masih adanya kekurangan dalam menyusun laporan thesis ini, maka dari itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan

oleh penulis. Oleh sebab itu penulis berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta,.....2018

Penulis,

**Sahdar Rajak**

## Daftar Isi

<b>Abstrak.....</b>	<b>x</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>ii</b>
<b>Penyataan Keaslian Tulisan.....</b>	<b>iii</b>
<b>Halaman Persembahan.....</b>	<b>vi</b>
<b>Kata Pengantar.....</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Isi.....</b>	<b>x</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>xiii</b>
<b>Daftar Gambar.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	6
1.3. Batasan Masalah .....	6
1.4. Tujuan Penelitian .....	6
1.5. Manfaat Penelitian .....	7
1. Akademik .....	7
2. Praktis .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1. Penelitian Terdahulu .....	8
2.2. Landasan Teori.....	13
2.2.1. Definisi Tata Letak Pabrik .....	13
2.2.2. Proses Produksi .....	17
1. Proses produksi terus-menerus .....	19
2. Proses produksi terputus-putus.....	20
3. Proses produksi campuran.....	20
2.2.3 Tipe Tata Letak Fasilitas Produksi .....	20
2.2.4 Pengukuran Jarak .....	22
2.3 Algoritma Genetika.....	23
2.3.1. Pengertian Individu .....	27
2.3.2. Hal-Hal Yang Harus Dilakukan Dalam Algoritma Genetika .....	28

2.3.3.	Struktur Umum Algoritma Genetika .....	29
2.3.4.	Komponen-Komponen Utama Dalam Algoritma Genetika .....	31
1.	Teknik Pengkodean .....	31
2.	Metode Seleksi Dengan Roda <i>Roulette</i> .....	32
3.	<i>Crossover</i> .....	34
4.	Mutasi .....	39
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>42</b>
3.1.	Objek dan Subjek Penelitian .....	42
3.1.1.	Objek Penelitian .....	42
3.1.2.	Subjek Penelitian .....	42
3.2.	Populasi dan Sampel .....	42
3.3.	Jenis dan Sumber Data .....	43
3.4.	Metodologi Pengumpulan Data .....	43
1.	Observasi .....	43
2.	Wawancara .....	43
3.	Studi Literatur.....	44
3.5.	Variabel Penelitian .....	44
3.6.	Teknik Pengolahan Data .....	45
3.7.	Kerangka Pikir Penelitian .....	46
3.8.	Prosedur Penelitian .....	47
3.8.1.	Penjelasan Diagram Alir Penelitian .....	47
3.8.2.	Diagram Alir Penelitian .....	53
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>		<b>55</b>
4.1	Pengumpulan Data .....	55
4.1.1	Profil Perusahaan .....	55
4.1.2	Fasilitas Yang Digunakan .....	56
4.1.3	Mesin Yang Digunakan Setiap Produk.....	56
4.1.4	<i>Operatioan Process Chart</i> (Peta Prosses Operasi) .....	58
4.1.5	Jarak Antara Mesin Berdasarkan Pada <i>Layout</i> Awal.....	65
4.2	Pengolahan Data .....	67
4.2.1	Kapasitas Produksi.....	67

4.2.2	Frekuensi Aliran Material dan Jarak Perpindahan Material Antara Departemen dan Gudang.....	68
4.2.3	Total Jumlah Momen Perpindahan .....	75
4.2.4	Representasi Kromosom .....	75
4.3	Optimasi Dengan Menggunakan AG.....	76
4.3.1	Percobaan Pertama (Mencari Generasi Terbaik) .....	77
4.3.2	Percobaan Kedua (Mencari Populasi Terbaik) .....	77
4.3.3	Hasil Percobaan Terbaik .....	81
4.4	Menentukan Tata letak Baru .....	82
4.4.1	Analisa Aliran Material Pada <i>Layout</i> Baru .....	85
4.4.2	Pengukuran Jarak Mesin Pada <i>Layout</i> Baru .....	89
4.4.3	Jarak Tempuh Aliran Bahan Pada <i>Layout</i> Baru.....	90
4.4.4	Hasil optimasi Menggunakan AG.....	91
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>		<b>93</b>
5.1	Optimasi Jarak Dengan AG .....	93
5.2	Analisa Dampak Terhadap Aliran Material .....	95
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>98</b>
6.1	Kesimpulan .....	98
6.2	Saran .....	99

### **Daftar Pustaka**

### **Lampiran**

## Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian .....	11
Tabel 2. 2 Simbol-Simbol Pada Peta Kerja.....	16
Tabel 2. 3 Pola Aliran Proses Produksi.....	20
Tabel 4. 1 Daftar Luas Area Departemen Pada <i>Layout</i> .....	55
Tabel 4. 2 Daftar Mesin Yang Digunakan Pada Tiap Produk.....	56
Tabel 4. 3 Total Waktu Proses Produksi Pada Tiap-Tiap Produk .....	57
Tabel 4. 4 Data Koordinat Layout Awal.....	64
Tabel 4. 5 Jarak Antar Departemen Berdasarkan Layout Awal.....	64
Tabel 4. 6 Hari Kerja dan Jam Kerja.....	65
Tabel 4. 7 Pada Produk Pengaduk Susu (2 Unit).....	67
Tabel 4. 8 Pada Produk Pemotong Singkong (7 Unit).....	68
Tabel 4. 9 Pada Produk Penepung Gula Semut (4 Unit).....	69
Tabel 4. 10 Pada Produk Pamarut Kelapa (2 Unit).....	70
Tabel 4. 11 Pada Produk Pengupas Sabut Kelapa (2 Unit).....	70
Tabel 4. 12 Jumlah Momen Perpindahan.....	71
Tabel 4. 13 Hasil Rangkaian Percobaan Kedua .....	74
Tabel 4. 14 Koordinat <i>Layout</i> Baru .....	86
Tabel 4.15 Jarak Antar Departemen <i>Layout</i> Baru.....	86
Tabel 4.16 Jarak Tempuh Aliran Bahan Pada <i>Layout</i> .....	87
Tabel 4.17 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimasi.....	87



## Daftar Gambar

Gambar 1. 1 Sistematika Perencanaan Fasilitas Pabrik .....	2
Gambar 2. 1 Sistematika Perencanaan <i>Layout</i> .....	15
Gambar 2. 2 Proses Produksi Pabrik.....	17
Gambar 2. 3 Flowchart Algoritma Genetika Pada Perangkat Lunak.....	24
Gambar 2. 4 Ilustrasi Representasi Penyelesaian Permasalahan dalam Algoritma Genetika .....	27
Gambar 2. 5 Diagram Alir Algoritma Genetika.....	28
Gambar 2. 6 Pemetaan <i>Partially Mapped Crossover PMX</i> .....	38
Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian .....	46
Gambar 3. 2 Skema Pengkodean Kromosom .....	48
Gambar 3. 3 <i>Flow Chart</i> Penelitian .....	53
Gambar 4. 1 Peta Proses Operasi Pengaduk Susu Tenaga Listrik .....	58
Gambar 4. 2 Peta Proses Operasi Potong Singkong .....	59
Gambar 4. 3 Peta Proses Operasi Penepung Gula Semut .....	60
Gambar 4. 4 Peta Proses Operasi Pamarut Kelapa .....	61
Gambar 4. 5 Peta Proses Operasi Pengupas Sabut Kelapa .....	62
Gambar 4. 6 <i>Layout</i> Awal .....	63
Gambar 4. 7 Hasil Pencarian Generasi Terbaik .....	74
Gambar 4. 8 Hasil Percobaan Nilai Optimal Dengan Jumlah Populasi 20.....	75
Gambar 4. 9 Hasil Percobaan Nilai Optimal Dengan Jumlah Populasi 25.....	76
Gambar 4. 10 Hasil Percobaan Nilai Optimal Dengan Populasi 30 .....	76
Gambar 4. 11 Grafik Hasil Percobaan Terbaik .....	78
Gambar 4. 12 Status Hasil Percobaan Terbaik.....	78
Gambar 4. 13 <i>Layout</i> Baru Fasilitas Produksi .....	82

# BAB I

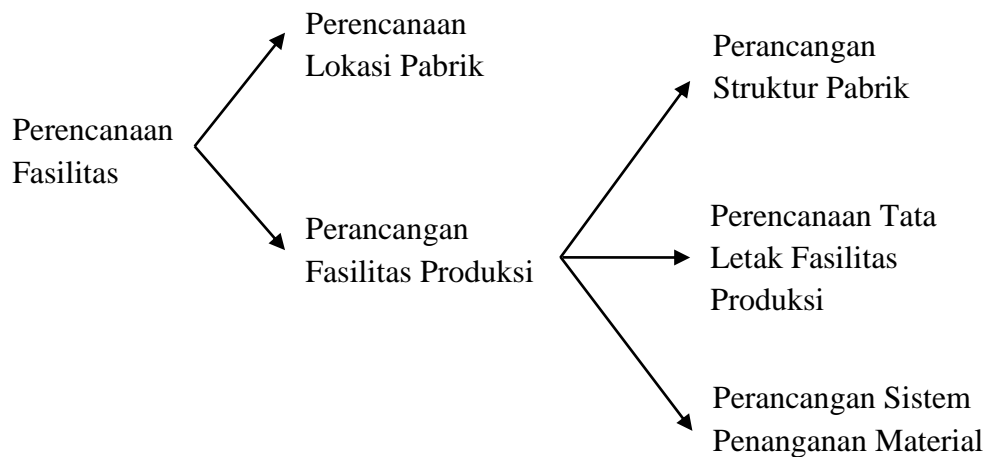
## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Tata letak fasilitas produksi atau pengaturan dari fasilitas produksi dan area kerja yang ada merupakan suatu masalah yang sering dijumpai di dalam dunia industri. Tata letak fasilitas (*facility layout*) atau pengaturan fasilitas produksi memiliki keterkaitan antara fasilitas yang satu dengan fasilitas yang lainnya. Tata letak fasilitas produksi (*plant layout*) dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi (Wignjosoebroto, 1996). Pengaturan tersebut guna memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, sehingga dapat meningkatkan *output* produksi, mengurangi waktu tunggu (*delay*) dan mengurangi proses jarak pemindahan bahan (*material handling*). Apabila sistem *material handling* yang baik maka proses produksi pun akan berjalan dengan baik pula.

Tujuan dari optimasi tata letak fasilitas produksi adalah untuk meminimalkan total jarak perpindahan bahan (*Material Handling*). Secara keseluruhan ada 2 hal pokok dalam perencanaan fasilitas, yaitu berkaitan dengan perencanaan lokasi pabrik (*plant location*) yaitu penetapan lokasi dimana fasilitas-fasilitas produksi harus ditempatkan, dan yang kedua adalah perancangan fasilitas produksi (Wignjosoebroto, 1996). Perancangan fasilitas produksi yang meliputi perancangan struktur pabrik, perancangan tata letak fasilitas dan perancangan sistem penanganan material (pemindahan bahan). Ketiga aktivitas tersebut mempunyai keterkaitan yang sangat erat sehingga dalam proses perancangan

perlu dilakukan secara integral. Tata letak yang baik adalah tata letak yang dapat menangani sistem *material handling* secara menyeluruh, (Purwanggono *et al.*, 2006). Gambar 1.1 menunjukkan skematik hirarki dari perencanaan fasilitas pabrik.



Gambar 1. 1 Sistematika Perencanaan Fasilitas Pabrik

Faktor terpenting menentukan tata letak fasilitas produksi pada pabrik adalah melalui proses analisis yang mendalam agar tidak terjadi perubahan tata letak yang berulang kali. Dalam rentang lima tahun sekali diperlukan audit terhadap formasi tata letak fasilitas produksi, audit ini diperlukan agar mengetahui apakah susunan fasilitas produksi saat ini masih efektif atau tidak (Hadiguna, 2009).

Untuk itu penelitian tentang optimasi tata letak fasilitas produksi pada pabrik dianggap sangatlah penting. Sekitar 20% - 50% dari total biaya operasi pabrik merupakan biaya penanganan material, maka dengan desain tata letak yang efektif akan dapat mengurangi biaya ini sekurang-kurangnya 10% - 30% (Tompkins *at al* 2003). Penempatan fasilitas di area pabrik sering disebut juga sebagai *Facility Layout Problem* (FLP), dikenal memiliki dampak yang signifikan terhadap biaya produksi, proses kerja, penjadwalan dan produktifitas. Azadivar

dan Wang (2000), FLP didefinisikan sebagai penentuan lokasi dan alokasi untuk beberapa fasilitas pada ruangan yang telah diberikan. Shayan dan Chittilappilly, (2004) mendefinisikan FLP sebagai masalah optimasi yang membuat *layout* lebih efisien dengan memperhatikan berbagai interaksi antara fasilitas dan sistem *material handling* saat perancangan tata letak.

Paillin (2013) melakukan penelitian di PT. Grand Kartect Jakarta, tentang usulan perbaikan tata letak rantai produksi menggunakan algoritma CRAFT guna meminimalkan ongkos *material handling* dan total jarak perpindahan. Jarak perpindahan awal sebesar 4683 meter menjadi 3748.9 meter dengan persentase 19.95 %. Sedangkan total OMH pada tata letak awal sebesar Rp. 1.896.375 menjadi Rp. 1.451. 343 dengan persentase pengurangan 23.46 %. Adityo Pratama, et al., (2004) untuk memperbaiki tata letak fasilitas produksi pada PT. Dwi Indah menggunakan Algoritma BLOCPLAN dengan cara mengubah dan membangun tata letak fasilitas dengan parameter jarak tempuh yang minimum antara fasilitas/*workstation*. Total jarak momen perpindahan material dari tata letak usulan sebesar 2.739,1 meter/hari dan tingkat efisiensinya mencapai 55% dibanding dengan *layout* awal. Penelitian yang dilakukan oleh (Isabella Leo Setiawan dan Herry Christian Palit, 2010) dengan mengambil objek penelitian pada perusahaan keramik yang menghasilkan tiga jenis produk, yaitu guci, vas dan roster. Penelitian tentang perbandingan kombinasi *Genetic Algorithm* – *Simulated Annealing* dengan *Particle Swarm Optimization* pada permasalahan tata letak fasilitas. Tujuan dari perancangan tata letak adalah untuk meminimasi biaya perpindahan bahan, yang besarnya diwakili oleh momen perpindahan.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan pada CV. Tunas Karya, tata letak fasilitas produksi pada pabrik tersebut berdasarkan pada proses, yang dimaksudkan adalah pengurutan pengerjaan yang terdapat pada lintas produksi yang tidak beraturan atau sering disebut dengan istilah *job shop*. Sehingga proses perpindahan bahan yang terjadi secara bolak-balik (*backtracking*) pada saat proses produksi berlangsung tidak dapat dihindari. Begitu pula sistem produksi yang ada pada pabrik tersebut berdasarkan *make to order* (MTO) atau produk yang akan diproduksi sesuai dengan dipesan oleh konsumen. Terdapat beberapa faktor permasalahan yang ada pada rantai produksi saat ini salah satunya adalah tata letak mesin atau fasilitas produksi yang masih belum tersusun dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari penempatan beberapa stasiun kerja yang belum sesuai dan masih berjauhan misalnya antara stasiun mesin pemotong dan stasiun pengelasan yang masih dianggap berjauhan sehingga dapat mengakibatkan jarak perpindahan bahan yang begitu panjang pada saat proses produksi berlangsung. Melihat kondisi tersebut, maka perlu dilakukan optimasi terhadap tata letak fasilitas produksi dan menghitung jarak perpindahan bahan awal yang terjadi di rantai produksi tersebut, kemudian mencari tata letak fasilitas produksi yang baru dengan memiliki jarak perpindahan bahan yang lebih minimum.

Dalam kajian pustaka ditemukan metode-metode yang sering digunakan untuk optimasi. Metode-metode tersebut tentunya memiliki syarat-syarat yang harus diikuti dengan baik. Pada penelitian ini akan digunakan metode AG untuk mengoptimasi jarak perpindahan bahan pada saat proses produksi. Digunakan metode GA untuk menyelesaikan masalah optimasi karena dari kajian-kajian

literatur ditemukan bahwan GA lebih menghasilkan output yang optimal. Kemudian di sisi lain, aplikasi algoritma genetika telah banyak dikembangkan atau telah diterapkan seperti pada jadwal dan urutan kegiatan, penentuan jarak distribusi barang, mengoptimasi solusi permasalahan rute kendaraan, dan sebagainya. Wiharto, et. al., (2013) melakukan penelitian tentang Analisis Penggunaan Algoritma Genetika Untuk Perbaikan Jaringan Saraf Tiruan *Radial Basis Function*. Penelitian ini menganalisa akurasi RBF dengan optimasi menggunakan GA dan AGA. Hasil pengujian untuk kasus klasifikasi menunjukkan bahwa GARBF dan AGARBF dapat memperbaiki akurasi untuk arsitektur RBF dengan jumlah *neuron* pada *hidden layer* yaitu 2, 3, 4 dan 5, sedangkan untuk arsitektur dengan jumlah *neuron* pada *hidden layer* diatas 6 akurasi GARBF dan AGARBF relatif sama dengan akurasi RBF. Sebelumnya (Junaedi dan Rinaldo., 2009) melakukan penelitian tentang Analisis Aplikasi Algoritma Genetika Untuk Pencarian Nilai Fungsi Maksimum. Penelitian tentang penerapan algoritma genetika untuk menentukan koridor jalan kereta api antara Makassar-Pare-Pare yang paling ekonomis sedang dikerjakan. Sedangkan penggunaan metode algoritma genetika pada penelitian ini akan diterapkan pada pengturan tata letak fasilitas produksi/mesin pada pabrik. Teknik yang digunakan dalam metode GA ada tiga diantaranya seleksi, proses *crossover* dan mutasi. Optimasi dimaksud adalah memperbaiki kembali tata letak fasilitas produksi dengan menggunakan metode GA dengan tetap menyesuaikan kondisi lokasi yang ada. GA adalah metode heuristik yang berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan proses evolusi alam, (Sarwadi & Anjar, 2004). Optimasi tata letak fasilitas

produksi diharapkan dapat mempersingkat aliran bahan pada proses produksi. Semakin pendek dalam aliran bahan produksi maka semakin optimal dalam tata letak fasilitas produksi.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan bahwa permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana memperbaiki sebuah tata letak fasilitas produksi dengan menggunakan GA sehingga dapat mengurangi jarak pemindahan bahan (*material handling*)?

### **1.3. Batasan Masalah**

Demi menjaga agar tidak terlalu meluas dan (tetap terarah) pada tujuan penelitian ini maka perlu dilakukan pembatasan masalah, yaitu:

1. Tata letak fasilitas produksi yang ada pada perusahaan saat ini dijadikan sebagai acuan untuk dapat digunakan.
2. Tidak dilakukan analisa terhadap mesin-mesin yang digunakan pada perusahaan tersebut, sebab dianggap telah memenuhi syarat sesuai dengan kebutuhan perusahaan.
3. Tidak dilakukan analisa tentang total biaya yang terjadi pada saat proses produksi.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan adalah untuk mendapatkan tata letak fasilitas produksi yang optimal dan baik dalam rute proses produksi (*process production*) sehingga dapat mengurangi jarak proses pemindahan bahan (*material handling*) dengan menggunakan metode GA.

## **1.5. Manfaat Penelitian**

Dari hasil yang didapatkan dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang tertentu. Secara umum manfaat penelitian dapat dibedakan menjadi dua diantaranya untuk kepentingan Akademik dan kepentingan Praktisi.

### **1. Akademik**

- a. Memperluas dan memperdalam pengetahuan dan wawasan pemikiran mengenai pemecahan permasalahan perencanaan dan perancangan tata letak fasilitas pabrik dengan menggunakan metode GA.
- b. Sebagai sarana untuk memperluas dan menerapkan basic keilmunnya dalam teknik industri
- c. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya dalam system perancangan tata letak fasilitas pabrik dengan menggunakan metode yang sama atau yang sejenisnya.

### **2. Praktis**

- a. Dapat memberikan bantuan sumbangan pemikiran kepada perusahaan dalam hal usulan tata letak fasilitas pabrik yang efektif dan efisien berdasarkan jarak dan biaya guna meningkatkan keuntungan perusahaan.
- b. Dapat digunakan oleh perusahaan sebagai bahan pertimbangan guna menata kembali tata letak fasilitas mesin dan peralatan lainnya, khususnya di bagian sistem produksi.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka ini dimaksudkan untuk memahami penelitian-penelitian terdahulu dengan menggunakan metode yang sama atau yang sejenisnya, sehingga dapat diketahui bagaimana posisi penelitian yang dilakukan. Adapun tinjauan pustaka terhadap peneliti-peneliti yang terdahulu diantaranya yaitu:

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sembiring dan Utara, (2012), di PT. Atmindo tersebut adalah untuk merancang ulang tata letak pabrik yang dilakukan pada perusahaan yang memproduksi ketel uap/boiler tersebut guna meminimalkan jarak *material handling* dengan menggunakan metode grafik, *systematic layout plant* dan CRAFT. Dan hasil rancangan tata letak pabrik dengan ketiga metode ini kemudian dilakukan perbandingan jarak momen perpindahan bahan (*material handling*) dari hasil yang didapatkan.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Trio Yonathan Teja Kusuma (2013), metode metode yang digunakan adalah *Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm* untuk mengoptimasi solusi permasalahan rute kendaraan dengan pemerataan beban. Objek penelitian di Perum. Bulog Divisi Regional Yogyakarta, dengan tujuan untuk membuat rute pertimbangan waktu distribusi yang tidak melebihi jam kerja karyawan, memaksimalkan utilitas kendaraan pada pemuatan dan rute dari hasil pengolahan dengan menggunakan metode *Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm* dapat meminimalkan biaya distribusi serta pemeratakan beban kerja.

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Siregar *et al.*, 2013) yang berobjek pada PT. XYZ dengan menggunakan metode Algoritma Blocplan dan Corelap. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan tata letak fasilitas produksi yang memiliki total momen perpindahan yang minim dan melakukan analisis dengan membandingkan total momen perpindahan tata letak aktual dan usulan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Luftimas *et al.* (2014) di PT. Chitose Mfg yang bertujuan untuk merancang penempatan bahan baku sesuai dengan karakteristiknya, serta sistem keluar-masuk bahan baku sesuai frekuensi pengangkutan. Permasalahan pada penelitian ini akan diselesaikan dengan menggunakan metode *Blocplan* yang berfungsi untuk merancang penempatan bahan baku dengan melihat derajat kedekatan setiap bahan baku. Hasil dari penelitian ini menghasilkan jarak total pengangkutan seluruh bahan baku menjadi lebih pendek dari sebelumnya atau berkurang 4.41 %.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Mustofa, 2014), dengan objek penelitian dilakukan di PT. Kramatraya Sejatera untuk merancang tata letak fasilitas dengan menggunakan metode *Blocplan*. Penggunaan metode *Blocplan* pada tata letak tersebut untuk mencari total jarak tempuh yang minimal dengan melakukan pertukaran antar stasiun kerja/fasilitas. Analisis penelitian dengan menggunakan *Blocplan* adalah untuk membandingkan tata letak awal terhadap tata letak usulan *Blocplan*, dan tata letak usulan yang terpilih.

Penelitian yang dilakukan oleh Ningtyas *et al.* (2015) di PT. Selatan Jadi Jaya untuk menghitung ongkos *material handling* (OMH) tata letak awal dan mendapatkan tata letak perbaikan untuk meminimasi ongkos perpindahan bahan.

Metode yang digunakan untuk mendapatkan tata letak yang baik yaitu metode Grafik dan CRAFT. Hasil dari kedua metode tersebut kemudian dibandingkan, maka tata letak terbaik yang didapatkan adalah dengan menggunakan metode grafik.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Setiyawan et al. (2017) yang berobjek di UKM MMM Gading Kulon, salah satu UKM berkembang dengan produk unggulan kedelai goreng. Penelitian dengan menggunakan metode *Blocplan* dan *Corelap* (*Computerized Relationship Layout Planning*) yang bertujuan untuk mengevaluasi tata letak rantai produksi dan mencari tata letak alternatif baru yang lebih efektif. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tata letak rantai produksi dengan menggunakan metode *Blocplan* memiliki efisiensi lebih besar yaitu 52.70 % dibanding dengan menggunakan *Corelap* dari tata letak sebelumnya.

Sedangkan penggunaan AG pada tata letak pabrik pernah dilakukan di PT. X yang berlokasi di Bandung oleh (Arisandhy, Suhada and Halim, 2011). PT. X merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai macam *spare part* motor honda dan suzuki. Tujuan dari penelitian adalah mengidentifikasi kelemahan tata letak rantai produksi yang diterapkan perusahaan saat ini dan memberikan usulan perbaikan tata letak rantai produksi yang sebaiknya. Penelitian menghasilkan tata letak usulan yang terdiri dari 8 sel, sehingga terjadi penghematan biaya sebesar 21.08 %. Manfaat lain yang dapat diperoleh dengan menerapkan tata letak usulan adalah mesin yang dibutuhkan berkurang sebanyak 10 unit mesin. Berikut adalah letak perbedaan dari masing-masing penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian  
Perbandingan penelitian yang dilakukan dengan penelitian-penelitian sebelumnya

Tahun	(Arisandhy, Suhada and Halim, 2011)	Sembiring & Utara, (2012)	Trio Yonathan Teja Kusuma (2013)	Luftimas, Herni & Susanty, (2014)	Mustofa (2014)	Ningtyas, Choiri & Azlia, (2015)	Setiyawan et al. (2017)	Sahdar (2018)
Judul	Usulan Perancangan Tata Letak Lantai Produksi Menggunakan Algoritma Genetika	Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik Untuk Meminimalisasi <i>Material Handling</i>	Optimasi Solusi Permasalahan Rute Kendaraan Dengan Pemerataan Beban	Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode <i>Blocplan</i>	Perancangan Tata Letak Fasilitas Dengan Menggunakan Metode <i>Blocplan</i>	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Metode Grafik Dan <i>Craft</i> Untuk Minimasi Ongkos <i>Material Handling</i>	Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi Kedelai Goreng	Optimasi Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Menggunakan Algoritma Genetika.
Tujuan	Mengidentifikasi Kelemahan Tata Letak Lantai Produksi, Memperbaiki Tata Letak Lantai Produksi Dan Menerapkan Tata Letak Usulan.	Mencari Hasil Yang Efektif dan Efisien Dari Ketiga Metode Yang Digunakan	Menemukan Rute Yang Dapat Meminimasi Biaya dan Memeratakan Beban Kerja	Memberikan Usulan Perbaikan Pada Tata Letak Gudang Bahan Baku	Merancang Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Untuk Meningkatkan Produktivitas Di lokasi Baru	Menentukan Suatu Tata Letak Baru Sesuai Lokasi Perusahaan Dengan OMH Yang Minimum	Mengevaluasi Tata Letak Dan Mencari Tata Letak Alternatif Yang Lebih Efektif	Mendapatkan Tata Letak Fasilitas Produksi Yang Optimal dan Baik Untuk Mengurangi Jarak Perpindahan Bahan.
Metode	Algoritma Genetik Dengan Menggunakan Pendekatan <i>Group Technplogy</i>	Grafik, <i>Systematic Layout Plant</i> Dan <i>Software CRAFT</i>	Algoritma Genetika Dengan Pengaturan Prob. Mutasi Menggunakan <i>Fuzzy Logic</i>	BLOCPLAN	BLOCPLAN	Metode Grafik Dan <i>Craft</i>	<i>BLOCPLAN</i> dan <i>CORELAP</i>	Algoritma Genetika Dengan <i>Running</i> Generator Untuk Mencari Tata Letak Urutan Mesin Yang Baru
Objek Penelitian	PT. X Bandung	PT. Atmindo	Di Perum. Bulog Divisi Regional	PT. CHITOSE MFG	PT. Kramatraya Sejatra	PT Selatan Jadi Jaya	UKM MMM di Gading Kulon, Malang	CV. Tunas Karya .

Yogyakarta

Tabel 2.1 menunjukkan bahwa posisi perbedaan ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang dilihat dari metode dan teknik yang digunakan pada penelitian ini. Terdapat kemiripan dari sisi permasalahan dan objek penelitian dengan penelitian terdahulu yang mengacu pada tata letak fasilitas pabrik. Namun pada penelitian ini menggunakan metode GA dengan melalui 3 tahap diantaranya: seleksi, *crossover* dan mutasi, disamping itu juga pengujian dengan menggunakan software generator AG NLI-gen menerapkan probabilitas mutasi yang sama dengan pop size yang berbeda-beda. Ini merupakan salah satu hal yang mendasar dari penelitian ini dengan penelitian lainnya.

## **2.2. Landasan Teori**

### **2.2.1. Definisi Tata Letak Pabrik**

Definisi tata letak pabrik sebagai tata cara dalam pengaturan suatu fasilitas dengan memanfaatkan luas area secara optimal guna menunjang kelancaran pada proses produksi. Penentuan tata letak fasilitas-fasilitas di dalam pabrik sangat menentukan kinerja pabrik secara keseluruhan (Hadiguna, 2009).

Tata letak fasilitas pabrik adalah kumpulan dari unsur-unsur fisik yang disusun berdasarkan logika tertentu untuk mencapai objektif yang ditetapkan sebelumnya. Tata letak fasilitas pabrik perlu direncanakan dan dirancang dengan baik dan benar agar proses perpindahan bahan pada saat produksi dapat berjalan secara efektif dan efisien dan merupakan sebuah rangkaian proses keputusan yang berorientasi pada jangka panjang dan strategis. Perubahan tata letak pabrik (*relayout*) membawa konsekuensi biaya yang cukup besar, maka bisa dihindari dengan perancangan tata letak awal yang baik kecuali hanya bisa dilakukan

apabila dalam rangka ekspansi/pengembangan bisnis. Tidak dibenarkan perubahan tata letak dalam frekuensi yang tinggi karena kegiatan produksi bisa terganggu (Hadiguna, 2009).

Menurut (Hadiguna, 2009) perancangan tata letak yang baik dan mudah bisa memilih atau menetapkan tipe tata letak yang sesuai dengan karakteristik produk dan produksi. Pemilihan tipe tata letak mesin yang benar maka perlu dipahami terlebih dahulu setiap kelebihan dan kekurangan dari tipe tata letak fasilitas pabrik tersebut. Ada empat tipe tata letak mesin, yaitu tata letak produk (*Product Layout*), tata letak proses (*Process Layout*), tata letak posisi tetap (*Fixed Position Layout*) dan tata letak teknologi kelompok (*Group Technology*).

Secara garis besar dari tata letak fasilitas pabrik adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis sehingga proses produksi berlangsung secara aman, nyaman dan lancar. Lebihnya lagi suatu tata letak fasilitas produksi yang baik akan dapat meningkatkan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, yang diantaranya (Wignjosoebroto, 2003):

1. Menaikkan *output* produksi

Suatu tata letak fasilitas yang baik akan memberikan hasil (*output*) yang lebih besar dengan ongkos yang sama atau lebih sedikit, *manhours* yang lebih kecil, dan atau mengurangi jam kerja mesin (*machine hours*).

2. Mengurangi waktu tunggu (*delay*)

Mengatur keseimbangan antar waktu operasi produksi dengan beban dari masing-masing stasiun kerja merupakan bagian dari mereka yang bertanggung jawab terhadap desain tata letak fasilitas pabrik tersebut.

3. Mengurangi proses pemindahan bahan (*Material Handling*)

Untuk merubah bahan baku menjadi produksi jadi, maka ada tiga elemen mendasar yang harus ada dalam sistem produksi yaitu bahan baku, manusia/tenaga kerja dan mesin atau peralatan produksi lainnya. Namun bahan baku akan lebih sering dipindahkan dibanding dengan manusia/tenaga kerja dan mesin atau peralatan fasilitas produksi lainnya.

4. Penghematan penggunaan areal produksi, gudang dan servis.

Jalan lintas, material yang menumpuk, jarak antara mesin-mesin yang berlebihan akan menambah areal yang dibutuhkan untuk pabrik. Tata letak fasilitas produksi yang baik akan dapat mengatasi segala masalah pemborosan pemakaian lokasi dan sekaligus mengoreksinya.

5. Mengurangi *inventory* in-proses

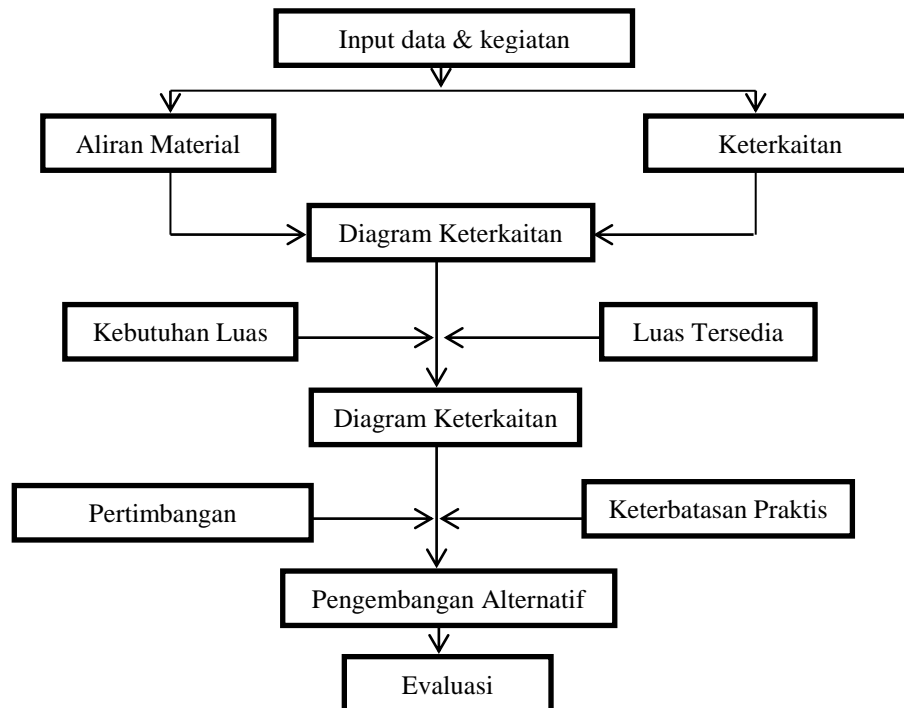
Menghendaki sebisa mungkin pada bahan baku untuk dapat berpindah dari suatu proses ke proses berikutnya secara cepat dan dapat mengurangi penumpukan bahan setengah jadi (*material in proses*). Problem ini bisa dilakukan terutama dengan mengurangi waktu tunggu (*delay*) dan bahan yang menunggu untuk diproses.

6. Proses manufakturing yang lebih cepat

Dengan memperpendek antara stasiun kerja yang satu dengan stasiun kerja berikutnya dan mengurangi bahan yang menunggu serta *storage* yang tidak diperlukan maka waktu yang diperlukan dari bahan baku untuk berpindah dari suatu tempat ketempat yang lainnya akan menjadi lebih pendek sehingga secara total waktu produksi akan menjadi lebih pendek.



Gambar 2.1 menjelaskan prosedur pelaksanaan dari *Systematic Layout Planning* (SLP) (Meller, 1999).



Gambar 2. 1 Sistematika Perencanaan *Layout*

*Operation Process Chart* (OPC) adalah langkah-langkah proses yang menentukan komponen *part* atau bertujuan sebagai pemetaan proses dan inspeksi dari komponen. Peta proses operasi yang dibuat dengan garis vertikal ini menggambarkan bahwa aliran umum dari proses yang dilaksanakan. Sedangkan dengan garis horizontal yang menuju ke garis vertikal menggambarkan bahwa adanya material yang akan bergabung dengan komponen yang akan dibuat.



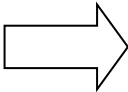
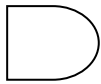


Beberapa keuntungan dan kegunaan dari *Operation Process Chart* ini adalah (Meller, 1999):

1. Menunjukkan operasi yang harus dilakukan untuk tiap komponen
2. Menunjukkan urutan operasi untuk tiap komponen

3. Menunjukkan urutan pabrikasi dan rakitan untuk tiap komponen
4. Menunjukkan hubungan antar komponen
5. Membedakan antara komponen yang dibuat dengan yang dibeli.

Pada tahun 1947, *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) membuat standar lambang-lambang yang merupakan modifikasi dari yang telah dikembangkan sebelumnya oleh Gilbreth. Tabel 2.2 menjelaskan mengenai simbol-simbol standar yang menggambarkan macam/jenis aktivitas yang umum di jumpai dalam proses produksi, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Simbol-Simbol Pada Peta Kerja

Lambang	Nama Lambang	Penjelasan
	Operasi	Suatu kegiatan operasi apabila benda kerja mengalami perubahan sifat atau bentuk, baik fisik maupun kimiawi.
	Pemeriksaan	Suatu kegiatan pemeriksaan terjadi apabila benda kerja atau peralatan mengalami pemeriksaan baik untuk segi kualitas maupun kuantitas.
	Transportasi	Suatu kegiatan transportasi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan mengalami perpindahan tempat dan bukan bagian dari proses operasi.
	Menunggu	Proses menunggu terjadi apabila benda kerja, pekerja atau perlengkapan tidak mengalami kegiatan apa pun selain menunggu.
	Penyimpanan	Proses penyimpanan terjadi apabila benda kerja disimpan untuk jangka waktu yang cukup lama.
	Aktivitas Gabungan	Kegiatan ini terjadi apabila antara aktivitas dan pemeriksaan dilakukan secara bersamaan atau dilakukan pada suatu tempat kerja.

Sumber: wignjosoebroto (2003)

### 2.2.2 Proses Produksi

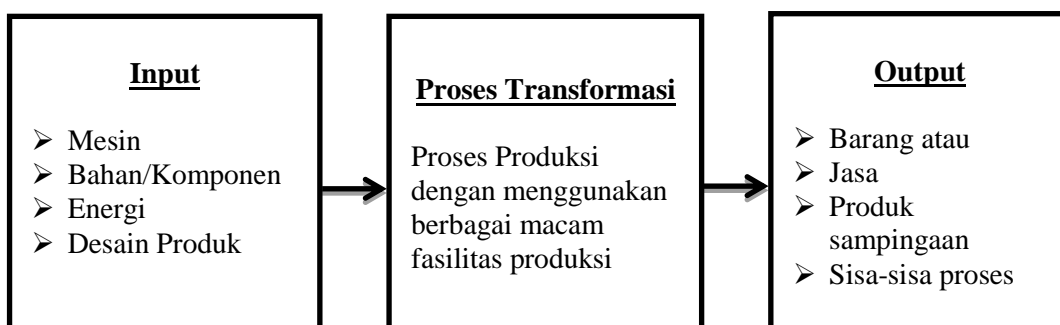
Proses produksi merupakan dua penggal kata yang memiliki arti yang berbeda.

Yang dimaksud dengan proses adalah cara, teknik atau metode yang digunakan

untuk bagaimana mengubah suatu benda melalui manusia/tenaga kerja, mesin bahan dan lain sebagainya untuk memperoleh suatu hasil. Sedangkan produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan dari suatu barang atau jasa. Sehingga pengertian dari proses produksi adalah untuk menciptakan atau menambah kegunaan dari suatu barang atau jasa dengan menggunakan sumber-sumber seperti manusia/tenaga kerja, mesin, bahan baku dan dana yang ada, (Sofjan Assauri, 1993).

Proses produksi dalam pengertian sederhana adalah keseluruhan proses dan operasi yang dilakukan untuk menghasilkan produk atau jasa. Proses produksi dapat didefinisikan sebagai suatu kegiatan dengan melibatkan tenaga manusia, bahan serta peralatan untuk menghasilkan produk yang berguna, (Zulian Yamit, 1996).

Produksi yang dihasilkan sebagai output dari proses tersebut dapat berupa produk akhir (*finished products*) yang sering juga disebut produk jadi, produk setengah jadi (*work-in-prosecc*) atau bahan baku (*raw materials*) yang semuanya bersifat *tangible* (berwujud fisik). Sedangkan Jasa (*services*) adalah output yang bersifat *intangible* (berwujud non-fisik), (Sinulingga, 2009).



Gambar 2. 2 Proses Produksi Pada Pabrik

Definisi dari Gambar 2.2 menunjukkan bahwa proses produksi pada hakekatnya adalah proses pengubahan (*transformasi*) dari bahan atau komponen (*input*) menjadi produk lain yang memiliki nilai lebih tinggi atau dalam proses terjadi penambahan nilai.

Gambar 2.2 menunjukkan bahwa apabila semua unsur input yang dibutuhkan telah tersedia, maka proses produksi dapat dimulai. Proses produksi dapat meliputi proses pembuatan dalam unit-unit prosesing maupun dalam proses unit-unit perakitan dengan prosedur yang benar dan terkontrol untuk mendapatkan kesesuaian dengan desain yang telah ditetapkan.

Penentuan tipe produksi didasarkan pada faktor-faktor seperti: (1) volume atau jumlah produk yang akan dihasilkan, (2) kualitas produk yang diisyaratkan, (3) peralatan yang tersedia untuk melaksanakan proses. Berdasarkan pertimbangan cermat mengenai faktor-faktor tersebut ditetapkan tipe proses produksi yang paling cocok untuk setiap situasi produksi. Macam-macam tipe proses produksi dari berbagai industri dapat dibedakan sebagai berikut: Zulian Yamit (2003).

#### 1. Proses produksi terus-menerus

Proses produksi terus-menerus adalah proses produksi barang atas dasar aliran produk dari satu operasi ke operasi berikutnya tanpa penumpukan disuatu titik dalam proses. Pada umumnya industri yang cocok dengan tipe ini adalah yang memiliki karakteristik yaitu output direncanakan dalam jumlah besar, variasi atau jenis produk yang dihasilkan rendah dan produk bersifat standar.

## 2. Proses produksi terputus-putus

Produk diproses dalam kumpulan produk bukan atas dasar aliran terus-menerus dalam proses produk ini. Perusahaan yang menggunakan tipe ini biasanya terdapat sekumpulan atau lebih komponen yang akan diproses atau menunggu untuk diproses, sehingga lebih banyak memerlukan persediaan barang dalam proses.

## 3. Proses produksi campuran

Proses produksi ini merupakan penggabungan dari proses produksi terus-menerus dan terputus-putus. Penggabungan ini digunakan berdasarkan kenyataan bahwa setiap perusahaan berusaha untuk memanfaatkan kapasitas secara penuh.

### **2.2.3 Tipe Tata Letak Fasilitas Produksi**


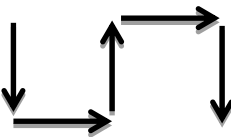
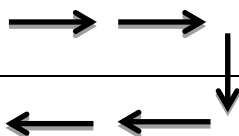
Menurut Sodikin et al. (2008) Tipe tata letak adalah dimana semua mesin dan peralatan yang memiliki ciri-ciri operasi yang sama dikelompokkan secara bersamaan dengan proses atau fungsi kerjanya. Untuk menetapkan prosedur atau metode pengaturan tata letak dari fasilitas-fasilitas produksi tersebut, ada empat macam tipe tata letak yang umum diaplikasikan dalam desain *layout*, yaitu:

- a. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksi (*Production line product* atau *Product layout*)
- b. Tata letak fasilitas berdasarkan lokasi material tetap (*Fixed material location product layout* atau *fixed position layout*). Untuk tata letak pabrik yang berdasarkan proses tetap, material atau komponen produk yang utama akan tinggal tetap pada posisi/lokasinya.

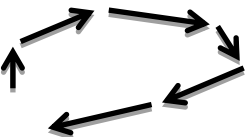
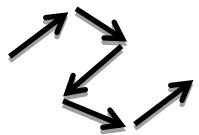
- c. Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk family (*Product family, product layout atau group technology*). Tata letak tipe ini didasarkan pada pengelompokan produk atau komponen yang akan dibuat. Produk-produk yang tidak identik dikelompokkan berdasarkan langkah-langkah pemrosesan, bentuk, mesin atau peralatan yang dipakai dan sebagainya.
- d. Tata letak fasilitas berdasarkan fungsi atau macam proses (*Functional atau process layout*). Tata letak tipe ini didasarkan pada pengatuan dan penempatan dari segala mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe/jenis sama ke dalam satu departemen.

Pola aliran bahan untuk proses produksi merupakan suatu pola yang sangat penting dan harus diperhatikan. Terdapat 5 macam pola aliran bahan yang sering digunakan pada proses produksi sesuai dengan pemanfaatan luas area (*space*), yang akan disajikan pada Tabel 2.3 diantaranya (Eti Kristinawati, 2000).

Tabel 2. 3 Pola Aliran Proses Produksi

Lambang	Nama Pola	Penjelasan
	<i>Straight line</i>	Digunakan jika proses produksi yang singkat, relatif sederhana dan pada umumnya terdiri dari beberapa komponen-komponen atau beberapa macam <i>production equipment</i> .
	Serpentine atau Zig-zag (S-Shape)	Berdasarkan pada garis patah, ini diterapkan jika jalur proses produksi yang panjang dan luas area yang tidak sesuai atau lokasi kurang luas.
	U-Shape	Pola U-Shape akan dipakai bilamana dikehendaki

---

		akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya.
	Circular	Sangatlah baik untuk digunakan apabila dikehendaki, sebab mengembalikan lagi material atau hasil produksi pada titik awal.
	Odd Angel	Jika aliran produksi yang panjang dan area tidak sesuai, maka pola ini digunakan sebab dapat meminimalisir lokasi yang ada.

---

#### 2.2.4 Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak dengan menggunakan teknik *rectilinear* pada masing-masing jarak dan tidak memperhatikan adanya lintasan (*aisle*) sehingga pengukuran dilakukan dengan secara langsung dari masing-masing titik tengah setiap departemen produksi. Dengan perhitungan jarak *rectilinear* maka jarak antara mesin dapat dicari berdasarkan Rumus 2.1.

$$D_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

$X_i$  = Koordinat X untuk fasilitas i

$X_j$  = Koordinat X untuk fasilitas j

$Y_i$  = Koordinat Y untuk fasilitas i

$Y_j$  = Koordinat Y untuk fasilitas j

$D_{ij}$  = Jarak antara fasilitas i dan j

Sedangkan total momen perpindahan material pada lantai produksi dapat ditentukan dengan cara mengalikan frekuensi perpindahan bahan dari satu departemen ke departemen yang lainnya sesuai dengan proses dan jarak antar stasiun yang berkaitan. Untuk perhitungan momen jarak perpindahan material dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.2.

$$\text{Min (MP)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} d_{ij} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

Min = Momen perpindahan stasiun i ke j (meter/tahun)

$f_{ij}$  = Frekuensi perpindahan dari stasiun i ke j (kali/tahun)

$d_{ij}$  = Jarak antara stasiun i dan j (meter/kali)

n = Jumlah mesin yang digunakan (setiap produk)

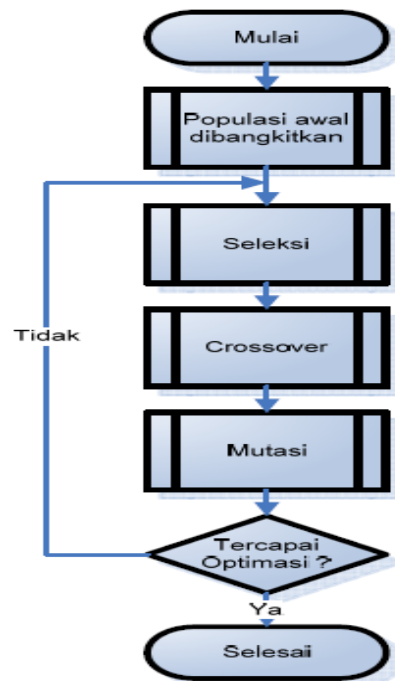
### 2.3 Algoritma Genetika

Algoritma genetika (GA) adalah cabang dari algoritma evolusi yang mempelajari tentang metode *adaptive*. Dimana metode yang dimaksud untuk memecahkan suatu masalah dalam pencarian nilai yang optimasi. Berdasarkan pada proses genetika yang ada dalam makhluk hidup yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, yang secara lamban laun akan mengikuti proses seleksi alam atau “siapa yang kuat dia yang akan bertahan (*survive*)”. GA adalah suatu algoritma pencarian yang berbasis pada mekanisme seleksi alam dan genetika. GA merupakan salah satu algoritma yang sangat tepat digunakan dalam menyelesaikan masalah optimasi kompleks, yang sulit dilakukan oleh metode konvensional, Anita Desiani dan Muhammad Arhami (2005).



GA ditemukan oleh John Holland dalam sebuah penelitiannya di Universitas Michigan, Amerika Serikat pada tahun 1975 dan kemudian dipopulerkan oleh salah satu muridnya David Goldberg pada tahun 1989. (Goldberg, 1989) mendefinisikan algoritma genetika ini dengan suatu pencarian algoritma berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan genetika alam. Bauer (1993) mendefinisikan GA sebagai perangkat lunak, Sifat GA adalah mencari solusi dari banyak kemungkinan solusi untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam menyelesaikan masalah (Anita & Muhammad, 2006). Sebuah solusi yang dibangkitkan dalam GA disebut sebagai *chromosome*, sedangkan kumpulan *chromosome-chromosome* tersebut disebut sebagai populasi. Sebuah *chromosome* dibentuk dari komponen-komponen penyusun yang disebut sebagai gen dan nilainya dapat berupa bilangan numerik, biner, simbol ataupun karakter tergantung dari permasalahan yang ingin diselesaikan.

Algoritma genetika (GA) merupakan bentuk konsep atau metode pencarian yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah dan pemodelan sistem evolusi biologis, (Forrest, 1993). Implementasi perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian ini dimodelkan dalam tahapan-tahapan seperti yang ada pada GA secara umumnya. Prosedur yang dimodelkan yaitu seperti terlihat pada Gambar 2.3 berikut:



Gambar 2. 3 Flowchart Algoritma Genetika Pada Perangkat Lunak

GA bergerak dari suatu populasi kromosom yang direpresentasikan dalam suatu calon solusi ke populasi yang baru dengan melalui 3 tahap yaitu: tahap seleksi, *crossover* dan mutasi. Kromosom adalah setiap anggota himpunan yang dapat merepresentasikan satu solusi masalah. Kromosom merupakan suatu populasi berevolusi dalam iterasi yang dikenal sebagai generasi, tiap kromosom dievaluasi berdasarkan fungsi evolusi (*fitness function*). Kromosom-kromosom tersebut selanjutnya akan diseleksi berdasarkan nilai *fitness* masing-masing. Kromosom yang kuat akan mempunyai kemungkinan untuk bertahan hidup lebih tinggi ke generasi selanjutnya, akan tetapi ini juga tidak menutup kemungkinan

bagi kromosom-kromosom yang lemah untuk dapat bertahan hidup seperti kromosom yang kuat lainnya. Proses seleksi tersebut akan ditentukan pada kromosom-kromosom yang baru (*offspring*) melalui proses *crossover* dan mutasi melalui kromosom yang terpilih (*parents*). Dari dua proses tersebut maka akan terbentuk suatu generasi baru yang akan diulangi terus-menerus hingga mencapai suatu konvergensi, atau sebanyak generasi yang akan diinginkan.

GA adalah algoritma pencarian heuristik yang didasarkan atas mekanisme evolusi biologis. Keberagaman evolusi biologis adalah variasi dari kromosom antar individu organisme. Variasi kromosom ini akan mempengaruhi laju reproduksi dan tingkat kemampuan organisme untuk tetap hidup. Pada dasarnya terdapat 4 kondisi yang dianggap sangat mempengaruhi proses evaluasi, yaitu sebagai berikut:

- a. Kemampuan organisme untuk melakukan reproduksi.
- b. Keberadaan populasi organisme yang bisa melakukan reproduksi.
- c. Keberagaman organisme dalam suatu populasi.
- d. Perbedaan kemampuan untuk *survive*.

Individu yang lebih kuat (*fit*) akan memiliki tingkat *survival* dan tingkat reproduksi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan individu yang kurang kuat (*fit*). Dengan kurun waktu tertentu (atau yang lebih sering disebut dengan istilah generasi), populasi secara keseluruhan akan lebih banyak memuat organisme yang kuat (*fit*).

(Holland, 1975) mengemukakan bahwa setiap permasalahan yang berbentuk adaptasi (alami maupun buatan) dapat diformulasikan dalam

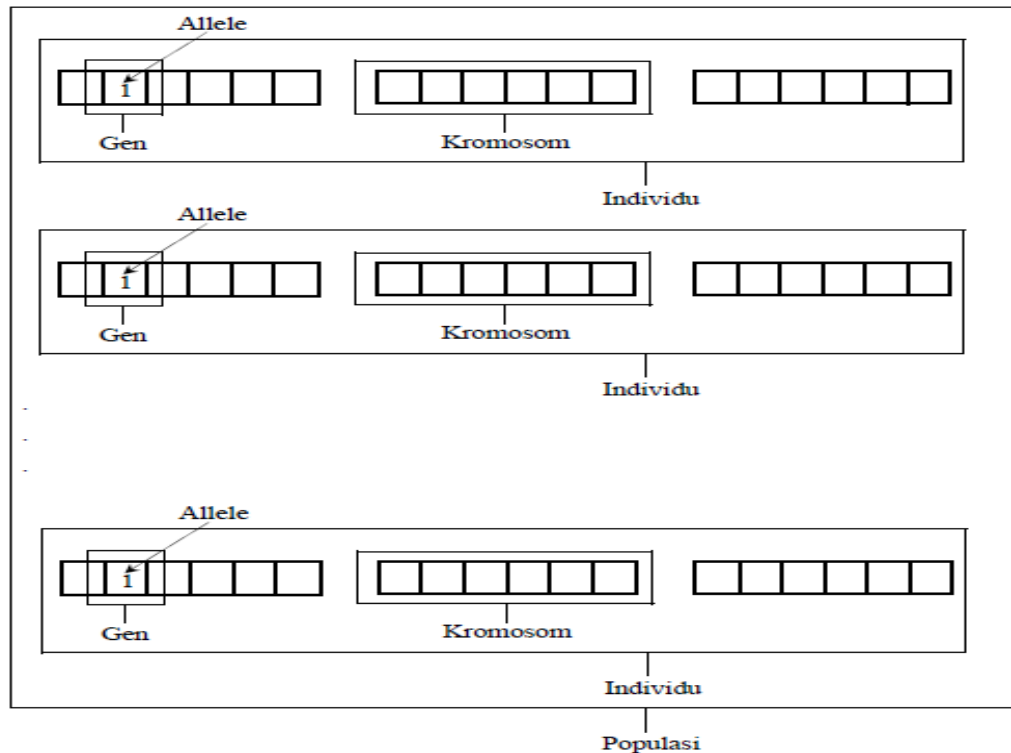
terminologi genetika. GA adalah simulasi dari proses evolusi Darwin dan operasi genetika atas kromosom.

### **2.3.1. Pengertian Individu**

Individu adalah sesuatu hal yang dapat dikatakan dengan mungkin. Sebab individu ini bisa dikatakan sama dengan kromosom yang didalamnya merupakan kumpulan gen. beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam mendefinisikan individu untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan GA, diantaranya:

1. Genotype (gen): sebuah nilai yang menyatukan satuan dasar dan membentuk suatu arti tertentu dalam satu gen yang dinamakan kromosom. Pada GA, gen ini bisa berupa nilai dalam bentuk bilangan numerik, biner, simbol, integer maupun karakter tergantung dari permasalahan yang ingin diselesaikan.
2. Allele: nilai dari gen
3. Kromosom: gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu
4. Individu: menyatakan satu nilai atau keadaan dalam satu solusi dari permasalahan yang diangkat
5. Populasi: merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu siklus proses evolusi
6. Generasi: menyatakan satu siklus proses evolusi atau satu iterasi dalam GA

Pada Gambar 2.4 diilustrasikan bagaimana perbedaan antara istilah-istilah dalam representasi penyelesaian permasalahan dalam GA.



Gambar 2. 4 Ilustrasi Representasi Penyelesaian Permasalahan dalam Algoritma Genetika

### 2.3.2. Hal-Hal Yang Harus Dilakukan Dalam Algoritma Genetika

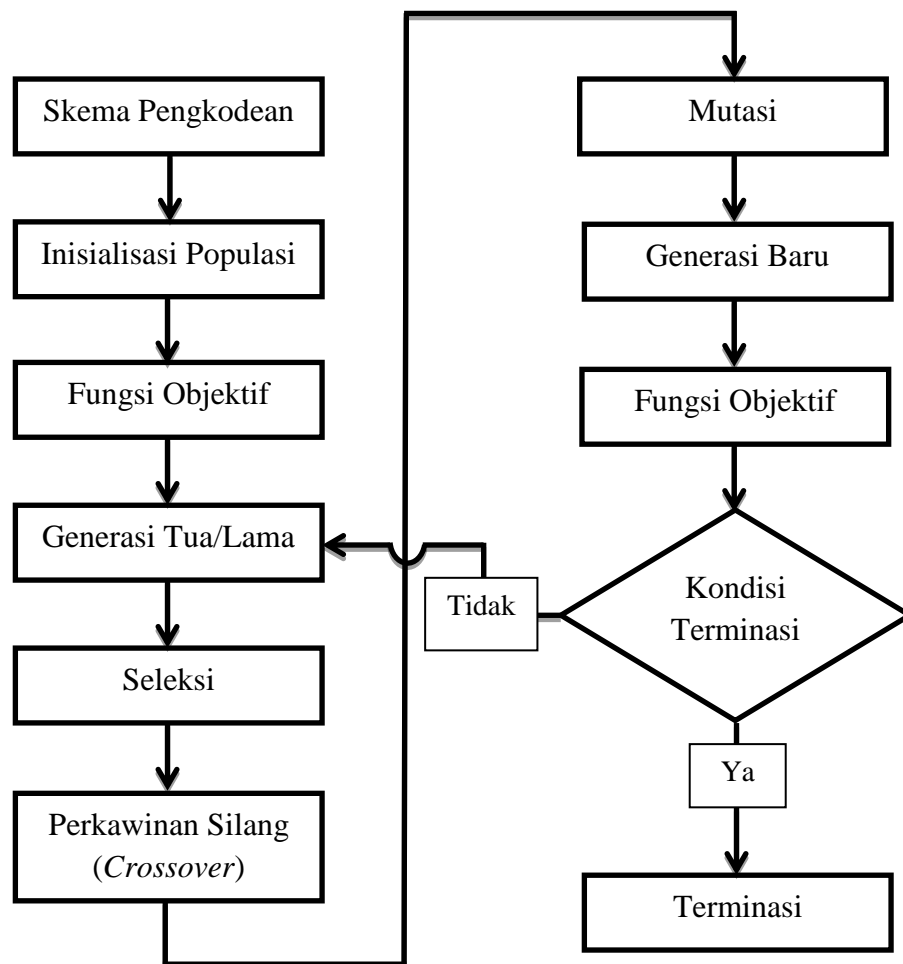
Terdapat beberapa hal yang harus dilakukan dalam algoritma genetika, diantaranya sebagai berikut:

1. Mendefinisikan individu: dimana dapat dinyatakan sebagai salah satu solusi (penyelesaian) dari permasalahan yang diangkat.
2. Mendefinisikan nilai fitness: yang menjadikan suatu tolak ukur baik-tidaknya suatu individu atau solusi yang dicapai.
3. Menentukan proses pembangkitan populasi awal: hal yang dilakukan dengan cara pembangkitan acak (*random-walk*).

4. Menentukan proses seleksi yang akan digunakan.
5. Menentukan proses perkawinan silang (*crossover*) dan mutasi gen yang akan dipakai.

### 2.3.3. Struktur Umum Algoritma Genetika

Teknik pencarian dalam GA dilakukan dengan beberapa solusi yang sering dikenal dengan istilah populasi. Populasi awal masih dibangun secara acak, kemudian populasi berikutnya adalah hasil dari kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan istilah generasi. GA secara umum dapat diilustrasikan seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Diagram Alir Algoritma Genetika

Disetiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi dengan menggunakan alat ukur yang dikenal dengan istilah fungsi *fitness*. Nilai *fitness* pada suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom yang ada dalam populasi tersebut. Generasi selanjutnya dikenal dengan istilah *offspring* atau anak yang terbentuk dari gabungan 2 kromosom generasi sekarang yang bertindak sebagai induk dengan menggunakan operator *crossover*. Selain operator *crossover* (penyilangan), suatu kromosom dapat juga dimodifikasi dengan menggunakan operator mutasi. Populasi generasi yang baru terbentuk melalui penyeleksian nilai *fitness* dari kromosom induk (*parent*) dan nilai *fitness* dari kromosom anak (*offspring*), serta menolak kromosom-kromosom lain sehingga ukuran populasi konstan setelah melalui beberapa generasi, maka algoritma ini akan konvergen ke kromosom terbaik.

GA memberikan suatu pilihan bagi penentuan nilai parameter dengan meniru cara reproduksi genetika, pembentukan kromosom baru serta seleksi alami seperti yang terjadi pada makhluk hidup. Golgberg (1989) menerjemahkan bahwa GA memiliki karakteistik-karakteristik yang penting untuk diketahui agar dapat dibedakan dari berbagai prosedur yang akan dicari atau dari optimasi yang lain, diantaranya:

1. GA dengan pengkodean dari himpunan solusi permasalahan berdasarkan parameter yang telah ditetapkan dengan bukan parameter itu sendiri.

2. GA pencarian pada sebuah solusi dari sejumlah individu-individu yang merupakan solusi permasalahan bukan hanya dari sebuah individu.
3. GA informasi fungsi objektif (*fitness*), sebagai cara untuk mengevaluasi individu yang mempunyai solusi terbaik, bukan turunan dari suatu fungsi.
4. GA menggunakan aturan-aturan transisi peluang, bukan aturan-aturan deterministik.

#### **2.3.4. Komponen-Komponen Utama Dalam Algoritma Genetika**

##### **1. Teknik Pengkodean**

Teknik pengkodean merupakan salah satu cara yang digunakan dalam algoritma genetika untuk bagaimana mengkodekan gen dari kromosom dimana gen merupakan bagian dari kromosom. Satu gen biasanya akan mewakili satu variabel, (Sri Kusumadewi, 2003). Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk bit, bilangan real, daftar aturan, elemen permutasi, elemen program atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetika (Sri Kusumadewi, 2003). Dengan demikian kromosom dapat direpresentasikan dengan menggunakan:

String bit : 10011, 01101, 11101, dst.

Bilangan real : 65.65, -67.98, 562.88, dst.

Elemen permutasi : E2, E10, E5, dst.

Daftar aturan : R1, R2, R3, dst.



Elemen program : Pemrograman genetika

Struktur lainnya (Sri Kusumadewi, 2003).

Namun hal ini sangat sulit dikarenakan proses pengkodean yang digunakan berbeda-beda tergantung dengan apa permasalahan yang akan diselesaikan, sebab tidak semua pengkodean bisa digunakan. Proses pengkodean ini bermaksud untuk mendapatkan string atau kromosom yang terdiri dari beberapa bit/gen, sehingga satu kromosom merupakan sekumpulan dari beberapa gen (I Dewa Made Adi Baskara Joni, 2010).

Ada beberapa macam teknik pengkodean dalam menyelesaikan permasalahan yang bisa dilakukan pada algoritma genetika. Teknik pengkodean tersebut berupa *binary encoding*, *permutation encoding*, *value encoding* dan *tree encoding*. Sedangkan pada penelitian ini teknik pengkodean yang akan digunakan adalah *value encoding*. Pada teknik *value encoding*, setiap stasiun kerja akan diwakili dengan angka dan angka tersebut merupakan dari gen yang akan terbentuk menjadi sebuah kromosom.

## **2. Metode Seleksi Dengan Roda *Roulette***

Metode seleksi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling *fitness*/kuat (Kusumadewi *et al.*, 2005). Langkah pertama dalam melakukan seleksi ini adalah pencarian nilai *fitness*. Masing-masing individu dalam suatu wadah seleksi akan menerima probabilitas reproduksi yang tergantung pada nilai objektif dari semua individu dalam wadah seleksi tersebut. Nilai *fitness*

inilah yang akan nantinya digunakan pada tahap-tahap berikutnya. Metode seleksi *wheel roulette* merupakan metode yang paling sederhana yang dikenal dengan nama *stochastic sampling with replacement*. Metode ini individu-individu yang dipetakan dalam suatu segmen garis secara berurutan hingga tiap-tiap segmen individu memiliki ukuran yang sama dengan ukuran *fitness*nya. Proses ini diulangi hingga memperoleh sejumlah individu yang diharapkan (Kusumadewi, 2003 : 285)

Cara lain menerapkan penekanan selektif adalah memilih orang tua yang lebih baik ketika membuat keturunan baru. Dengan metode ini, hanya kromosom sebanyak yang dipelihara dalam populasi yang perlu dibuat bagi generasi berikutnya. Walaupun penekanan selektif tidak diterapkan ke level keturunan, metode ini akan terus menghasilkan kromosom yang lebih baik, karena adanya penekanan selektif yang diterapkan ke orang tua. Ada beberapa metode untuk memilih kromosom yang sering digunakan antara lain adalah seleksi roda rolet (*roulette wheel selection*), seleksi *ranking* (*rank selection*) dan seleksi turnamen (*tournament selection*).

Pada permasalahan penelitian ini akan digunakan metode *Roulette Wheel selection*, metode ini yang paling sering digunakan dan dianggap bisa menyelesaikan dengan secara optimal. Pada proses seleksi digunakan satu parameter yang disebut dengan *fitness* untuk menentukan seberapa baik kromosom yang akan bertahan hidup. Dalam penelitian ini fungsi *fitness* akan didefinisikan sebagaimana berikut:

$$Fitness = \text{Total Jarak} \dots \dots \dots (2.3)$$

Sedangkan untuk dapat menghitung nilai fitness dalam permasalahan ini adalah data awal. Data awal yang dibutuhkan untuk mengisialisasikan yaitu jarak antara stasiun yang satu ke stasiun yang lain setelah itu kemudian dihitung nilai *fitness*nya.

Dari hasil perhitungan nilai *fitness* di atas bertujuan untuk mendapatkan kromosom dengan nilai *fitness* yang lebih kecil dan kromosom tersebut akan mempunyai probabilitas yang lebih besar. Untuk memilih kembali kromosom yang mempunyai probabilitas lebih besar maka dengan menggunakan rumus inverse sebagai berikut:

$$Q[i] = \frac{1}{Fitness [1]} \dots \dots \dots (2.4)$$

Setelah nilai Q-nya ditemukan, maka dilanjutkan dengan mencari probabilitasnya untuk mengetahui kromosom mana yang akan terpilih sebagai generasi baru. Rumus yang digunakan untuk mencari probabilitasnya adalah:

$$P[i] = \frac{Q[1]}{\text{Total Q}} \dots \dots \dots (2.5)$$

Proses seleksi dengan menggunakan metode *Roulette Wheel Selection* dilakukan sebanyak jumlah kromosom (6 kromosom) untuk mendapatkan nilai randomnya.

### 3. *Crossover*

Proses *crossover* (penyilangan) atau lebih sering dikenal dengan istilah proses rekombinasi adalah dilakukan atas 2 kromosom untuk

menghasilkan kromosom baru (*offspring*) yang diharapkan akan lebih baik dari pada induknya. Kromosom baru yang berbentuk akan mewakili sebagian sifat kromosom induknya. Ada beberapa metode rekombinasi (*Crossover*) yang bisa digunakan dalam algoritma genetika pada penelitian ini antara lain: *Partially Mepped Crossover (PMX)*, *Order Crossover* dan *Cycle Crossover*.

Ada beberapa cara untuk melakukan *crossover*, yaitu

1. Penyilangan satu titik (*single – point crossover*)

(Kusumadewi dan Purnomo, 2005) dalam bukunya menyatakan penyilangan pada satu titik, posisi penyilangan  $k$  ( $k=1,2,\dots,N-1$ ) dengan  $N$  = panjang kromosom yang diseleksi secara random. Variabel-variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan anak.

Misalkan ada 2 kromosom dengan panjang 12:

Induk 1: 0 1 1 1 0 | 0 1 0 1 1 1 0

Induk 2: 1 1 0 1 0 | 0 0 0 1 1 0 1

Posisi penyilangan yang terpilih: misalkan 5

Setelah penyilangan, diperoleh kromosom-kromosom baru:

Anak 1: 0 1 1 1 0 | 0 0 0 1 1 0 1

Anak 2: 1 1 0 1 0 | 0 1 0 1 1 1 0

2. Penyilangan banyak titik (*Multi – point Crossover*)

(Kusumadewi dan Purnomo, 2005) dalam bukunya menyatakan penyilangan pada banyak titik,  $m$  posisi penyilangan  $k_i$  ( $k = 1,2,\dots,N-$

1,  $i = 1, 2, \dots, m$ ) dengan  $N =$  panjang kromosom dikoreksi secara random dan tidak diperbolehkan pada posisi yang sama namun diurutkan naik. Variabel-variabel ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan anak.

Misalkan ada 2 kromosom dengan panjang 12:

Induk 1: 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0

Induk 2: 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1

Posisi penyilangan yang terpilih:

Misalkan ( $m = 3$ ): 2          6          10

Setelah penyilangan, diperoleh kromosom-kromosom baru:

Anak 1: 0 1 | 0 1 0 0 | 0 0 1 1 | 0 1

Anak 2: 1 1 | 1 1 0 0 | 1 0 1 1 | 1 0

### 3. Penyilangan seragam (*Uniform Crossover*)

(Kusumadewi dan Purnomo, 2005) menyatakan pada penyilangan seragam, setiap lokasi memiliki potensi sebagai tempat penyilangan. Sebuah mask penyilangan dibuat sepanjang-panjang kromosom secara random yang menunjukkan bit-bit dalam mask yang mana induk mensupply anak dengan bit-bit yang ada. Di sini, anak<sub>1</sub> akan dihasilkan dari induk<sub>1</sub> jika bit mask bernilai 1, atau sebaliknya, anak<sub>1</sub> akan dihasilkan induk<sub>2</sub> jika bit mask bernilai 0. Sedangkan anak<sub>2</sub> dihasilkan dari kebalikan mask.

Misalkan ada 2 kromosom dengan panjang 12:

Induk 1: 0 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 0

Induk 2: 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 1

Mask bit:

Sampel 1: 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 0 1

Sampel 2: 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0

Setelah penyilangan, diperoleh kromosom-kromosom baru:

Anak 1: 0 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0

Anak 2: 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1

#### 4. Penyilangan dengan permutasi (*Permutation Crossover*)

(Kusumadewi dan Purnomo, 2005) menyatakan pada penyilangan dengan permutasi ini, kromosom-kromosom anak diperoleh dengan cara memilih dengan sub barisan suatu *tour* dari satu induk dengan tetap menjaga urutan dan posisi sejumlah kota yang mungkin terhadap induk yang lainnya.

Misal:

Induk 1: 1 2 3 | 4 5 6 7 | 8 9

Induk 2: 4 5 3 | 1 8 7 6 | 9 2

Anak 1: x x x | 1 8 7 6 | x x

Anak 2: x x x | 4 5 6 7 | x x

Dari sini kita memperoleh pemetaan:

1 – 4, 8 – 5, 7 – 6, 6 – 7.

Kemudian kita copy sisa gen di induk – 1 ke anak – 1 dengan menggunakan pemetaan yang sudah ada.

Anak 1: 1-4 2 3 | 1 8 7 6 | 8-5 9

Anak 1: 4 2 3 | 1 8 7 6 | 5 9

Lakukan hal yang sama untuk anak-2:

Anak 2: 4-1 5-8 3 | 4 5 6 7 | 9 2

Anak 2: 1 8 3 | 4 5 6 7 | 9 2

Penyilangan dengan permutasi biasanya disebut juga dengan *Partial Mapped Crossover* (PMX).

Teknik rekombinasi atau yang lebih sering dikenal dengan proses *crossover* (mekanisme persilangan) yang digunakan dalam kasus ini adalah metode *Partially Mapped Crossover* (PMX). *Partially Mapped Crossover* (PMX) diciptakan oleh Goldberg dan Lingle merupakan rumusan modifikasi dari pindah silang dua-poin. Hal yang paling penting dari *Partially Mapped Crossover* adalah pindah silang dua-poin dengan menambahkan beberapa prosedur tambahan (Nasution, 2012).

Pilih posisi untuk menentukan substring secara acak

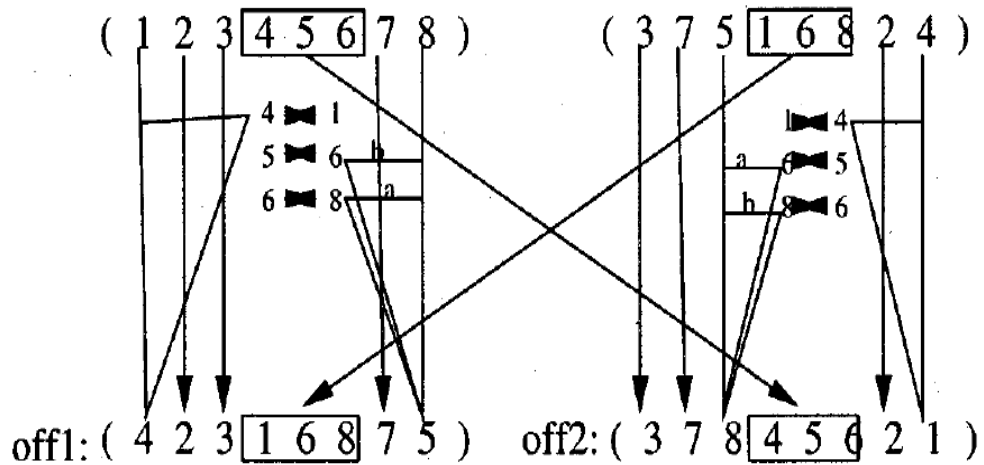
Induk 1 : 1 2 3 | 4 5 6 | 7 8

Induk 2 : 3 7 5 | 1 6 8 | 2 4

Diperoleh :

Anak 1 : 4 2 3 | 1 6 8 | 7 5

Anak 2 : 3 7 8 | 4 5 6 | 2 1



Gambar 2. 6 Pemetaan *Partially Mapped Crossover PMX*

#### 4. Mutasi

Mutasi adalah proses yang dilakukan setelah proses rekombinasi dengan cara memilih kromosom yang akan dimutasi secara acak, selanjutnya ditentukan titik mutasi pada kromosom yang akan dimutasi dengan cara acak pula. Proses mutasi dalam sistem biologi berlangsung dengan mengubah isi *allele* gen pada suatu locus dengan *allele* yang lain. Proses mutasi ini bersifat acak sehingga tidak selalu menjamin bahwa setelah proses mutasi akan diperoleh kromosom dengan *fitness* yang lebih baik. Ini akan mengakibatkan perubahan nilai secara acak pada suatu bit dengan posisi tertentu. Kemudian kita dapat menggantikan bit 1 dengan bit 0, atau dengan sebaliknya, sebab pada mutasi ini sangat dimungkinkan akan memunculkan kromosom baru yang semula belum muncul dalam populasi awal. Banyaknya kromosom yang akan mengalami mutasi dihitung berdasarkan probabilitas mutasi yang telah ditentukan terlebih dahulu. Jika probabilitas mutasi yang dianggap adalah 100% maka akan semua



kromosom yang terdapat dalam populasi akan dimutasi. Begitu juga sebaliknya, jika probabilitas mutasi yang digunakan adalah 0% maka tidak terdapat mutasi kromosom pada populasi tersebut.

Pada mutasi ada satu parameter yang sangat penting yaitu peluang mutasi ( $P_m$ ). Peluang mutasi menunjukkan presentasi jumlah total gen pada populasi yang akan mengalami mutasi. Untuk melakukan mutasi, kita harus terlebih dahulu menghitung jumlah total gen pada populasi tersebut. Kemudian membangkitkan bilangan random yang akan menentukan posisi dimana yang akan dimutasi (gen keberapa pada kromosom keberapa).

Ada bermacam-macam teknik mutasi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah dengan GA. Seperti pada teknik rekombinasi, teknik mutasi juga dirancang untuk digunakan pada suatu masalah yang spesifik sehingga tidak setiap teknik mutasi dapat diterapkan pada suatu masalah yang akan diselesaikan. Selain itu, teknik mutasi yang digunakan juga harus sesuai dengan teknik encoding yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Beberapa teknik mutasi yang dapat digunakan dalam penyelesaian masalah ini adalah *inversion mutation*, *insertion mutation*, *swapping mutation*, dan *reciprocal mutation*. Metode mutasi yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik *swapping mutation*. Jumlah kromosom yang mengalami mutasi dalam satu populasi ditentukan oleh parameter *mutation rate* (PM). Proses mutasi dilakukan dengan cara menukar gen yang dipilih secara acak dengan gen sesudahnya. Jika gen berada di akhir kromosom, maka ditukar dengan gen

yang pertama. Pertama-tama dihitung dulu panjang atau jumlah gen yang terdapat pada satu populasi, dimana diketahui jumlah gen adalah sebagai berikut:

Jumlah Total Gen

= Jumlah gen dalam 1 kromosom x jumlah kromosom.....(2.6)

Dimana : Panjang total gen =  $8 \times 6$ , sehingga

: Panjang total gen = 48 gen.

Untuk posisi gen yang dipilih kemudian dimutasi dilakukan dengan cara membangkitkan bilangan acak yang dimulai dari antar 1 – total jumlah gen yaitu gen 1 – sampai dengan pada gen 48, kemudian dapat ditentukan berapa parameter mutasi (PM) yang akan digunakan untuk memutasi gen. Semisal PM yang ditentukan adalah = 25 %, maka jumlah gen yang akan dimutasi yaitu:  $0,25 \times 48 = 12$ . Sehingga gen yang akan dimutasi adalah sebanyak 12 gen dengan posisi yang telah ditentukan secara acak.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Objek dan Subjek Penelitian**

##### **3.1.1. Objek Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan CV. Tunas Karya yang berlokasi di Beji Rt 04 Rw 16 Harjobinangun Pakem Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. CV. Tunas Karya adalah sebuah industri manufaktur yang bergerak di bidang produksi mesin dan alat teknologi terpadu. Penelitian ini akan difokuskan pada upaya penentuan tata letak mesin pada pabrik tersebut dengan mempertimbangkan lokasi pabrik yang sekarang.

##### **3.1.2. Subjek Penelitian**

Namun pada penelitian ini dikhususkan di bagian sistem produksi atau tata letak fasilitas produksi/peralatan yang digunakan di pabrik pada saat ini agar dapat menemukan tata letak fasilitas yang baru.

#### **3.2. Populasi dan Sampel**

Populasi yang dipakai pada penelitian ini adalah semua mesin atau peralatan yang digunakan pada semua bagian proses produksi di pabrik CV. Tunas Karya. Namun sebelum melakukan pengambilan data, terlebih dahulu ditentukan jumlah data yang harus diambil agar dapat dikatakan bisa mewakili suatu populasi. Akan tetapi mesin maupun alat yang terdapat pada pabrik yang mana dianggap sebagai populasi yang ada pada semua stasiun-stasiun kerja terlalu banyak sehingga akan digunakan sampel. Sedangkan penggunaan sampel dikarenakan oleh populasi

yang begitu banyak sehingga dianggap bisa mewakili total keseluruhan populasi yang ada.

### **3.3. Jenis dan Sumber Data**

Jenis dan sumber data yang diperoleh pada penelitian ini adalah berupa data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan secara langsung dari sumbernya atau objek yang ditelitinya. Sedangkan data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung melalui studi pustaka, literatur-literatur, majalah, catalog dan sumber lainnya.

### **3.4. Metodologi Pengumpulan Data**

Ada dua cara metodologi pengumpulan data yang akan digunakan dalam dalam penelitian ini, diantaranya sebagai berikut:

1. Observasi

Metode observasi merupakan metode pengamatan yang dilakukan secara langsung oleh peneliti terhadap permasalahan yang akan diteliti. Dalam penelitian ini observasi akan dilakukan dengan pengamatan secara langsung di bagian proses produksi CV. Tunas Karya. Dari observasi tersebut akan didapatkan data berupa penempatan mesin dan fasilitas lainnya.

2. Wawancara

Metode wawancara merupakan metode pengumpulan data dengan cara mengadakan wawancara langsung terhadap objek penelitian seperti pekerja atau karyawan pada bagian produksi yang ada pada CV. Tunas Karya. Dengan metode wawancara ini akan didapatkan data berupa jenis

mesin yang digunakan dan dalam jumlah, dimensi mesin, proses produksi dan data pendukung lainnya.

### 3. Studi Literatur

Peneliti melakukan studi pustaka dengan cara membaca dan mempelajari referensi, referensi yang dimaksudkan adalah literatur-literatur, laporan ilmiah, jurnal ilmiah dan tulisan-tulisan ilmiah lainnya. Ini dimaksud agar dapat memahami dan mengetahui konsep dan dasar teori yang diangkat sehingga dapat digunakan sebagai landasan yang kuat dalam permasalahan penelitian.

#### **3.5. Variabel Penelitian**

Pada penelitian ini akan ditentukan variabel-variabel yang akan di input sebagai berikut:

1. *Layout* lokasi produksi : merupakan variabel yang menunjukkan luasnya sebuah area produksi untuk menempatkan mesin-mesin dan fasilitas penunjang proses produksi lainnya.
2. Jumlah mesin : merupakan variabel yang menunjukkan banyaknya mesin yang digunakan dalam proses produksi pada pabrik. Satuan variabel jumlah mesin yang digunakan adalah unit.
3. Dimensi setiap mesin (panjang dan lebar) : merupakan variabel yang menunjukkan tinggi, panjang dan lebarnya sebuah mesin yang digunakan di dalam proses produksi pada pabrik. Variabel ini sangatlah penting untuk diketahui sebab saling keterkaitan antara

penempatan mesin dengan luas area pabrik. Satuan variabel panjang dan lebar yang digunakan adalah meter.

4. Mesin-mesin yang digunakan pada setiap produk : variabel ini ditujukan untuk dapat menjelaskan jenis-jenis mesin apa saja yang digunakan untuk proses produksi pada satu bagian produksi. Satuan variabel ini menggunakan adalah unit.
5. Jarak : variabel jarak antara mesin yang satu dengan mesin yang lainnya sangat dibutuhkan untuk menentukan jarak perpindahan bahan (*material handling*) pada saat proses produksi berjalan. Hal ini akan nantinya berdampak pada sistem biaya dan waktu. Sehingga variabel jarak merupakan variabel yang sangat penting dalam menentukan tata letak fasilitas produksi pada pabrik. Satuan variabel jarak yang digunakan adalah meter.

### **3.6. Teknik Pengolahan Data**

Pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahap, diantaranya:

1. Menggambar *layout* awal rantai pabrik produksi dengan meninjau dari tata letak saat ini
2. Penentuan jarak antara departemen diukur dengan menggunakan pengukuran *rectilinear* dimana jarak diukur dengan cara garis tegak lurus dari satu departemen ke departemen yang lainnya.
3. Penentuan frekuensi perpindahan bahan antar departemen untuk mengetahui banyaknya jumlah perpindahan aliran bahan yang terjadi pada saat proses produksi.

4. Perhitungan total momen perpindahan awal pada *layout* lantai produksi dengan cara mengalikan frekuensi perpindahan dan jarak antar mesin.
5. Pengolahan data menggunakan algoritma genetika untuk mencari optimasi dengan *software MS. Excel* dan generator algoritma genetika *NLI-gen*.

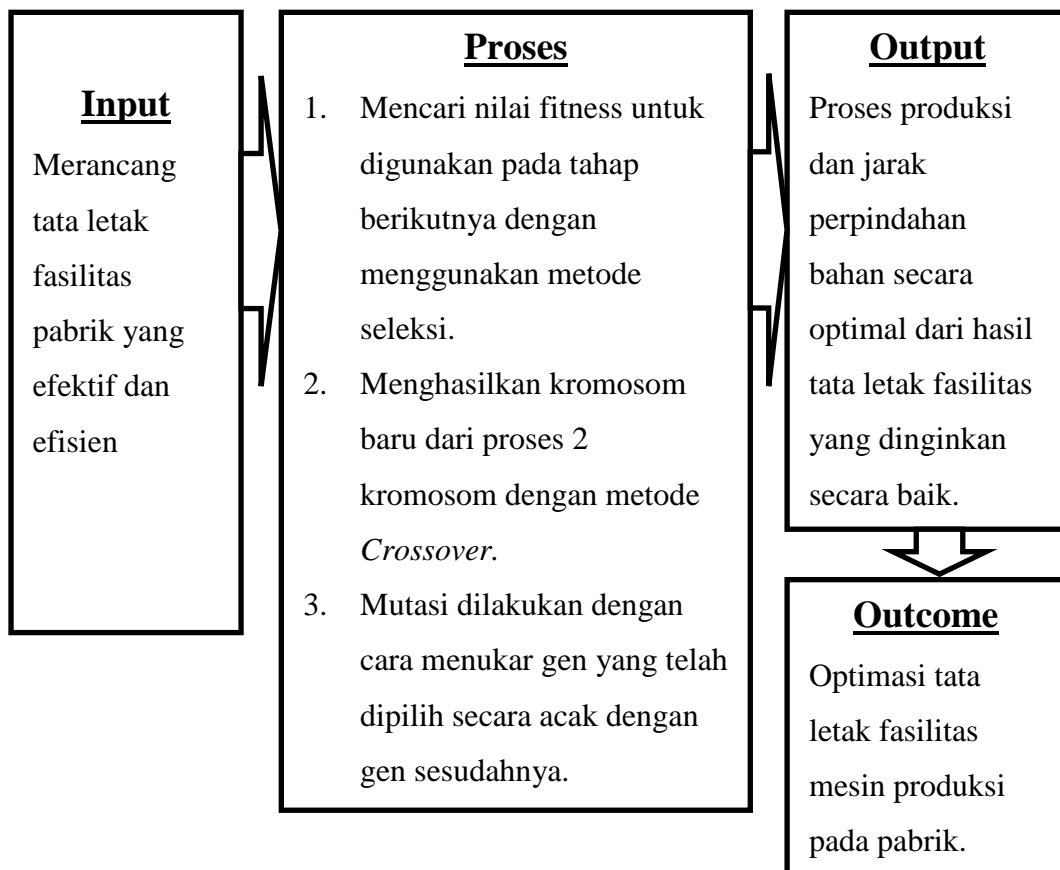
Langkah-langkah dalam pengolahan data dengan menggunakan algoritma genetika adalah sebagai berikut:

- a. Inisialisasi
- b. Representasi
- c. Evaluasi kromosom
- d. Buat kromosom terbaik (*Elitisme*)
- e. Seleksi kromosom
- f. Proses pindah silang (*Crossover*)
- g. Proses mutasi
- h. Pergantian populasi (*general replacement*).

### **3.7. Kerangka Pikir Penelitian**

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui posisi baru dalam tata letak fasilitas pabrik yang baik dan benar guna mengoptimalkan jalur proses produksi dan mengurangi proses jarak perpindahan bahan (*material handling*), mengurangi waktu tunggu (*delay*) dan meningkatkan output produksi dengan menggunakan metode algoritma genetika. Untuk mendapatkan tata letak fasilitas mesin pada pabrik secara optimum, dimana suatu populasi baru yang dibangkitkan dengan melalui 3 tahap proses diantaranya: tahap seleksi, *crossover* dan mutasi. Maka dengan menggunakan konsep evolusi biologis untuk

menghasilkan suatu output yang baik dan dapat mengoptimalkan proses produksi dan jarak perpindahan bahan. Kerangka konsep penelitian sebagaimana tergambar pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

### 3.8. Prosedur Penelitian

#### 3.8.1. Penjelasan Diagram Alir Penelitian

Dibawah ini adalah merupakan penjelasan dari langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

1. Studi pendahuluan dan observasi awal

Pada penelitian ini akan disesuaikan dengan kerangka alir yang sudah di gambarkan, langkah-langkah awal yang akan dilakukan adalah studi



pendahuluan dan observasi awal pada lokasi secara langsung pada CV. Tunas Karya yang beralamat di Beji Harjobinangun Pakem, Sleman D.I. Yogyakarta. Yang dilakukan oleh peneliti tersebut adalah untuk mencari informasi awal guna mengetahui apakah peneliti mendapatkan kesempatan dan data yang dibutuhkan oleh peneliti atau tidak dalam melakukan penelitian ini dari pihak CV. Tunas Karya.

## 2. Penentuan rumusan masalah dan tujuan penelitian

Perumusan masalah adalah untuk menentukan bagian dari yang akan dipecahkan dalam kasus ini. Dalam penelitian ini, rumusan masalah yang akan dipecahkan yaitu bagaimana merancang sebuah tata letak fasilitas produksi yang baik untuk mengoptimalkan proses produksi. Sedangkan dengan tujuan untuk mendapatkan tata letak fasilitas yang baru.

## 3. Tinjauan lapangan dan pustaka

Langkah selanjutnya adalah melakukan tinjauan pustaka yang lebih mengarah pada penentuan metode yang akan digunakan pada penelitian sehingga dapat menyelesaikan dan menjawab rumusan dan tujuan dari penelitian dengan dukungan teori yang digunakan. Sedangkan dengan dilakukannya tinjauan lapangan yaitu untuk mengetahui kebijakan yang dipakai oleh pihak perusahaan dan informasi pendukung lainnya.

## 4. Pengumpulan data

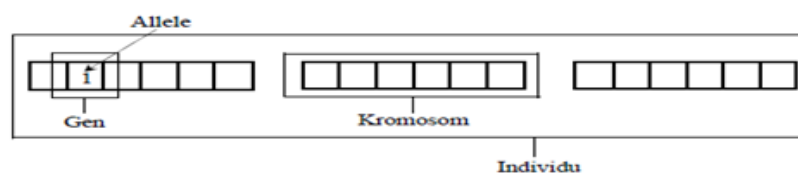
Dalam langkah pengumpulan data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data primer dan data sekunder. Dimana data primer tersendiri dapat mencakup dari *layout* lokasi produksi, jumlah fasilitas atau mesin, volume produksi

dan dimensi mesin yang digunakan pada saat proses produksi. Sedangkan dari data sekunder tersendiri adalah berupa literatur-literatur yang digunakan semisal jurnal dan karya ilmiah terdahulu yang berkaitan dengan yang akan diteliti. Ini dimaksudkan agar dapat memperkuat latar belakang dan dasar teori yang digunakan.

## 5. Pengolahan data

Setelah melakukan pengumpulan data maka selanjutnya dilakukan pengolahan data. Pengolahan data dimaksudkan adalah mengolah data-data yang telah didapatkan dengan menggunakan metode-metode terkait, sehingga dapat menghasilkan sebuah nilai untuk menentukan solusi. Selanjutnya pengolahan data dengan menggunakan metode Algoritma Genetika.

1. Teknik pengkodean : Teknik pengkodean dilakukan dengan bilangan integer (bilangan bulat) yang merepresentasikan mesin yang digunakan dalam proses produksi.



Gambar 3. 2 Skema Pengkodean Kromosom

Teknik pengkodean yang digunakan pada penelitian ini adalah *value encoding*, setiap mesin yang dilalui oleh material akan diwakili oleh sebuah angka. Kemudian dari angka tersebut merupakan sebuah gen yang ada pada sebuah kromosom. Pada setiap kromosom yang ada dalam satu generasi dapat merepresentasikan kombinasi urutan mesin

yang dilalui oleh material seperti 1, 2, 3, 4, 5,...n ini menunjukkan bahwa angka tersebut adalah angka yang dapat mewakili nama mesin yang dilalui oleh bahan baku pada saat proses produksi.

2. Evaluasi nilai fitness : Evaluasi nilai fitness ini dilakukan dengan menghitung jarak dari setiap solusi (kromosom) yang terbentuk.
3. Seleksi : Proses seleksi dilakukan dengan metode *Roulette Wheel Selection*. Metode ini sering digunakan sebab dianggap dapat menyelesaikan secara optimal.
4. *Crossover* : Proses *crossover* dilakukan dengan menggunakan metode *Partially Mapped Crossover*. Dengan cara pindah silang dua poin dengan menambahkan beberapa prosedur tambahan.

Prosedur dalam menggunakan *Partially Mapped Crossover* (PMX) adalah yang pertama tentukan terlebih dahulu dua posisi pada kromosom dengan cara acak, *substring* yang berada di dalam dua posisi ini dinamakan daerah pemetaan, kemudian tukar *substring* antara kedua induk untuk mendapatkan keturunan, lalu tentukan hubungan mapping diantara kedua daerah pemetaan, dan terakhir adalah menentukan keturunan kromosom yang mengacu pada hubungan *mapping* (Khoirussoleh, 2014).

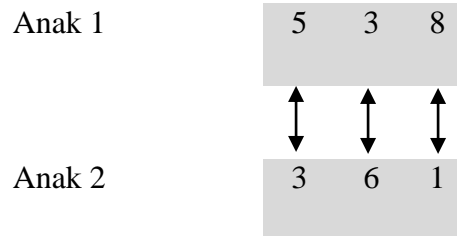
Contoh proses PMX adalah sebagai berikut:

1. Pilih secara acak *substring* dari kedua parent.

Induk 1    8    4    3    6    1    5    7    2

Induk 2    4    7    5    3    8    1    2    6

2. Tukar posisi substring pada kedua parent. Sehingga *substring* pada parent 1 berganti menjadi *substring* parent 2, dan sebaliknya.



3. Menentukan hubungan *mapping*, sehingga pemetaan yang terjadi adalah  $5 \leftrightarrow 3 \leftrightarrow 6$  dan  $8 \leftrightarrow 1$ . Tanda panah menunjukkan pemetaan yang terjadi, semisal  $8 \leftrightarrow 1$  maka 8 dapat dipetakan ke 1 dan begitu juga sebaliknya 1 dapat dipetakan ke 8.
4. Menentukan kromosom keturun mengacu pada hubungan *mapping*.

Kromosom 1    1    4    5    3    8    6    7    2

Kromosom 2    4    7    5    3    8    8    2    5

5. Mutasi : Proses mutasi dilakukan agar mengeksplorasi gen agar solusi dapat mendekati optimal. Besarnya mutasi dapat dipengaruhi dari parameter mutasi (probabilitas mutasi). Menurut Lukas et al. (2005) proses mutasi dilakukan dengan cara memilih kromosom yang akan dimutasi secara acak, kemudian titik mutasi pada kromosom tersebut secara acak pula. Jika probabilitas mutasinya adalah 100% maka

kromosom yang terdapat pada populasi semuanya mengalami mutasi dan sebaliknya apabila probabilitas yang diinginkan adalah 0% maka semua kromosom yang ada pada populasi tidak mengalami mutasi.

Teknik mutasi yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik *Swapping Mutation*, melakukan mutasi dengan cara menukar gen yang dipilih secara acak dengan gen sesudahnya. Apabila gen tersebut berada diakhir kromosom, maka ditukar dengan gen yang pertama.

Menurut Fitrah et al. (2006) langkah pertama pada mutasi adalah kita terlebih dahulu menghitung panjang total gen yang ada terdapat pada populasi.

Total gen = jumlah gen dalam 1 kromosom x Jumlah Kromosom

Misalkan ada lima kromosom sebagai berikut:

*Kromosom 1* = (1,2,3,4)

*Kromosom 2* = (1,3,2,4)

*Kromosom 3* = (2,1,3,4)

*Kromosom 4* = (4,2,1,3)

*Kromosom 5* = (1,4,3,2)

Sehingga panjang total gen adalah  $4 \times 5 = 20$  gen.

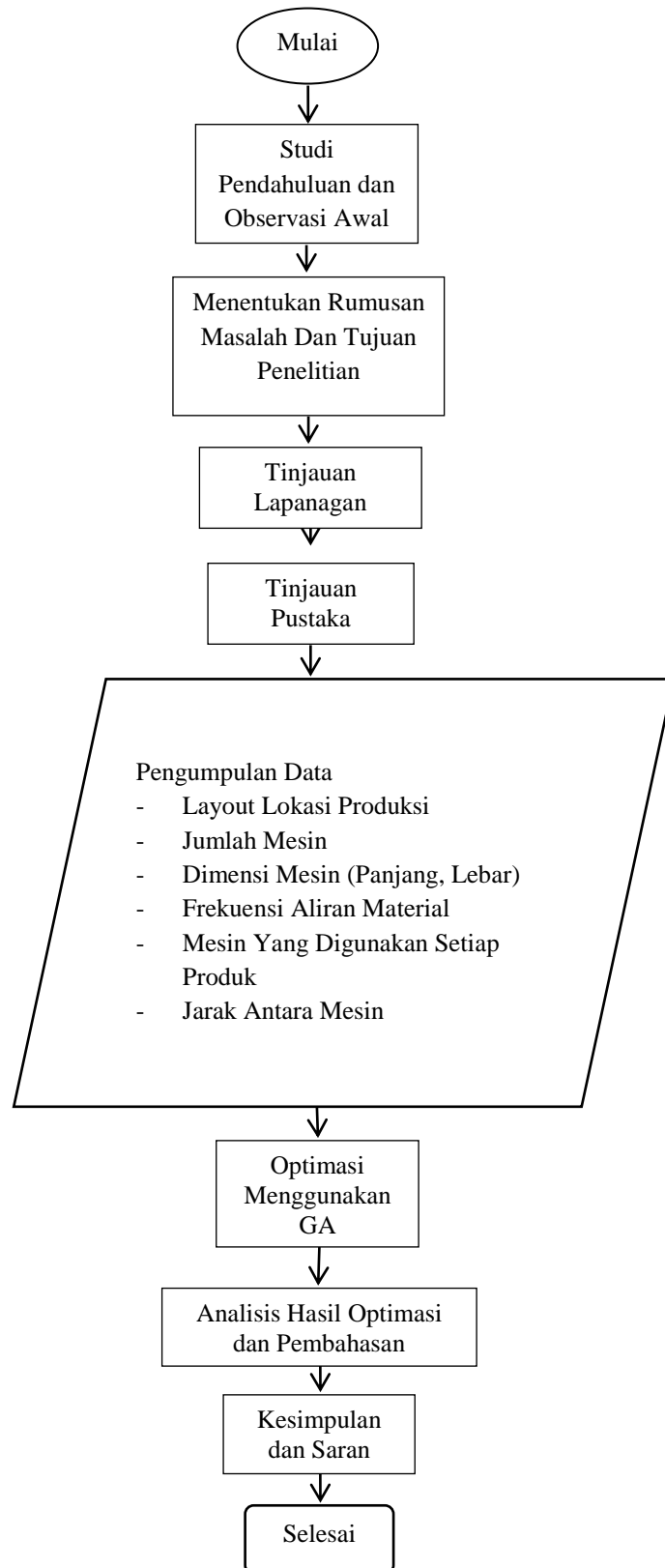
Selanjutnya untuk memilih gen yang akan mengalami mutasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan bulat acak antara 1 sampai dengan panjang total gen yaitu 20. Misalkan menentukan probabilitas mutasi sebesar 20%, maka jumlah gen yang akan dimutasi adalah  $0,2 \times 20 = 4$ , Fitrah et al. (2006).

#### 6. Analisa hasil optimasi dan pembahasan

Selanjutnya akan dilakukan langkah analisis hasil dan pembahasan dalam pemecahan masalah dengan mencakup dengan sistem tata letak fasilitas produksi yang baru didapatkan. Dan langkah yang terakhir adalah peneliti menerjemahkan kesimpulan dan saran yang telah didapatkan dari hasil pengolahan dan dan analisi oleh peneliti pada penelitian ini.

#### **3.8.2. Diagram Alir Penelitian**

Diagram penelitian merupakan salah satu teknik atau langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian dari awal hingga akhir. Berikut ini adalah diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. 3 *Flow Chart* Penelitian

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini pengumpulan data seperti yang telah dijelaskan pada bab metode penelitian, mulai dari observasi langsung ke lapangan, mengadakan wawancara atau diskusi langsung dengan beberapa tenaga kerja atau teknisi dan bagian admin perusahaan dan melakukan studi pustaka. Sedangkan penelitian ini yang diambil adalah pada bagian tata letak mesin di pabrik tersebut.

##### **4.1.1 Profil Perusahaan**

CV. Yunas Karya adalah perusahaan yang bergerak dibidang produksi mesin atau alat-alat teknologi tepat guna (produsen langsung). Disisi lain juga memproduksi mesin pengolah hasil pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan, kelautan, mesin pengolah produk kerajinan, pengolah makanan dan minuman, mesin untuk laboratorium, mesin untuk industry dan sebagainya.

CV. Tunas Karya hadir untuk membantu para pengusaha, pemerintah maupun individu dalam menyediakan alat dan mesin-mesin dalam bidang teknologi tepat guna. Selain menyediakan jasa produksi mesin, juga menyediakan jasa atau melakukan training/pelatihan pengembangan agrobisnis. CV. Tunas Karya juga menerima rekanan pengadaan tender barang/jasa yang diadakan oleh instansi pemerintah, swasta maupun organisasi kemasyarakatan. CV. Tunas Karya mendaftarkan formalitas dan legalitas perusahaannya, dengan: SIUP No. 503/1061/372/PM/XI/2007. NPWP No. 02.544.093.4-542.000. TDP No. 120232802024. TDI No. 503/018/010/B/LE/11/2007.



### 4.1.2 Fasilitas Yang Digunakan

Deskripsi luas lahan keseluruhan pada lantai produksi adalah 22 meter x 19 meter atau 418 m<sup>2</sup>. Pada lantai produksi CV. Tunas Karya terdapat 13 stasiun kerja yang diurutkan dan diberi kode menggunakan huruf alfabet. Pada Tabel 4.1 adalah jumlah stasiun kerja, luas area mesin dan kode mesin yang digunakan pada proses produksi.

Tabel 4. 1 Daftar Luas Area Departemen Pada *Layout*

No	Nama Mesin	Luas Area (m)		Kode Mesin
		Panjang	Lebar	
1	Mesin Las Listrik	4	2	A
2	<i>Bending Pipe</i>	2	1	B
3	Las Karbit	2	1	C
4	Gudang Bahan Baku I	3	1	D
5	Mesin Potong Listrik	2	1	E
6	Gudang Bahan Baku II	6.3	1.5	F
7	Kompresor	2	1	G
8	Mesin Penekuk	2.7	1.5	H
9	Mesin <i>Drilling &amp; Milling</i>	2.8	2	I
10	Mesin Bubut	2.5	2	J
11	Tempat <i>Assembly</i>	5	4.7	K
12	Mesin Plasman	2.5	1.7	L
13	Gudang Bahan Stainless	2.5	1	M

### 4.1.3 Mesin Yang Digunakan Setiap Produk

Data jumlah mesin dan dimensi mesin yang digunakan pada setiap produk akan disajikan dalam Tabel 4.3. Akan tetapi dari semua hasil produk yang dihasilkan, hampir semuanya menggunakan mesin-mesin yang sama. Dari perbedaan penggunaan mesin dalam proses produksi untuk beberapa hasil produk adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Daftar Mesin Yang Digunakan Pada Tiap Produk

Nama Produk	Mesin Yang Digunakan	Dimensi Mesin (cm)		Jumlah Mesin	Diameter (cm)
		Panjang	Lebar		
Pengaduk Susu Tenaga Listrik	Mesin Plasman	45	15	1	
	Mesin Potong Listrik	40	25	1	
	Bending Pipe	120	50	1	
	Gerinda	25		2	7
	Mesin Bubut	220	80	1	
	Bor Tangan Listrik	20	17	1	
Mesin Pemotong Singkong	Mesin potong Listrik	40	25	1	
	Gerinda	25		2	7
	Mesin Las Listrik	40	15	1	
	Las Karbit			1	25
	Mesin Plasman	45	15	1	
	Mesin Penekuk	155	55	1	
	Bor Tangan Listrik	20	17	1	
	Mesin Kompresor	140		1	55
Penepung Gula Semut	Mesin Potong Listrik	40	25	1	
	Mesin Las Listrik	40	15	1	
	Las Karbit			1	25
	Gerinda	25		2	7
	Mesin Bubut	220	80	1	
	Mesin Plasman	45	15	1	
	Mesin Penekuk	155	55	1	
	Mesin Kompresor	140		1	55

	Bor Tangan Listrik	20	17	1	
Mesin Pamarut Kelapa	Mesin Potong Listrik	40	25	1	
	Mesin Las Listrik	40	15	1	
	Las Karbit			1	25
	Gerinda	25		2	7
	Bor Tangan Listrik	20	17	1	
	Mesin <i>Drilling &amp; Milling</i>	180	80	1	
	Mesin Bubut	220	80	1	
	Mesin Penekuk	155	55	1	
	Mesin Plasman	45	15	1	
	Mesin Kompresor	140		1	55
Pengupas Sabut Kelapa	Mesin Potong Listrik	40	25	1	
	Mesin Las Listrik	40	15	1	
	Mesin <i>Drilling &amp; Milling</i>	180	80	1	
	Las Karbit			1	25
	Gerinda	25		2	7
	Mesin Bubut	220	80	1	
	Mesin Plasman	45	15	1	
	Mesin Penekuk	155	55	1	
	Mesin Kompresor	140		1	55
	Bor Tangan Listrik	20	17	1	

#### 4.1.4 *Operatioan Process Chart (Peta Prosses Operasi)*

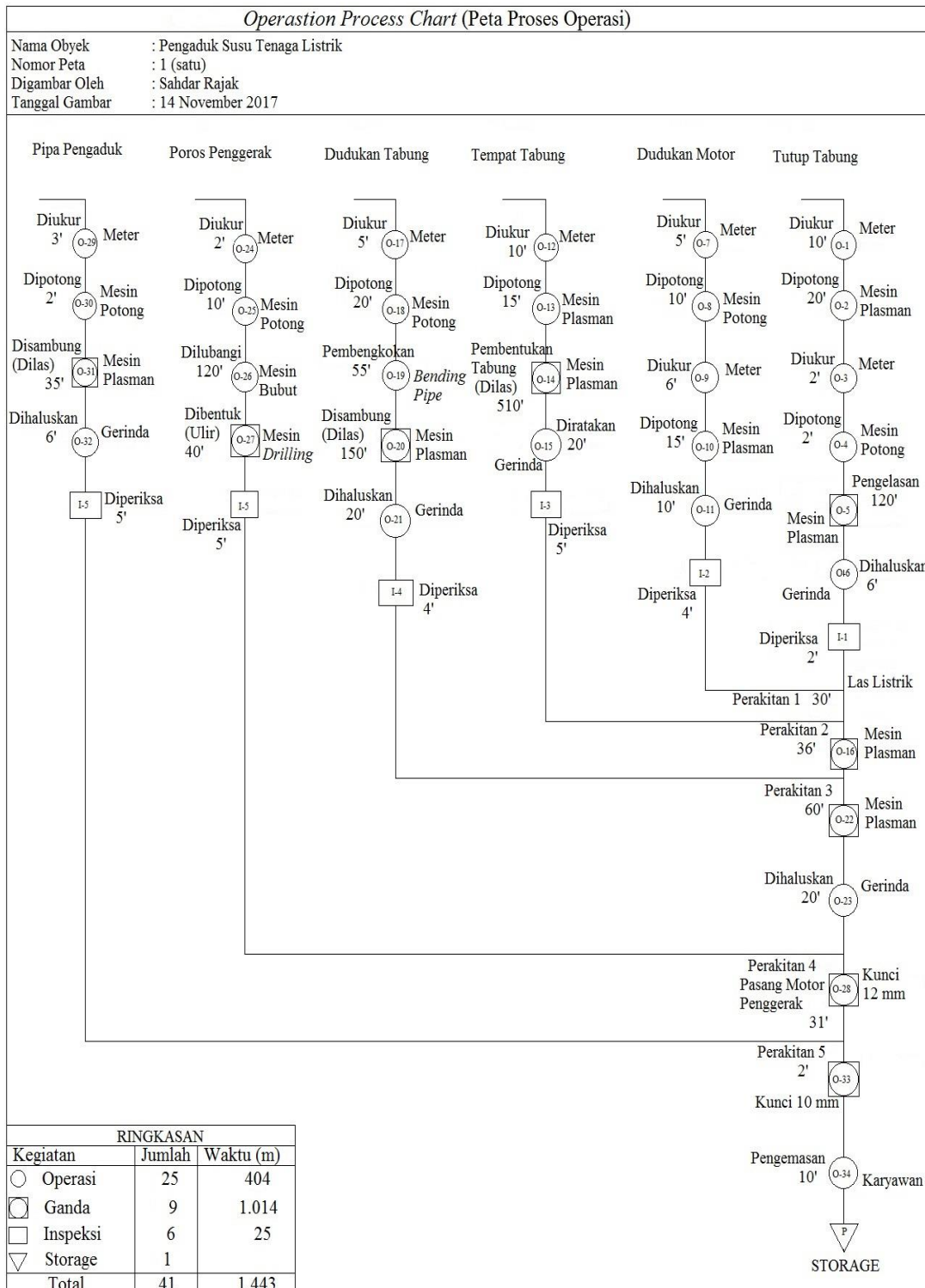
Secara umum, peta proses operasi didefinisikan sebagai gambar grafik yang menjelaskan setiap aktivitas yang terjadi selama proses produksi berjalan. Peta

proses operasi atau dikenal dengan *operation process chart* akan menunjukkan langkah-langkah secara kronologis dari semua operasi inspeksi, waktu longgar, serta bahan baku yang digunakan dalam proses manufaktur mulai dari datangnya bahan baku hingga sampai ke proses pembungkusan (*packaging*) dari produk jadi yang dihasilkan. Peta proses operasi pada dasarnya dirancang untuk dapat memberikan pemahaman yang lebih cepat dari kegiatan-kegiatan operasi yang harus diselenggarakan untuk membuat suatu produk yang lengkap.

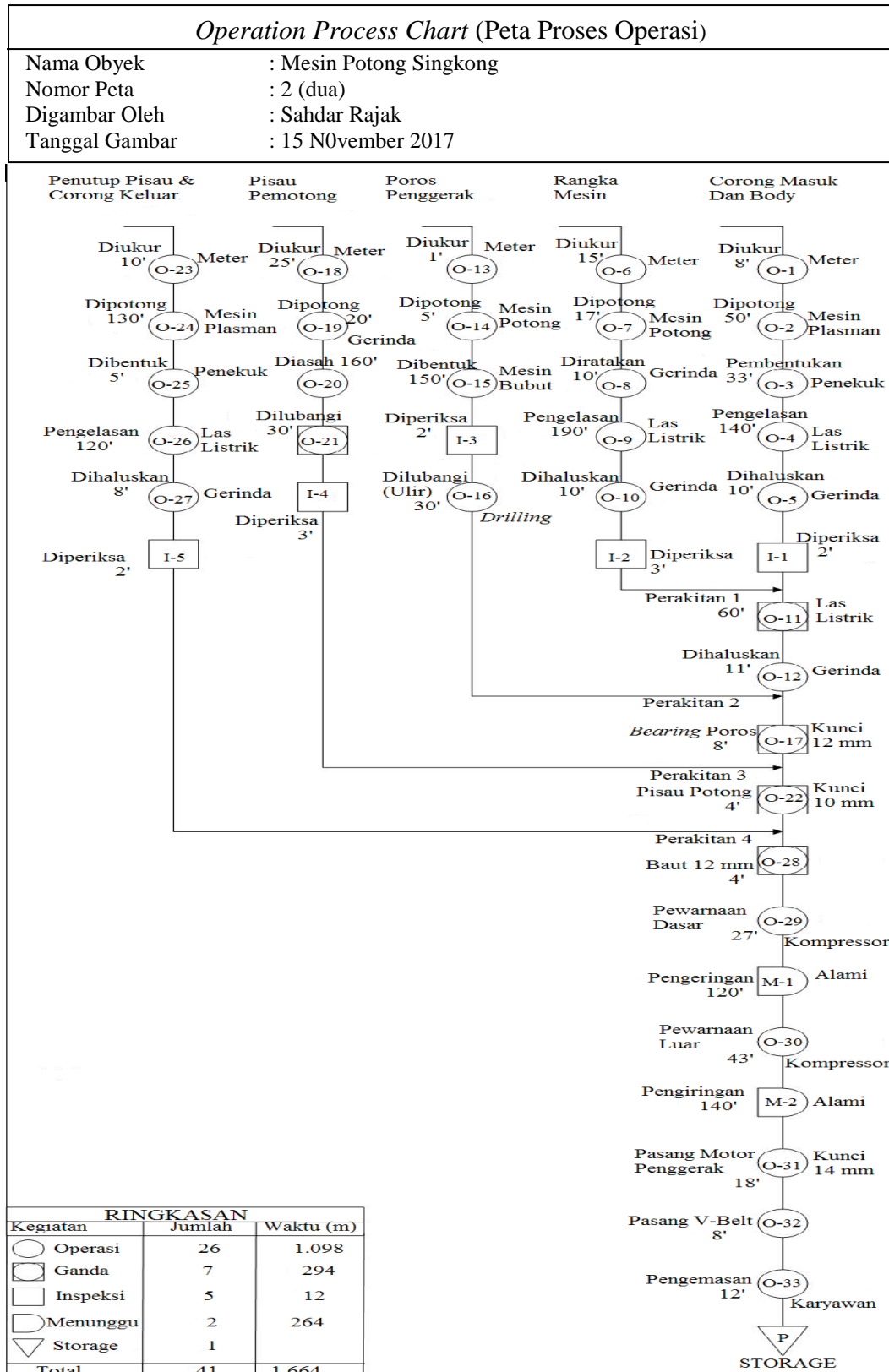
Demikian pula peta proses operasi tersebut dapat memungkinkan untuk mempelajari semua operasi dan inspeksi yang diperlukan sehingga langkah-langkah kerja bisa diurutkan secara logis. Untuk mempermudah, peta proses operasi akan dibuat dalam secara terpisah sesuai dengan produk yang dihasilkan dengan waktu total proses produksi pada tiap-tiap produk di sajikan pada Tabel 4.3. Oleh karena itu peta proses operasi pada produk akan lebih jelasnya dapat dilihat pada tiap-tiap gambar berikut.

Tabel 4. 3 Total Waktu Proses Produksi Pada Tiap-Tiap Produk

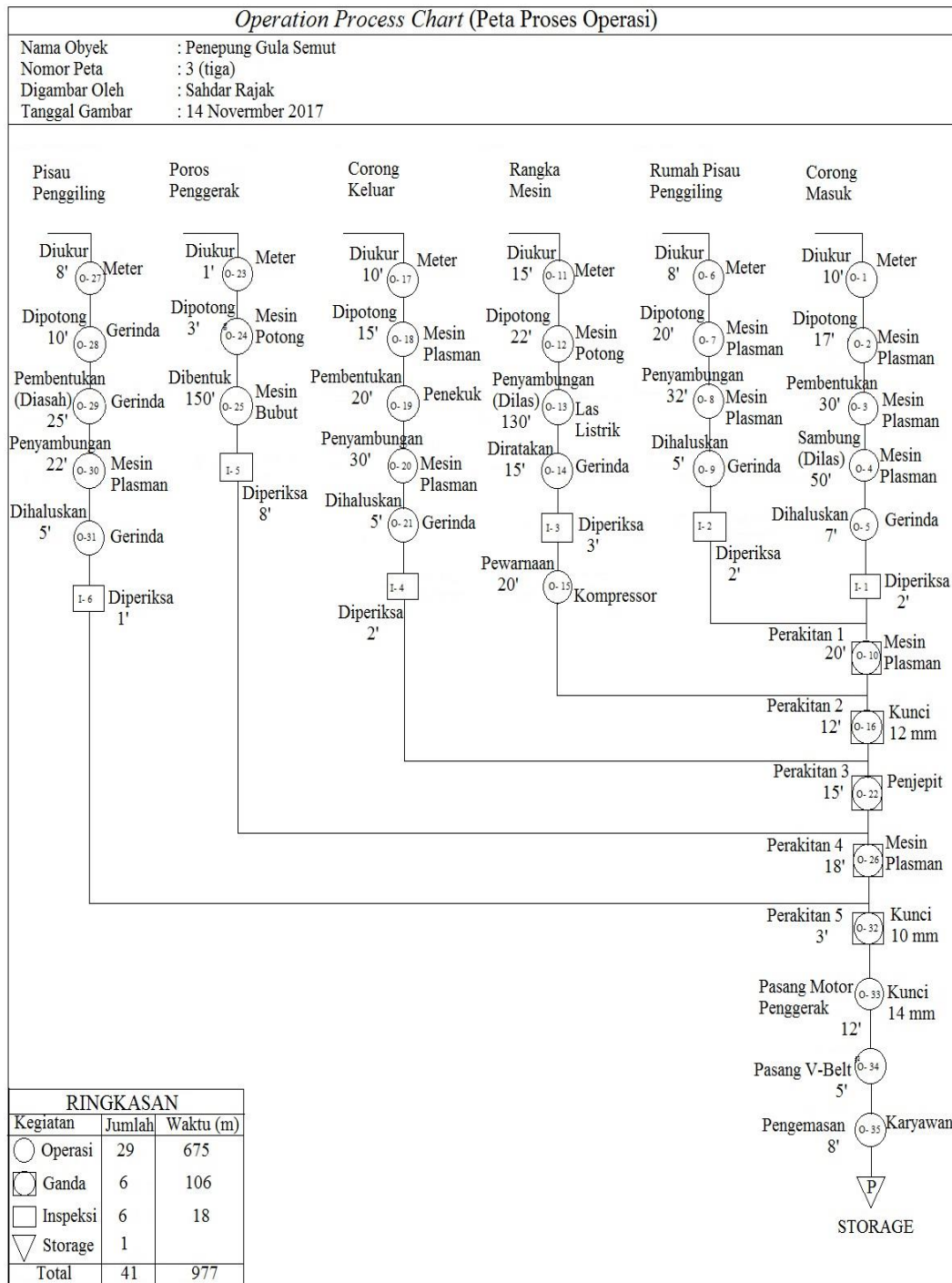
No	Produk	Waktu	Unit	Total
1	Pengaduk Susu Tenaga Listrik	1443	12	17316
2	Pemotong Singkong	1664	42	69888
3	Penepung Gula Semut	799	24	19176
4	Pemarut Kelapa	553	12	6636
5	Pengupas Sabut Kelapa	1583	12	18996



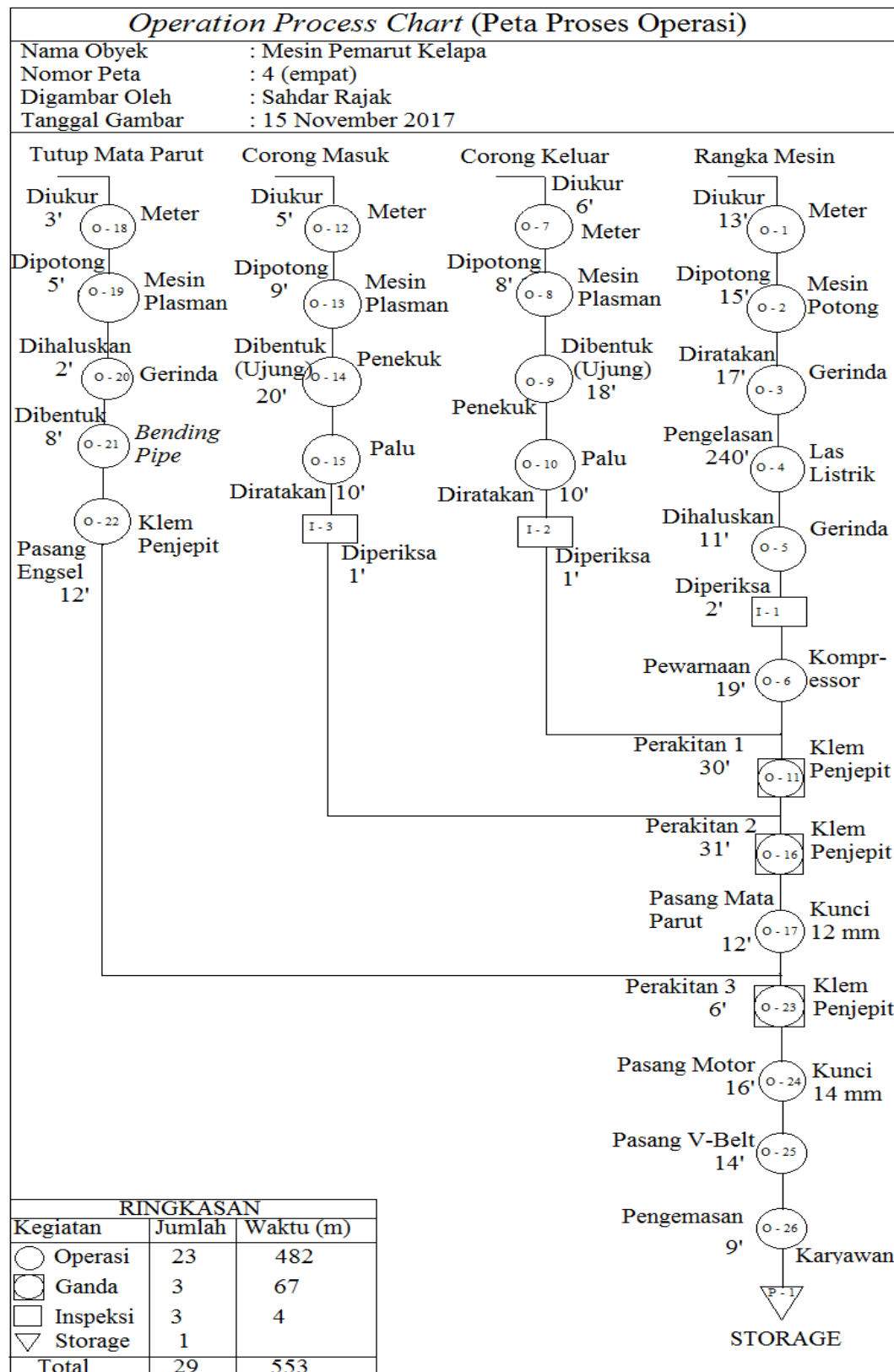
Gambar 4. 1 Peta Proses Operasi Pengaduk Susu Tenaga Listrik



Gambar 4. 2 Peta Proses Operasi Potong Singkong

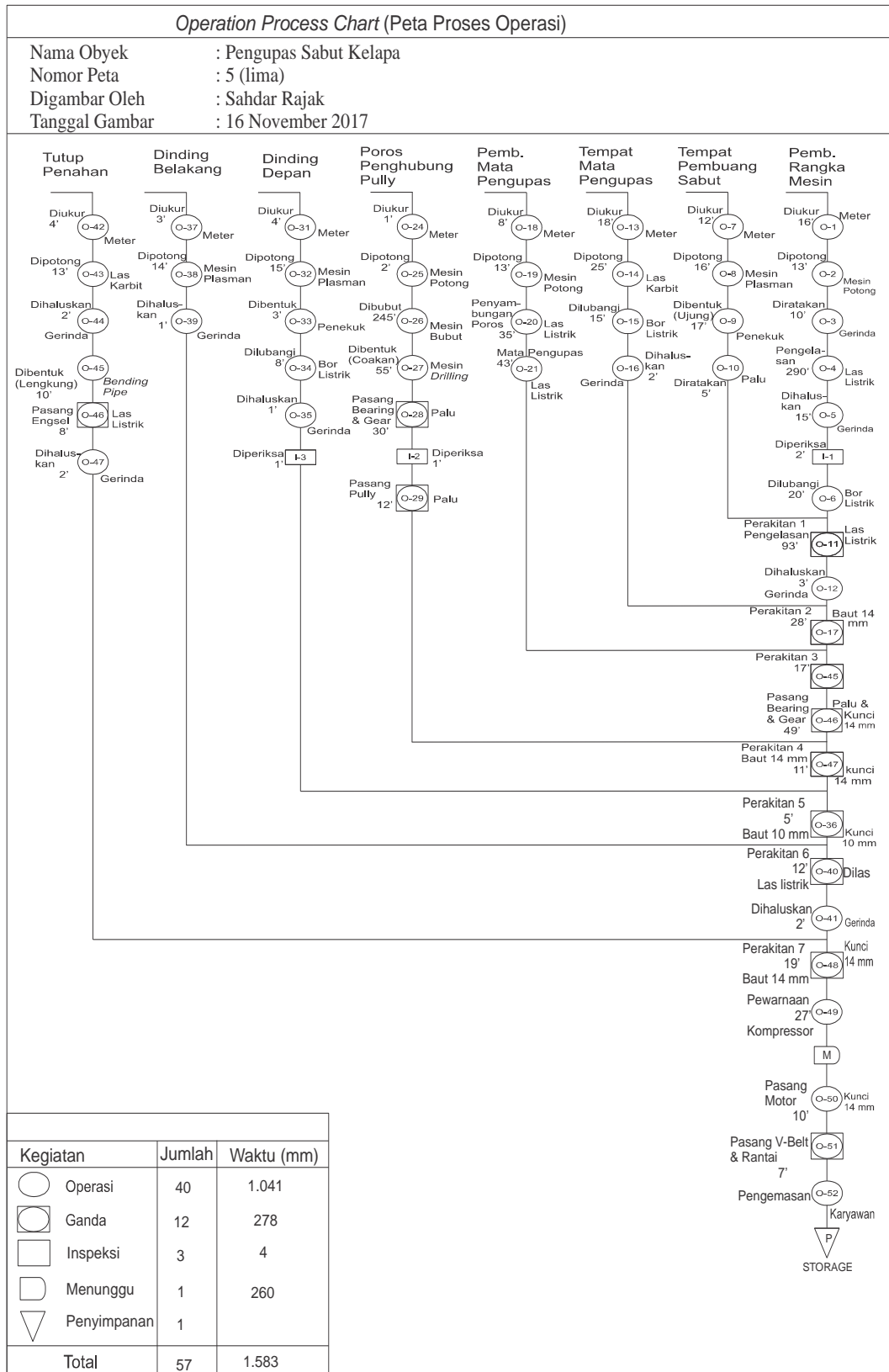


Gambar 4. 3 Peta Proses Operasi Penepung Gula Semut



Gambar 4. 4 Peta Proses Operasi Pamarut Kelapa

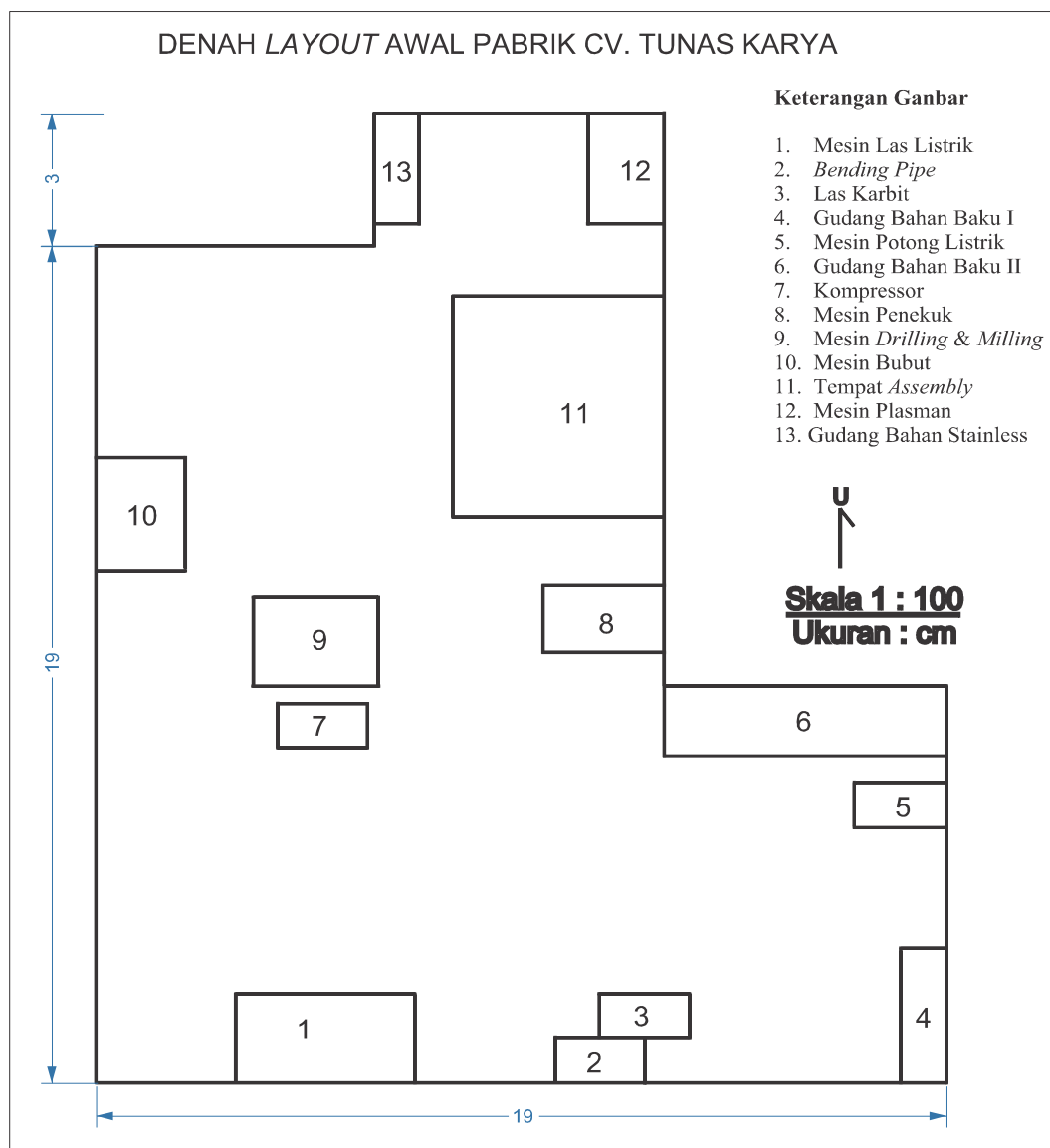




Gambar 4. 5 Peta Proses Operasi Pengupas Sabut Kelapa

#### 4.1.5 Jarak Antara Mesin Berdasarkan Pada *Layout* Awal

Pengukuran jarak dengan menggunakan teknik *Rectilinier* pada masing-masing jarak dan tidak memperhatikan adanya lintasan (*aisle*) sehingga pengukuran dilakukan dengan langsung dari masing-masing titik tengah disetiap departemen produksi ke mesin-mesin atau ke departemen lainnya. Gambar 4.6 menunjukkan *layout* awal proses produksi, sedangkan Tabel 4.4 menunjukkan data titik koordinat pada *layout* awal.



Gambar 4. 6 *Layout* Awal

Tabel 4. 4 Data Koordinat *Layout* Awal

Stasiun Kerja	Koordinat <i>Layout</i>		Luas Area Departemen		
	X	Y	Panjang	Lebar	P/L
1	5	1	4	2	2
2	11	0.5	2	1	2
3	12	2.5	2	1	2
4	18.5	1.5	3	1	3
5	18	6.5	2	1	2
6	15.7	8.2	6.3	1.5	4.2
7	5	8.2	2	1	2
8	11.3	10.8	2.7	1.5	1.8
9	4.9	10	2.8	2	1.4
10	1	12.7	2.5	2	1.25
11	10.3	15.5	5	4.7	1.1
12	11.8	20.7	2.5	1.7	0.8
13	6.7	20.7	2.5	1	2.5

Berikut cara untuk menghitung jarak antar departemen atau mesin dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.1.

$$= |5 - 11| + |1 - 0.5|$$

$$= 6 + 0.5$$

$$= 6.5 \text{ meter.}$$

Tabel 4. 5 Jarak Antar Departemen Berdasarkan *Layout* Awal

Kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

1	-	6.5	8.5	14	18.5	17.9	7.2	16.3	9.1	15.7	19.8	26.5	21.4
2		-	3	8.5	13	12.4	13.7	10.6	15.6	22.2	15.3	21	20
3			-	7.5	10	9.4	12.7	9	14.6	21.2	14.7	18.4	23.5
4				-	5.5	9.5	20.2	16.5	22.1	28.7	22.2	25.9	31
5					-	4	16.7	11	16.6	23.2	16.7	20.4	25.5
6						-	10.7	7	12.6	19.2	12.7	16.4	21.5
7							-	8.9	2.3	8.7	12.6	19.3	14.2
8								-	7.2	12.2	5.7	10.4	14.5
9									-	6.6	10.9	17.6	12.5
10										-	12.1	10.8	11.9
11											-	6.7	8.8
12												-	5.1
13													-

Sehingga jarak dari mesin A ke mesin B pada *layout* awal pabrik adalah 6.5 meter.

Tabel 4.5 menunjukkan jarak antar mesin atau antar departemen ke departemen lainnya yang didapatkan dengan perhitungan yang sama dengan menggunakan rumus persamaan 2.1 seperti pada sebelumnya.

## 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data *layout* awal dilakukan untuk menentukan formasi awal pada tata letak fasilitas produksi di CV. Tunas Karya itu sendiri. Sehingga langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

### 4.2.1 Kapasitas Produksi

Dari data pekerja diperoleh karyawan bekerja hari Senin sampai hari Sabtu pukul 08.00 – 16.00 WIB. Dengan waktu istirahat ditetapkan selama 1 jam, yaitu antara

pukul 12.00 – 13.00 WIB. Sehingga jam kerja efektif untuk hari Senin – Sabtu adalah 7 jam (420 menit). Dalam sebulan ada 26 hari kerja efektif (kecuali hari libur nasional) seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. 6 Hari Kerja dan Jam Kerja

No	Hari	Waktu Kerja	Lama Kerja (Menit)	Istirahat (Menit)	Waktu Kerja (Menit)
1	Senin	08.00 – 16.00	480	60	420
2	Selasa	08.00 – 16.00	480	60	420
3	Rabu	08.00 – 16.00	480	60	420
4	Kemis	08.00 – 16.00	480	60	420
5	Jum'at	08.00 – 16.30	510	90	420
6	Sabtu	08.00 – 16.00	480	60	420

#### 4.2.2 Frekuensi Aliran Material dan Jarak Perpindahan Material Antara Departemen dan Gudang

Frekuensi aliran material adalah aktivitas yang terjadi pada satu departemen ke departemen atau dari satu mesin ke mesin yang lainnya untuk memindahkan material pada saat proses produksi secara berulang-ulang dengan jarak yang tertentu. Frekuensi aliran material yang terjadi pada beberapa produk yang di produksi diantaranya: Pengaduk Susu, Penepung Gula Semut, Mesin Potong Singkong, Pamarut Kelapa dan Pengupas Sabut kelapa. Untuk dapat menentukan antara jarak aliran material antara departemen yang satu ke departemen yang lain dengan gudang bahan baku, maka dilakukan pengukuran jarak terlebih dahulu. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur jarak *rectilinear* (secara garis lurus) dengan tidak memperhatikan adanya *aisle* (jalan lintasan), sehingga dapat

dilakukan pengukuran secara langsung dari departemen ke departemen lainnya. Perhitungan jarak total perpindahan material secara *rectilinear* didapatkan dengan menggunakan rumus jarak *Rectilinear* x Frekuensi.

Perhitungan total momen perpindahan awal pada produk pengaduk susu tenaga listrik dengan jumlah produk sebanyak 12 unit dengan menggunakan rumus pada persamaan 2.2.

$$\begin{aligned} \text{Min} &= (5.1 \times 84) + (6.7 \times 108) + (4 \times 48) + (13 \times 48) + (15.3 \times 144) + (6.7 \times 84) + \\ & (4 \times 48) + (16.7 \times 48) + (6.7 \times 96) + (5.1 \times 48) + (5.1 \times 48) + (6.7 \times 42) + (6.7 \times 4) \\ & + (4 \times 24) + (23.2 \times 24) + (10.9 \times 36) + (4 \times 24) + (20.4 \times 24) + (6.7 \times 36) + \\ & (5.1 \times 72) + (4 \times 60) + (20.4 \times 24) + (6.7 \times 60) \\ & = 10794 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Sehingga jarak total momen perpindahan yang terjadi pada saat proses produksi pada produk pengaduk susu tenaga listrik jumlah sebanyak 12 unit adalah sepanjang 10794 meter. Dengan menggunakan formulasi yang sama dalam menghitung jarak total perpindahan material proses produksi yang terjadi pada produk penepung gula semut 24 unit, pemotong singkong 42 unit, pamarut kelapa 12 unit dan pengupas sabut kelapa 12 unit. Penentuan besarnya frekuensi aliran perpindahan material yaitu dengan mempertimbangkan banyaknya jumlah produksi tiap produk yang dihasilkan pertahun dan urutan proses produksinya. Perhitungan jarak total perpindahan aliran material pada *layout* awal akan disajikan dalam tabel-tabel berikut:

Tabel 4. 7 Pada Produk Pengaduk Susu (12 Unit)

Perpindahan	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)	
	Skala	Aktual	/Unit	/Tahun	Skala	Aktual

					/Unit	/Tahun	/Unit	/Tahun
M – L	2.6	5.1	7	84	18.2	218.4	35.7	428.4
L – K	3.4	6.7	9	108	30.6	367.2	60.3	723.6
F – E	2	4	4	48	8	96	16	192
E – B	6.5	13	4	48	26	312	52	624
B – K	7.7	15.3	12	144	92.4	1108.8	183.6	2203.2
K – L	3.4	6.7	7	84	23.8	285.6	46.9	562.8
L – E	2	4	4	48	8	96	16	192
E – K	8.4	16.7	4	48	33.6	403.2	66.8	801.6
K – L	3.4	6.7	8	96	27.2	326.4	53.6	643.2
L – M	2.6	5.1	4	48	10.4	124.8	20.4	244.8
M – L	2.6	5.1	4	48	10.4	124.8	20.4	244.8
L – K	3.4	6.7	6	42	20.4	142.8	40.2	281.4
K – L	3.4	6.7	6	42	20.4	142.8	40.2	281.4
F – E	2	4	2	24	4	48	8	96
E – J	11.6	23.2	2	24	23.2	278.4	46.4	556.8
J – K	5.5	10.9	3	36	16.5	198	32.7	392.4
F – E	2	4	2	24	4	48	8	96
E – L	10.2	20.4	2	24	20.4	244.8	40.8	489.6
L – K	3.4	6.7	3	36	10.2	122.4	20.1	241.2
M – L	2.6	5.1	6	72	15.6	187.2	30.6	367.2
F – E	2	4	5	60	10	120	20	240
E – L	10.2	20.4	2	24	20.4	244.8	40.8	489.6
L – K	3.4	6.7	5	60	17	204	33.5	402
<b>Jumlah</b>					<b>470.7</b>	<b>5444.4</b>	<b>933</b>	<b>10794</b>

Tabel 4. 8 Pada Produk Penepung Gula Semut (24 Unit)

Perpindahan	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
	Skala	Aktual	/Unit	/Tahun	Skala		Aktual	
					/Unit	/Tahun	/Unit	/Tahun
F – E	2	4	5	120	10	240	20	480

E – C	5	10	8	192	40	960	80	1920
C – A	4.3	8.5	8	192	34.4	825.6	68	1632
A – K	9.9	19.8	8	192	79.2	1900.8	158.4	3801.6
K – G	6.3	12.6	1	24	6.3	151.2	12.6	302.4
M – L	2.6	5.1	9	216	23.4	561.6	45.9	1101.6
L – H	5.2	10.4	16	384	83.2	1996.8	166.4	3993.6
H – L	5.2	10.4	16	384	83.2	1996.8	166.4	3993.6
L – K	3.4	6.7	16	384	54.4	1305.6	107.2	2572.8
K – L	2.6	5.1	8	192	20.8	499.2	40.8	979.2
L – H	5.2	10.4	6	144	31.2	748.8	62.4	1497.6
H – L	5.2	10.4	6	144	31.2	748.8	62.4	1497.6
L – K	3.4	6.7	6	144	20.4	489.6	40.2	964.8
M – L	2.6	5.1	6	144	15.6	374.4	30.6	734.4
L – K	3.4	6.7	8	192	27.2	652.8	53.6	1286.4
M – L	2.6	5.1	12	288	31.2	748.8	61.2	1468.8
L – K	3.4	6.7	10	240	34	816	67	1608
K – H	2.9	5.7	10	240	29	696	57	1368
F – E	2	4	1	24	2	48	4	96
E – J	11.6	23.2	1	24	11.6	278.4	23.2	556.8
J – K	6.1	12.1	4	96	24.4	585.6	48.4	1161.6
<b>Jumlah</b>					<b>692.7</b>	<b>16624.8</b>	<b>1375.7</b>	<b>33016.8</b>

Tabel 4. 9 Pada Produk Pemotong Singkong (42 Unit)

Perpindahan	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
	Skala	Aktual	/Unit	/Tahun	Skala		Aktual	
					/Unit	/Tahun	/Unit	/Tahun
F – E	2	4	14	588	28	1176	56	2352
E – C	5	10	14	588	70	2940	140	5880
C – A	4.3	8.5	12	504	51.6	2167.2	102	4284
A – K	9.9	19.8	6	252	59.4	2494.8	118.8	4989.6
D – L	6.3	25.9	8	336	104	4368	207.2	8702.4
L – K	13	6.7	8	336	27.2	1142.4	53.6	2251.2



K – H	3.4	5.7	21	882	60.9	2557.8	119.7	5027.4
D – L	2.9	25.9	6	252	78	3276	155.4	6526.8
L – K	2	6.7	12	504	40.8	1713.6	80.4	3376.8
K – H	11.6	5.7	9	378	26.1	1096.2	51.3	2154.6
H – A	6.1	16.3	3	126	24.6	1033.2	48.9	2053.8
A – K	5.5	19.8	4	168	39.6	1663.2	79.2	3326.4
K – G	5.5	12.6	1	42	6.3	264.6	12.6	529.2
F – E	13	4	1	42	2	84	4	168
E – J	3.4	23.2	1	42	11.6	487.2	23.2	974.4
J – K	2.9	12.1	4	168	24.4	1024.8	48.4	2032.8
<b>Jumlah</b>					<b>654.5</b>	<b>27489</b>	<b>1300.7</b>	<b>54629.4</b>

Tabel 4. 10 Pada Produk Pamarut Kelapa (12 Unit)

Perpindahan	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
	Skala	Aktual	/Unit	/Tahun	Skala		Aktual	
					/Unit	/Tahun	/Unit	/Tahun
F – E	2	4	8	96	16	192	32	384
E – C	5	10	8	96	40	480	80	960
C – A	4.3	8.5	10	120	43	516	85	1020
A – K	9.9	19.8	10	120	99	1188	198	2376
K – G	6.3	12.6	1	12	6.3	75.6	12.6	151.2

D – L	13	25.9	9	108	117	1404	233.1	2797.2
L – K	3.4	6.7	12	144	40.8	489.6	80.4	964.8
K – H	2.9	5.7	16	192	46.4	556.8	91.2	1094.4
F – E	2	4	1	12	2	24	4	48
E – J	11.6	23.2	1	12	11.6	139.2	23.2	278.4
J – K	6.1	12.1	6	72	36.6	439.2	72.6	871.2
K – I	5.5	10.9	6	72	33	396	65.4	784.8
I – K	5.5	10.9	5	60	27.5	330	54.5	654
D – L	13	25.9	8	96	104	1248	207.2	2486.4
L – K	3.4	6.7	12	144	40.8	489.6	80.4	964.8
K – H	2.9	5.7	9	108	26.1	313.2	51.3	615.6
<b>Jumlah</b>					<b>690.1</b>	<b>8281.2</b>	<b>1370.9</b>	<b>16450.8</b>

Tabel 4. 11 Pada Produk Pengupas Sabut Kelapa (12 Unit)

Perpindahan	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
	Skala	Aktual	/Unit	/Tahun	Skala		Aktual	
					/Unit	/Tahun	/Unit	/Tahun
F – E	2	4	15	180	30	360	60	720
E – C	5	10	15	180	75	900	150	1800
C – A	4.3	8.5	8	96	34.4	412.8	68	816
A – K	9.9	19.8	9	108	89.1	1069.2	178.2	2138.4
D – L	13	25.9	8	96	104	1248	207.2	2486.4

L – K	3.4	6.7	7	84	23.8	285.6	46.9	562.8
K – H	2.9	5.7	16	192	46.4	556.8	91.2	1094.4
K – A	9.9	19.8	4	48	39.6	475.2	79.2	950.4
D – C	3.8	7.5	6	72	22.8	273.6	45	540
C – I	7.3	14.6	3	36	21.9	262.8	43.8	525.6
I – K	5.5	10.9	2	24	11	132	21.8	261.6
F – E	2	4	2	24	4	48	8	96
E – K	6.4	12.7	2	24	12.8	153.6	25.4	304.8
K – A	9.9	19.8	8	96	79.2	950.4	158.4	1900.8
F – E	2	4	2	24	4	48	8	96
E – J	11.6	23.2	2	24	23.2	278.4	46.4	556.8
J – K	6.1	12.1	6	72	36.6	439.2	72.6	871.2
K – A	9.9	19.8	4	48	39.6	475.2	79.2	950.4
K – I	5.5	10.9	5	60	27.5	330	54.5	654
D – C	3.8	7.5	1	12	3.8	45.6	7.5	90
L – B	10.5	21	1	12	10.5	126	21	252
B – K	7.7	15.3	3	36	23.1	277.2	45.9	550.8
K – A	9.9	19.8	2	24	19.8	237.6	39.6	475.2
A – G	3.6	7.2	1	12	3.6	43.2	7.2	86.4
D – L	13	25.9	2	24	26	312	51.8	621.6
L – H	5.2	10.4	1	12	5.2	62.4	10.4	124.8
H – K	2.9	5.7	3	36	8.7	104.4	17.1	205.2
D – L	13	25.9	2	24	26	312	51.8	621.6
L – A	13.3	26.5	1	12	13.3	159.6	26.5	318
A – K	9.9	19.8	4	48	39.6	475.2	79.2	950.4
<b>Jumlah</b>					<b>904.5</b>	<b>10854</b>	<b>1801.8</b>	<b>21621.6</b>

Tabel 4. 12 Jumlah Momen Perpindahan

No	Produk	Momen Perpindahan	Jumlah
----	--------	-------------------	--------

		(m)/Tahun	Produk/Unit
1	Pengaduk Susu Tenaga Listrik	10794	12
2	Pemotong Singkong	54629.4	42
3	Penepung Gula Semut	33016.8	24
4	Pemarut Kelapa	16450.8	12
5	Pengupas Sabut Kelapa	21621.6	12
<b>Jumlah</b>		136602.6	102

#### 4.2.3 Total Jumlah Momen Perpindahan

Apabila telah didapatkan jumlah jarak perpindahan bahan pada masing-masing produk, maka selanjutnya adalah mencari jumlah total keseluruhan dari momen perpindahan. Untuk dapat mengetahuinya dengan cara menjumlahkan jarak momen perpindahan dari masing-masing produk tersebut, seperti pada perhitungan di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Total Momen Perpindahan} &= 10794 + 54629.4 + 33016.8 + 16450.8 + 21621.6 \\ &= 136602.6 \text{ meter} \end{aligned}$$

Sehingga telah diketahui bahwa total jumlah perpindahan bahan pada lima produk diantaranya mesin pengaduk susu tenaga listrik, mesin penepung gula semut, mesin pemotong singkong, mesin pamarut kelapa dan mesin pengupas sabut kelapa dengan cara perhitungan manual adalah sebesar 136602.6 meter.

#### 4.2.4 Representasi Kromosom

Algoritma genetika merupakan teknik pencarian yang meniru proses evolusi biologi dan dikembangkan untuk permasalahan tata letak mesin memiliki sasaran bisa memperpendek jarak yang ditempuh oleh bahan pada saat proses produksi

berjalan. Sehingga tujuan tata letak mesin akan benar-benar memperpendek jarak perjalanan aliran bahan.

Cara langsung untuk memberi kode tiap-tiap departemen mesin pada tata letak fasilitas produksi sebagai kromosom untuk kasus tata letak adalah dengan menggunakan permutasian mesin. Mesin yang akan diberi kode diatur dengan pada tata letak fasilitas pabrik adalah sebanyak 13 mesin. Maka dengan demikian susunan kromosom adalah

Kromosom =  $[M_3, M_6, M_2, M_1, M_7, M_4, M_8, M_9, M_{13}, M_5, M_{10}, M_{12}, M_{11}]$

dimana  $M_i$  merepresentasikan mesin ke- $i$ . Sehingga kromosomnya mesin adalah

Kromosom = [3, 6, 2, 1, 7, 4, 8, 9, 13, 4, 10, 12, 11].

### 4.3 Optimasi Dengan Menggunakan AG

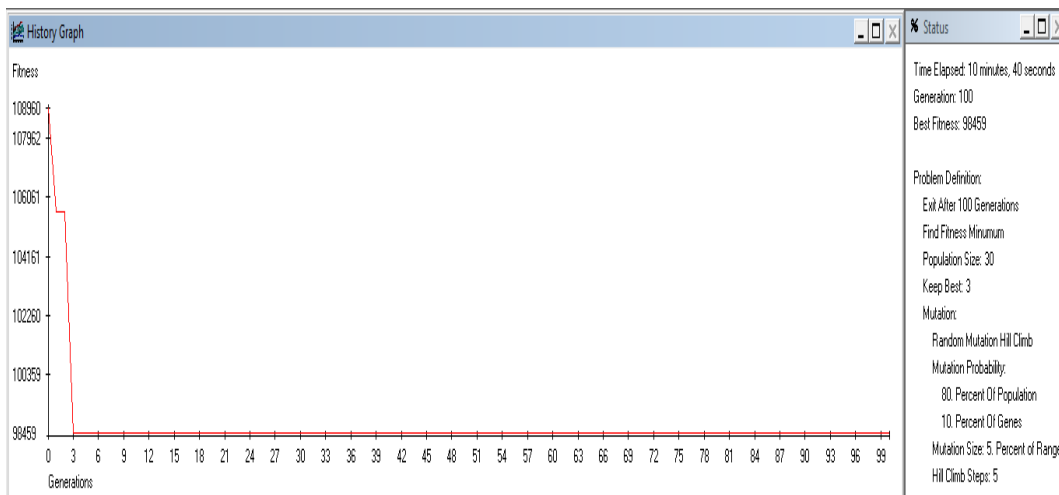
Masalah yang telah dirumuskan di *microsoft excel*, kemudian dihubungkan ke *software* generator AG NLI-gen®. Sebelumnya, variabel yang akan di *run* sudah diberi pengkodean di *microsoft excel*. Tujuannya adalah untuk menghubungkan antara parameter yang telah dirumuskan pada *microsoft excel* dengan generator AG. Sehingga ketika *software* AG dijalankan dengan *excel*, keduanya saling terhubung. Terdapat beberapa proses *run* AG yang tidak terhubung karena ada kesalahan kecil antara keduanya sehingga proses *run* tidak bisa dijalankan.

Pada kasus penelitian ini akan dilakukan 2 kali percobaan. Percobaan pertama hanya dilakukan 1 kali rangkaian percobaan yaitu mencari jumlah generasi yang terbaik guna dijadikan sebagai acuan untuk dilakukan percobaan berikutnya. Sedangkan untuk percobaan kedua dilakukan 3 kali rangkaian

dengan *population size* yang berbeda-beda guna memperoleh *best fitness* yang optimal.

#### 4.3.1 Percobaan Pertama (Mencari Generasi Terbaik)

Pada rangkaian percobaan pertama dilakukan untuk mencari generasi terbaik berdasarkan beberapa *problem definition* (*generations, population size, keep best, mutation probability % of population, mutation probability % of gens* dan *time elapsed*). Berikut *problem definition* adalah *population size 30, keep best 3, mutation probability of population 80 %* dan *mutation probability of genes 10 %* dengan jumlah generasi sebanyak 100 generasi untuk mendapatkan grafik yang konvergensi. Sehingga hasilnya terlihat pada Gambar 4.7 berikut:



Gambar 4. 7 Hasil Pencarian Generasi Terbaik

Dilihat dari gambar di atas bahwa pada percobaan ini telah di dapatkan hasil grafik yang menunjukkan titik konvergensi dimulai dari generasi ke-3 dari total 100 generasi. Sehingga dengan jumlah generasi tersebut dapat dijadikan sebagai acuan untuk malakukan rangkaian percobaan berikutnya.

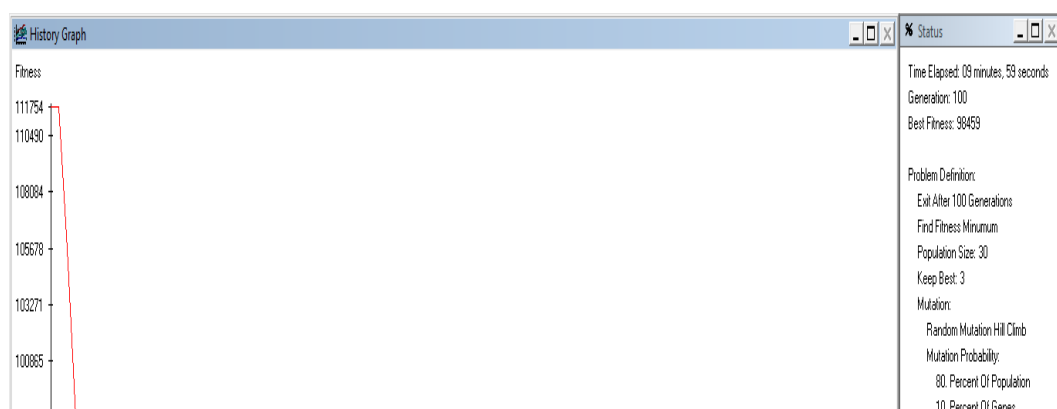
#### 4.3.2 Percobaan Kedua (Mencari Populasi Terbaik)

Pada percobaan ini terdapat 3 kali rangkaian percobaan dengan jumlah populasi yang berbeda-beda yaitu 20, 25 dan 30 dengan *keep best* tetap pada 3. Sedangkan untuk *random mutation and hill climbing* tetap sama yaitu *mutation probability of population* 80 % dan *mutation probability of genes* 10 %. Sehingga hasil dari rangkaian percobaan ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Hasil Rangkaian Percobaan Kedua

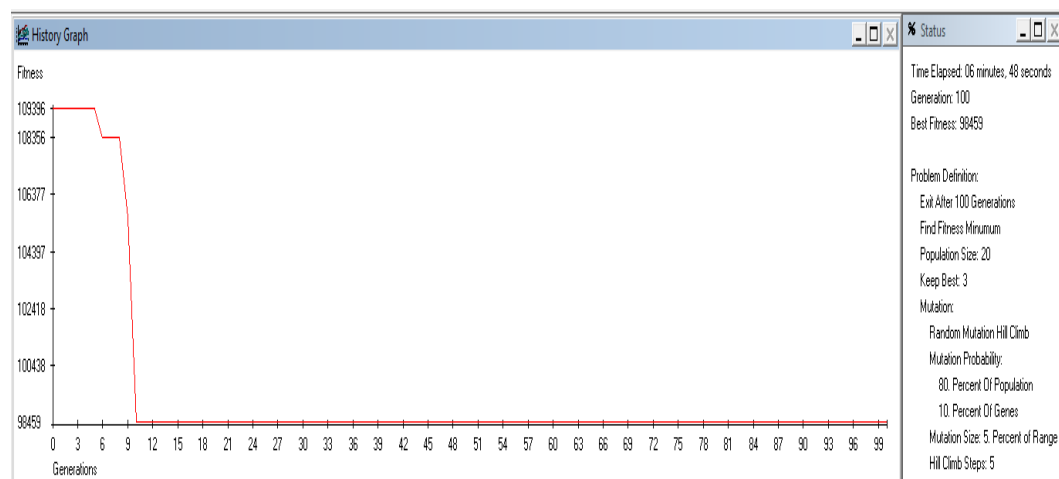
Perco- baan	<i>Best Fitness</i>	<i>Pop Size</i>	Probabilitas Mutasi (% populasi)	Probabilitas Mutasi (% Gen)	Waktu Proses	Konvergen Pada Generasi Ke-
1	98459	20	80	10	408	10
2	98459	25	80	10	535	5
3	98459	30	80	10	599	3

Ada beberapa kriteria penentuan hasil yang dianggap paling optimal dan terbaik pada penelitian ini yang pertama adalah dilihat dari *best fitness*. Apabila *best fitness* yang didapatkan adalah sangat minimum maka itulah yang terbaik sebab dalam penelitian ini yaitu untuk mencari total jarak yang pendek atau minimum. Yang kedua adalah dilihat dari titik grafik pada generasi keberapa akan konvergensi (semakin kecil titik konvergensi pada generasi maka semakin baik nilai optimalnya). Dan yang ketiga waktu proses optimasi yang paling baik adalah yang paling rendah atau yang paling cepat. Sehingga dapat diperoleh hasil yang terbaik dalam rangkaian percobaan ini pada gambar berikut:



Gambar 4. 8 Hasil Percobaan Nilai Optimal Dengan Jumlah Populasi 30

Pada gambar diatas dilakukan percobaan dengan jumlah populasi 30, *keep best* 3 dan jumlah 100 generasi. Sedangkan untuk *random mutation and hill climbing* tetap sama yaitu *mutation probability of population* 80 % dan *mutation probability of genes* 10 %. Sehingga didapatkan titik konvergensi yang rendah yaitu grafik menunjukkan optimal pada generasi ke-3 dengan waktu proses optimasi selama 599 detik dan *best fitness* 98459.



Gambar 4. 9 Hasil Percobaan Nilai Optimal Dengan Jumlah Populasi 20

Secara umum dilakukan percobaan dengan jumlah populasi sebanyak 20 dan *keep best* 3 dengan jumlah generasi 100. Tetapi untuk *random mutation and hill climbing* masih sama yaitu *mutation probability of population* 80 % dan



*mutation probability of genes 10 %*. Didapatkan kurva yang menunjukkan titik konvergensi yang optimal berada pada generasi ke-10 dengan waktu proses optimasi selama 408 detik dan *best fitness 98459*.

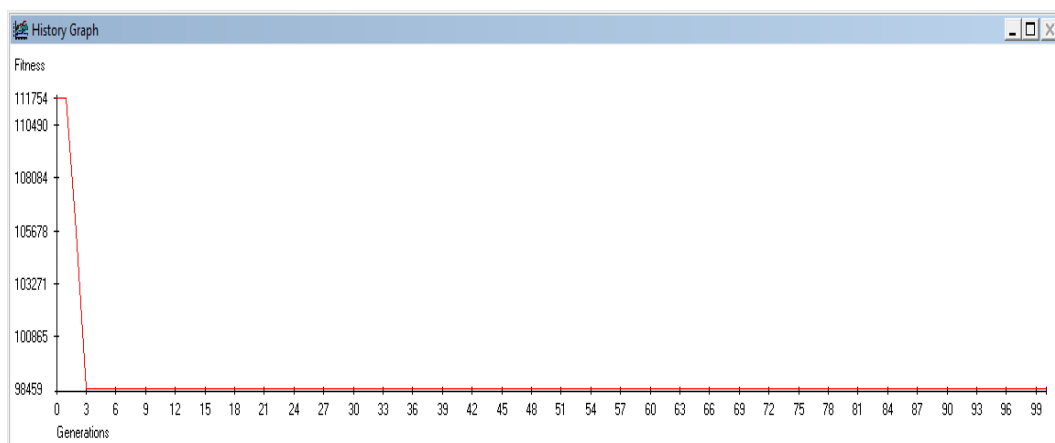
#### Gambar 4. 10 Hasil Percobaan Nilai Optimal Dengan Populasi 25

Pada percobaan yang jumlah populasinya 25 dan *keep best 3* dengan jumlah 100 generasi. Namun *random mutation and hill climbing* masih sama yaitu *mutation probability of population 80 %* dan *mutation probability of genes 10 %*. Titik konvergensi berada lebih tinggi dari dua percobaan sebelumnya, dimana titik konvergensi terdapat pada generasi ke-5 dengan waktu proses optimasi selama 535 detik dan *best fitness 98459*.

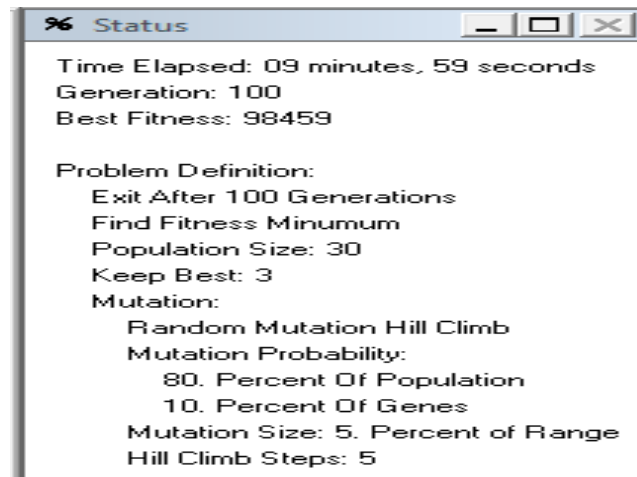
Dari ketiga gambar pada percobaan kedua diketahui bahwa rangkaian percobaan ketiga yang dianggap terbaik dengan populasi 30, *keep best 3* dan jumlah generasi 100. Kemudian *mutation probability of population 80 %* dan *mutation probability of genes 10 %*. Sehingga membentuk kurva yang lebih landai atau grafik menunjukkan konvergen titik optimal pada generasi yang ke-3 dengan *best fitness 98459* dan lamanya waktu proses adalah 599 detik.

### 4.3.3 Hasil Percobaan Terbaik

Setelah melakukan 2 kali percobaan dimana percobaan pertama dilakukan hanya satu kali yaitu untuk mencari total generasi terbaik yang akan dijadikan sebagai acuan untuk digunakan pada percobaan berikutnya. Secara mekanisme pada AG bahwa pencarian generasi yang terbaik diawali dengan jumlah generasi yang rendah kemudian diulangi secara kontinyu atau terus-menerus hingga mencapai suatu konvergensi atau sebanyak generasi yang diinginkan. Pada percobaan kedua dilakukan untuk mencari populasi terbaik dimana terdapat 3 kali rangkaian percobaan dengan jumlah populasi yang beragam yaitu 20, 25 dan 30 dan *keep best* 3 dengan jumlah 100 generasi. Optimasi dengan menggunakan generator AG yang bertujuan untuk meminimalkan total jarak perpindahan bahan (*fitness*) pada saat proses produksi maka didapatkan percobaan terbaik pada rangkaian percobaan ketiga pada percobaan kedua dengan grafik dan kriteria sebagai berikut:



Gambar 4. 11 Grafik Hasil Percobaan Terbaik



Gambar 4. 12 Status Hasil Percobaan Terbaik

Percobaan diatas adalah merupakan hasil percobaan terbaik dari rangkaian percobaan kedua yang dilakukan pada penelitian ini. Sehingga dipercobaan ini dapat diketahui bahwa lama waktu proses optimasi adalah 599 detik dengan jumlah generasi 100. Sedangkan *problem definition* yaitu menggunakan populasi 30, *keep best* 3, *mutation probability of population* 80 % dan *mutation probability of genes* 10 %. Sehingga pada grafik diketahui bahwa titik konvergensi optimal terdapat pada generasi ke-3, dan *best fitness* 98459.

#### 4.4 Menentukan Tata letak Baru

Dari hasil pengumpulan data dan pengolahan data yang kemudian digunakan sebagai data input untuk proses *running* pada *microsoft excel* dengan menggunakan *software* generator NLI-gen. Dan dari hasil *running* program tersebut maka didapatkan tata letak mesin yang baru dengan susunan mesin adalah dimulai dari 12 10 8 9 2 13 5 3 7 6 4 11 1.

Penyusunan tata letak mesin yang baru merupakan hasil subyektifitas dari peneliti berdasarkan hasil program *running software* generator NLI-gen.

Pada gambar 4.13 dapat dianalisa aktivitas-aktivitas yang terjadi dalam proses produksi yang akan dihubungkan secara satu sama lain untuk mengetahui derajat kedekatan dari satu departemen ke departemen yang lainnya. Hubungan tersebut dapat ditinjau dari beberapa segi aspek diantaranya yaitu hubungan keterkaitan secara organisasi, aliran material, peralatan atau mesin yang digunakan, manusia, faktor lingkungan dan lain sebagainya. Oleh sebab itu untuk menentukan derajat kedekatan dan hubungan keterkaitan ada beberapa alasan yang telah dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

- Stasiun gudang material 2 merupakan gudang yang diisi dengan bahan-bahan baku berupa pipa, besi beton dan besi L posisi berdekatan dengan mesin potong listrik. Sebab semua material yang keluar dari dan yang digunakan akan melalui proses pemotongan setelah dilakukan pengukuran sesuai dengan yang dibutuhkan.
- Stasiun mesin bubut berdekatan dengan tempat *assembly* dan mesin potong listrik guna mempersingkat jarak perpindahan bahan dari proses pemotongan masuk ke mesin bubut dan dilanjutkan ketempat *assembly*.
- Stasiun gudang bahan baku stainless dan gudang bahan baku 1 berdekatan lagi sebab semua bahan baku stainless berjenis plat dilakukan pemotongan dengan menggunakan mesin plasman. Sedangkan untuk sebagian bahan baku yang dari gudang bahan baku 1 berjenis plat dengan ukuran

ketebalan kurang dari 1 mm, proses pemotongannya masih bisa dan lebih banyak menggunakan mesin plasman.

- Posisi stasiun *Bending pipe* berdekatan dengan mesin potong listrik dan tempat *assembly* agar lebih memperpendek aliran material pada saat proses produksi berjalan.
- Stasiun las karbit berdekatan dengan stasiun las listrik karena bahan untuk pembuatan rangka mesin dari mesin potong akan melalui stasiun las karbit sebelum masuk ke stasiun las listrik untuk dilakukan pengelasan pembentukan rangka.
- Gudang bahan baku stainless dan mesin plasman seharusnya ditempatkan secara berdekatan, karena semua bahan baku berbentuk plat yang akan digunakan dipotong dengan menggunakan mesin plasma setelah diukur sesuai dengan yang dibutuhkan.
- Gudang material 1 yang berfungsi sebagai tempat bahan baku jenis plat berdekatan dengan stasiun las karbit agar aliran material yang terjadi pada saat proses produksi menjadi pendek. dikarenakan hampir semua bahan baku yang memiliki ketebalan lebih dari 1 mm sampai dengan 10 mm yang keluar dari gudang material 1 dipotong dengan menggunakan las karbit.
- Stasiun *assembly* ke stasiun las listrik menjadi lebih pendek dibanding dengan yang sebelumnya, karena aliran proses yang terjadi setelah di stasiun pengelasan akan dilanjutkan di stasiun *assembly*.

- Untuk stasiun mesin plasman ke stasiun penekukan menjadi lebih pendek dibandingkan dengan jarak yang awal, karena kedua stasiun tersebut memiliki frekuensi aliran bahan yang sangat besar.

#### 4.4.1 Analisa Aliran Material Pada *Layout Baru*

Analisa aliran material adalah salah satu analisa pengukuran yang bersifat kuantitatif pada setiap pergerakan perpindahan bahan baku atau aktivitas-aktivitas operasional yang terjadi dari satu departemen ke departemen yang lain. Dalam menganalisa diagram aliran material dari tiap-tiap produk yang terjadi pada tata letak pabrik harus dengan baik sebab yang tergambarakan bukan hanya dalam bentuk aliran prosesnya saja akan tetapi dengan tata letak yang sebenarnya. Gambar 4.13 menunjukkan tata letak fasilitas produksi yang baru sesuai dengan hasil yang didapatkan dari *running software* generator NLI-gen sebagai berikut.



Gambar 4. 13 *Layout* Baru Fasilitas Produksi

Proses aliran produksi pada mesin pengaduk susu tenaga listrik dengan pembuatan tiap-tiap *part* pada mesin sebagaimana yang terlihat pada Gambar 4.13 berikut:

a. Pembuatan tempat penampung

Bahan baku jenis *stainless* berbentuk plat diambil dari gudang bahan baku *stainless* dan diukur sesuai dengan yang telah ditentukan, kemudian dibawa ke stasiun mesin plasman untuk dipotong. Setelah bahan baku dipotong dan dibersihkan, kemudian dilakukan pengelasan dengan

menggunakan mesin plasman itu sendiri hingga membentuk atau sebuat penampung selanjutnya dibawa ke tempat *assembly* untuk menunggu proses berikutnya.

b. Tempat dudukan penampung

Bahan baku berjenis pipa diambil dari gudang material 2 dan dibawa ke stasiun mesin mesin potong listrik, kemudian diukur sesuai dengan yang telah ditentukan dan dipotong dengan menggunakan mesin potong listrik. Setelah bahan baku dipotong dan dibersihkan selanjutnya dibawa ke stasiun kerja mesin *bending pipe* untuk dibentuk melengkung pada bagian ujung atasnya selanjutnya dibawa ke tempat *assembly* untuk menunggu proses berikutnya.

c. Tempat dudukan motor

Bahan baku diambil dari gudang material 2 dan dibawa ke stasiun mesin potong listrik, kemudian diukur sesuai dengan ukuran yang diinginkan selanjutnya dipotong dengan menggunakan mesin potong listrik dan dari mesin potong dibawa ke tempat *assembly* untuk menunggu proses selanjutnya. Selain itu ada proses lain yang terjadi pada saat pembuatan tempat dudukan motor yaitu bahan baku stainless berbentuk plat yang diambil dari gudang bahan baku *stainless* yang telah diukur sesuai dengan yang telah ditentukan kemudian dibawa ke stasiun mesin plasman untuk dilakukan pemotongan. Setelah dipotong, bahan baku tersebut dibawa kembali ke tempat *assembly* untuk menunggu proses berikutnya.

d. Pembuatan poros penggerak



Bahan baku berjenis besi yang diambil dari gudang material 2 dan dibawa ke stasiun pemotongan, kemudian diukur sesuai dengan ukuran yang akan dibutuhkan dan dipotong dengan menggunakan mesin potong listrik. Bahan baku yang telah dipotong tersebut selanjutnya dibawa ke stasiun kerja mesin bubut untuk dilakukan pembubutan sesuai dengan yang ditentukan. Setelah bahan baku telah dibubut hingga membentuk sebuah poros dan dibawa ke tempat *assembly* untuk menunggu proses selanjutnya.

e. Pembuatan pipa pengaduk

Bahan baku berbentuk pipa jenis *stainless* yang diambil dari gudang material 2 dan dibawa ke stasiun pemotongan, kemudian diukur sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan kemudian dipotong dengan menggunakan mesin potong listrik. Setelah dipotong, pipa tersebut dibawa ke stasiun mesin plasman untuk dilakukan pengelasan terhadap bagian yang lain dengan menggunakan mesin plasman dan setelah pengelasan selanjutnya part tersebut dibawa ke tempat *assembly* untuk menunggu proses berikutnya.

f. Tutup penampung

Bahan baku jenis *stainless* berbentuk plat yang diambil dari gudang bahan baku *stainless* dan diukur sesuai dengan yang telah ditentukan, selanjutnya dibawa ke stasiun mesin plasman untuk dilakukan proses pemotongan dengan menggunakan mesin plasman. Selain itu ada proses pembuatan part lain yang terjadi pada saat pembuatan tutup penampung yaitu dimana bahan baku dari gudang material 2 dibawa ke stasiun pemotongan untuk

dipotong. Kemudian dilakukan pengelasan antara kedua bagian tersebut dengan menggunakan mesin plasman dan selanjutnya dibawa ke tempat *assembly* untuk dilakukan proses selanjutnya.

Apabila semua *part-part*-nya telah tersedia, maka selanjutnya dilakukan perakitan tahap ke tahap hingga menjadi sebuah alat produk sesuai dengan yang diinginkan oleh konsumen dengan standar yang ditentukan oleh produsen.

#### 4.4.2 Pengukuran Jarak Mesin Pada *Layout* Baru

Pengukuran jarak antara mesin dilakukan dengan menggambarkan ulang tata letak mesin, peralatan dan fasilitas lainnya dalam bentuk sumbu X dan Y seperti pada gambar 4.13 dan menentukan titik tengah (koordinat) pada departemen produksi. Titik koordinat ini untuk menghitung jarak antara mesin dengan menggunakan metode jarak *rectilinear*, seperti pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Koordinat *Layout* Baru

Stasiun Kerja	Koordinat <i>Layout</i>		Luas Area Departemen		
	X	Y	Panjang	Lebar	P/L
12	2.7	0.8	2.5	1.7	1.47
10	2.7	3.5	2.5	2	1.25
8	2.6	5.7	2.7	1.5	1.8
9	2.6	8	2.8	2	1.4

2	3	10	2	1	2
13	5.7	0.5	2.5	1	2.5
5	5.5	4.5	2	1	2
3	5.5	6	2	1	2
7	5.5	8	2	1	2
6	7.6	9.7	6.3	1.5	4.2
4	7.5	11.5	3	1	3
11	9.3	2.5	5	4.7	1.1
1	9	6	4	2	2

Dengan menggunakan perhitungan yang sama seperti perhitungan jarak mesin pada *layout* awal untuk mendapatkan jarak antar mesin dari yang satu ke mesin yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.15 Jarak Antar Departemen Berdasarkan *Layout* Baru

No Mesin	12	10	8	9	2	13	5	3	7	6	4	11	1
12		2.7	5	7.3	9.5	3.3	6.5	8	10	13.8	15.5	8.3	11.5
10			2.3	4.6	6.8	6	3.7	5.3	7.3	11.1	12.8	7.6	8.8
8				2.3	4.7	8.3	4.1	3.2	5.2	9	10.7	9.9	6.7
9					2.4	10.6	6.4	4.9	2.9	6.7	8.4	12.2	8.4
2						12.2	8	6.5	4.5	4.9	6	13.8	10
13							4.2	5.7	7.7	11.1	12.8	3.8	8.8
5								1.5	3.5	7.3	9	5.8	5
3									2	4.8	7.5	7.3	3.6
7										3.8	5.5	9.3	5.5
6											1.9	8.9	5.1
4												10.9	7
11													3.8
1													

#### 4.4.3 Jarak Tempuh Aliran Bahan Pada *Layout* Baru

Dengan menggunakan perhitungan yang sama seperti perhitungan jarak tempuh aliran bahan pada tata letak awal untuk mendapatkan jarak momen perpindahan bahan pada tiap-tiap produk yang dihasilkan. Hasil perhitungan jarak momen perpindahan dari tiap-tiap produk yang dihasilkan pada tata letak awal dan tata letak baru dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Jarak Tempuh Aliran Bahan Pada *Layout*

No	Produk	Unit	Tata Letak Awal (m)/Thn	Tata letak Baru (m)/Thn
1	Pengaduk Susu Tenaga Listrik	12	10794	9529.2
2	Pemotong Singkong	42	54629.4	40118.4
3	Penepung Gula Semut	24	33016.8	22178.4
4	Pemarut Kelapa	12	16450.8	12656.4
5	Pengupas Sabut Kelapa	12	21621.6	12178.8
Jumlah		102	136602.6	96661.2

#### 4.4.4 Hasil optimasi Menggunakan AG

Hasil optimasi dengan menggunakan AG untuk mengoptimalkan total jarak perpindahan bahan pada saat proses produksi, dan setelah dilakukan optimasi didapatkan adanya pengurangan jarak antara sebelum dan sesudah dioptimasi. Tabel 4.17 menunjukkan perbandingan total jarak perpindahan bahan yang sebelum dan sesudah dioptimasi dengan menggunakan AG sebagai berikut.

Tabel 4.17 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimasi

Jarak Awal Sebelum Dioptimasi (m)	Jarak Setelah Optimasi AG (m)	Pengurangan Jarak Setelah Dioptimasi (m)
136602.6	96661.2	39941.4

Dari Tabel 4.17 di atas menunjukkan bahwa pengurangan jarak total perpindahan bahan antara sebelum dan sesudah dioptimasi adalah sebesar 39941.4 meter. Sehingga persentase pengurangan total jarak perpindahan bahan pada tata letak baru yang didapatkan dari hasil *running* dengan menggunakan *software* generator AG NLI-gen adalah sebesar 
$$= \frac{136602.6 - 96661.2}{136602.6} \times 100\% = 29.24\%$$
 dari total perpindahan bahan awal.

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas tentang hasil, tujuan penelitian dan kesesuaian yang didapatkan selama dalam penelitian untuk menghasilkan sebuah rekomendasi.

#### **5.1 Optimasi Jarak Dengan AG**

Di dalam penelitian ini akan dilakukan optimasi jarak momen perpindahan bahan (*material handling*) dengan menggunakan algoritma genetika (AG) dan dilakukan 2 kali rangkaian percobaan. Pada percobaan pertama hanya dilakukan 1 kali rangkaian percobaan saja yaitu untuk mencari dan menemukan generasi terbaik yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk percobaan berikutnya. Dalam tahap percobaan ini, secara mekenisme bahwa jumlah generasi yang ambil adalah dimulai dari yang rendah dan akan terus bertambah secara kontinyu hingga mencapai titik konvergensi atau sebanyak generasi yang diinginkan. Tetapi dalam penelitian kali ini, penentuan jumlah generasi untuk mencari generasi terbaik pada percobaan pertama hanya sekali dengan jumlah generasi 100 kemudian ditemukan titik konvergensi atau titik optimal pada kurva grafik menunjukkan di generasi ke-3 sehingga ini dianggap telah mencapai titik optimal dalam pencarian generasi terbaik. Kemudian dengan hasil yang telah diperoleh pada percobaan pertama tersebut dapat dijadikan sebagai acuan untuk digunakan pada rangkaian percobaan-percobaan yang lainnya.

Selanjutnya untuk rangkaian percobaan kedua adalah untuk mencari populasi terbaik dimana dalam rangkaian percobaan kedua terdapat 3 kali percobaan dengan jumlah populasi yang digunakan secara beragam yaitu diantara

20, 25 dan 30 dengan jumlah 100 generasi. Pada rangkaian percobaan kedua dalam percobaan kesatu, populasi 20 dan keep best 3, *mutation probability of population* 80 % dan *mutation probability of genes* 10 %. Sehingga titik konvergensi berada pada generasi ke-10 dan waktu yang dibutuhkan sampai titik optimal yaitu 408 detik dengan *best fitness* yang didapatkan adalah 98459. Selanjutnya untuk rangkaian percobaan kedua, populasi 25 dan *keep best* 3, *mutation probability of population* 80 % dan *mutation probability of genes* 10 %. Titik konvergensi terdapat pada generasi ke-5 dan waktu yang dibutuhkan sampai tercapainya optimal adalah 535 detik dengan *best fitness* 98459. Kemudian untuk rangkaian percobaan ketiga sebagai percobaan terakhir dalam rangkaian percobaan ini, populasi yang dipakai adalah 30 dan *keep best* 3, sedangkan untuk *random mutation hill climbing* yang digunakan tetap sama dengan rangkaian percobaan sebelumnya yaitu: *mutation probability of population* 80 % dan *mutation probability of genes* 10 %. Maka titik konvergensi yang didapatkan berada pada generasi ke-3 dan waktu yang dicapai adalah 599 detik dengan *best fitness* yang tetap di 98459.

Setelah seluruh rangkaian percobaan dilakukan dan telah memperoleh hasil *fitness* yang optimal, maka dilakukan penentuan optimal yang dianggap paling terbaik dari seluruh rangkaian percobaan dengan beberapa kriteria. Sehingga pada rangkaian percobaan ketiga dari percobaan kedualah yang dianggap paling optimal dari semua percobaan dengan kriteria dimana nilai *best fitness*-nya 98459 dengan konvergensi pada grafik menunjukkan titik optimal berada di generasi ke-3 dengan waktu percobaan selama 599 detik.

Dari hasil optimasi menggunakan AG didapatkan susunan mesin pada tata letak produksi yang baru adalah 12 10 8 9 2 13 5 3 7 6 4 11 1 dan selanjutnya dilakukan analisa kembali. Hasil analisa yang dilakukan terdapat pengurangan jarak total perpindahan bahan antara sebelum dan sesudah dioptimasi adalah sebesar 39941.4 meter atau 29.24 %.

Dengan demikian maka dapat dikatakan bahwa metode algoritma genetika dapat digunakan dan berhasil memecahkan masalah optimasi tata letak mesin dalam penelitian ini. Adapun hasil yang didapatkan dalam penelitian ini tergantung pada variabel-variabel yang digunakan, sehingga pada saat dilakukan *running* pada generator AG terhadap jumlah generasi, populasi dan probabilitas tentu hasil dari *best fitness*-nya pun akan mengikuti. Maka variabel-variabel tersebut menjadi penentu hasil yang akan diperoleh dalam penelitian.

## **5.2 Analisa Terhadap Aliran Material**

Pada penelitian ini dampak yang terjadi setelah dilakukan optimasi dengan menggunakan AG maka hasil jarak aliran bahan pada saat proses produksi dapat berkurang. Ini disebabkan oleh terjadinya permutasian stasiun kerja yang sebagaimana terlihat seperti pada gambar 4.13 merupakan tata letak fasilitas produksi yang baru dimana diketahui bahwa departemen-departemen yang saling berhubungan antara satu sama lain menjadi lebih dekat dari tata letak fasilitas produksi sebelumnya.

Gambar 4.13 menunjukkan sirkulasi aliran material yang terjadi pada saat memproduksi alat Pengaduk Susu Tenaga Listrik yang merupakan salah satu



produk yang dihasilkan. Berikut adalah tahap-tahap analisa aliran material yang terjadi pada tiap-tiap part saat proses produksi sebagai berikut:

- Membuat tempat penampungan susu: maka bahan baku jenis *stainless* berbentuk plat diambil dari gudang *stainless* kemudian dibawa ke stasiun mesin plasman kemudian dipotong setelah diukur sesuai dengan yang dibutuhkan dan kemudian dilas dengan menggunakan mesin plasman pula selanjutnya dibawa ke stasiun tempat *assembly*.
- Pembuatan dudukan penampung: bahan baku berbentuk pipa dengan jenis *stainless* diambil dari gudang material 2 dan dibawa ke stasiun mesin potong untuk dipotong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan, kemudian dibawa ke mesin *bending pipe* untuk dibentuk melengkung pada bagian ujung atasnya, selanjutnya dibawa ke stasiun tempat *assembly*.
- Pembuatan tempat dudukan motor: bahan baku diambil dari gudang material 1 kemudian dipotong dengan menggunakan mesin potong listrik sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan selanjutnya dibawa ke stasiun tempat *assembly*.
- Pembuatan poros penggerak: bahan baku jenis besi cor diambil dari gudang material 1 dan dipotong dengan menggunakan mesin potong listrik selanjutnya di bawah ke stasiun mesin bubut untuk dibentuk coakan dan ulir baut penahan dan masuk ke stasiun tempat *assembly*. Untuk stasiun mesin bubut bahwa aliran material yang terjadi disini masih terlihat panjang sebab mesin bubut sendiri masih ditempatkan pada ruangan yang

terpisah dengan mesin-mesin lainya namun masih dalam bangunan yang sama.

- Membuat pipa pengaduk: bahan baku jenis pipa dari gudang material 1 kemudian dipotong dengan menggunakan mesin potong listrik yang sesuai dengan ukuran yang diinginkan, selanjutnya di bawah ke mesin plasman untuk dilas kemudian di bawah ke stasiun tempat *assembly* untuk dilakukan perakitan selanjutnya.
- Membuat tutup penampung: bahan baku jenis stainless berbentuk plat dari gudang bahan baku stainless dibawah ke mesin plasman untuk dipotong setelah diukur sesuai dengan yang ditentukan. Kemudian dilas dengan menggunakan mesin plasman juga selanjutnya di bawah ke stasiun tempat *assembly*.

Apabila semua *part-part* yang dibutuhkan telah selesai dibuat dengan tahapan-tahapan sebagaimana dijelaskan diatas, maka langkah selanjutnya adalah untuk melakukan perakitan pada bagian-bagian *part* tersebut hingga menjadi sebuah mesin atau alat pengaduk susu tenaga listrik dengan menggunakan alat-alat bantuan lainnya sesuai dengan yang dibutuhkan.

Sehingga hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah dimana penempatan antar departemen yang satu dengan departemen yang lainnya menjadi lebih dekat. Disisi lain juga terdapat penghematan area-area kosong pada lantai produksi dan ini nantinya bisa dimanfaatkan untuk dijadikan sebagai ruang seperti gudang sementara, untuk penempatan fasilitas lain apabila ada penambahan dan lain sebagainya.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan berisi kesimpulan dan saran mengenai dengan hasil yang telah didapatkan atau dicapai pada penelitian ini sehingga dapat dijadikan sebagai suatu bentuk rekomendasi terhadap penelitian berikutnya.

#### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang tata letak fasilitas produksi yang dioptimasi dengan menggunakan AG kemudian dapat ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini berdasarkan pada hasil percobaan-percobaan yang dilakukan.

Bahwa dari perhitungan awal total jarak momen perpindahan bahan (*material handling*) dengan menggunakan metode konvensional pada tata letak lantai produksi sebesar 39941.4 meter/tahun, kemudian dioptimasi dengan menggunakan AG dan didapatkan susunan mesin pada tata letak fasilitas produksi yang baru adalah 12 10 8 9 2 13 5 3 7 6 4 11 1. Hasil analisa total jarak momen perpindahan bahan (*material handling*) yang didapatkan dari tata letak mesin yang baru adalah sebesar 9661.2 meter/tahun. Ini menunjukkan terjadinya pengurangan jarak pada momen perpindahan bahan (*material handling*) sebesar 39941.4 atau 29.24 %. Sehingga dengan terjadinya pengurangan jarak tempuh pada perpindahan bahan secara otomatis akan mempercepat proses produksi. Dengan jarak minimum yang telah dioptimasi (*fitness*) maka AG dapat dan cocok digunakan untuk menentukan jarak pada tata letak fasilitas produksi.

## 6.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang diberikan oleh penulis kiranya untuk dilakukan perbaikan dan penyempurnaan pada penelitian-penelitian yang akan dilakukan diwaktu mendatang atau berikutnya yaitu:

1. Sebaiknya penelitian ini kedepannya dapat dikembangkan lagi dengan penambahan kondisi-kondisi yang mungkin sering kali terjadi pada proses produksi, agar hasil yang didapatkan lebih optimal.
2. Penelitian dengan objek yang sama, disarankan agar dapat menambahkan dengan menghitung besar pengeluaran pada saat proses produksi atau ongkos *material handling* (OMH).
3. Dapat menggunakan atau menambahkan metode yang lain dalam melakukan optimasi pada tata letak fasilitas produksi agar dapat diketahui nilai selis optimasi pada metode yang dipakai.

## Daftar Pustaka

- Anita, D., & Muhammad, A. (2006). *Konsep Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta CV. Andi Offset.
- Arisandhy, V., Suhada, K., & Yoanna Halim S. (2011). Usulan Perancangan Tata Letak Lantai Produksi Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus di PT. X, Bandung).
- Azadivar, F., & Wang, J. (2000). *Facility layout optimization using simulation and genetic algorithms*. *International Journal of Production Research*, 38(17), 4369–4383. <http://doi.org/10.1080/00207540050205154>.
- B, A. W. (2011). Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Model dan Simulasi Dari Suatu Sistem. Universitas Trisakti, 161 - 167.
- Eti Kristinawati, (2000). Perancangan Tata Letak Mesin Dengan Menggtjnakan Konsep Group Technology sebagai Upaya Minimasi Jarak Dan Biaya Material Handling. , pp.71–79.
- Fitrah, A., Zaky, A., Fitrasani. (2006). Penerapan Algoritma Genetika Pada Persoalan Pedagang Keliling (TSP).
- Forrest, S. (1993). *Genetic algorithms: principles of natural selection applied to computation*. *Science (New York, N.Y.)*, 261(5123), 872–878. <https://doi.org/10.1126/science.8346439>
- Genetika, A., Pencarian, P., & Alternatif, J. (2007). Algoritma genetika. *Aries*, 2–9.
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic Algorithms In Search, Optimization & Machine Learning*. *The University Of Alabama: Addison-Wesley Publishing Company. Inc.*
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. *Ann Arbor MI University of Michigan Press (Vol. Ann Arbor)*. <http://doi.org/10.1137/1018105>
- Holland, J.H., 1975. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Available at: <http://www.citeulike.org/group/664/article/400721>.

- Hadiguna, R.A., 2009. *Manajemen Pabrik, Pendekatan Sistem Untuk Efisiensi Dan Efektivitas* Edisi Pert. R. Rachmatika, ed., Jakarta: Sinar Grafika Offset.
- I Dewa Made Adi Baskara Joni. (2010). "Penentuan Jarak Terpendek Pada Jalur Distribusi Barang Di Pulau Jawa Dengan Menggunakan Algoritma Genetika." *Journal Article*
- Kosasih, D., 2009. Analisis Aplikasi Algoritma Genetika Untuk Pencarian Nilai Fungsi Maksimum. <http://personal.ftsl.itb.ac.id/djunaedi/files/2009/03/ga-011.pdf>. hal 1-11. diakses pada tanggal 25 maret 2018, pukul 22.55 wib.
- Kusumadewi, S. et al., 2005. Aplikasi *Simulated Annealing* Untuk Penentuan Tata Letak Mesin. *Conference*, pp.21–28.
- Kusumadewi, S. & Purnomo, H., 2005. *Penyelesaian Masalah Optimasi Menggunakan Teknik-Teknik Heuristik* Edisi Pert., Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Luftimas, A. B., Herni, F., & Susanty, S. (2014). Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode Blocplan (DI PT.CHITOSE MFG). *REKA INTEGRA*. Retrieved from <http://jurnalonline.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/548>
- Meller, R. D. (1999). *Facilities design*. *Journal of Manufacturing Systems*, 18(5), 377–378. [http://doi.org/10.1016/S0278-6125\(00\)87640-2](http://doi.org/10.1016/S0278-6125(00)87640-2)
- Mustofa, F. H. (2014). Rancangan Tata Letak Fasilitas dengan Menggunakan Metode Blocplan ( Studi Kasus PT . Kramatraya Sejahtera ) \*, 01(03), 90–100.
- Nasution, K. 2012. Analisis Pemilihan *Partially Mapped Crossover* Algoritma Genetika pada Penyelesaian *Traveling Salesman Problem*. Tesis. Universitas Sumatera Utara.
- Ningtyas, A. N., Choiri, M., & Azlia, W. (2015). Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Metode Grafik Dan Craft Untuk Minimasi Ongkos *Material Handling*. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*. Retrieved from <http://jrmsi.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jrmsi/article/view/221>

- Paillin, D. B. (2013). Usulan Perbaikan Tata Letak Lantai Produksi Menggunakan Algoritma CRAFT dalam Meminimumkan Ongkos *Material Handling* dan Total Momen Jarak Perpindahan ( Studi Kasus PT . Grand Kartect Jakarta ), *14*, 73–82.
- Pratama, A. et al., (2004). Perancangan Tata Letak Produksi Pada PT. Dwi Indah Plant Gunung Putri Dengan Menggunakan Algoritma Blocplan. *Journal Writing Format for Final Project Telkom University*.
- Purwanggono, B., Sugiyono, A., Heuristik, A., & Technology, G. (2006). Pengurangan Jarak Dan Biaya *Material Handling* Dengan Metode Heuristik Di Pt . Bengkel Cokro Bersaudara, *2(I)*, 43–53.
- Samuel, Lukas, Toni, A. dan Willi, Y.. 2005. Penerapan Algoritma Genetika Untuk Salesman Problem Dengan Menggunakan Metode *Order Crossover* dan *Insertion Mutation*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005 (SNATI 2005), pp. I-1 – I-5
- Sembiring, A. C., & Utara, U. S. (2012). Perancangan Ulang Tata Letak Pabrik Untuk Meminimalisasi *Material Handling* Di Pt . Atmindo Untuk Meminimalisasi *Material Handling*.
- Setiawan1, I. L., dan Palit H. C. 2010. Perbandingan Kombinasi Genetic Algorithm – Simulated Annealing dengan Particle Swarm Optimization pada Permasalahan Tata Letak Fasilitas. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 12, No. 2, Desember 2010, 119-124ISSN 1411-2485.
- Setiyawan, D.T. et al., 2017. Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Produksi Kedelai Goreng Dengan Metode Blocplan dan Corelap Pada UKM MMM Di Gading Kulon, Malang. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* 6(1): 51-60 (2017)
- Shayan, E., Chittilappilly, A., Shayan \*, E., & Chittilappilly, A. (2004). *Genetic algorithm for facilities layout problems based on slicing tree structure. International Journal of Production Research*, *42(19)*, 4055–4067. <http://doi.org/10.1080/00207540410001716471>
- Sinulingga, S. (2009). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Yogyakarta: Graha Ilmu. Adityo Pratama, Muhammad Iqbal, ST., MM., Devi Pratami,

- ST., M., 2004.
- Siregar, R.M. et al., 2013. Perancangan Ulang Tataletak Fasilitas Produksi Dengan Menerapkan Algoritma Blocplan Dan Algoritma Corelap Pada Pt . Xyz. , 1(1), pp.35–44.
- Sodikin, I. et al., 2008. Penerapan *Cellular Manufacturing System* Dengan Menggunakan Algoritma *Heuristic Similarity Coeficient* Untuk Meminimasi Waktu Siklus Dan Biaya *Material Handling*. , 1(1), pp.44–52.
- Sofjan Assauri, 1993. *Manajemen Produksi Dan Operasi* Edisi Keem., Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Sri Kusumadewi, 2003. *Artificial Intelligence, Teknik Dan Aplikasinya*. Pertama., Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suhendar, D., 2015. Usulan Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Menggunakan Metode Algoritma Corelap.
- Trio Yonathan Teja Kusuma, 2013. Optimasi Solusi Permasalahan Rute kendaraan Dengan Pemerataan Beban Menggunakan *Fuzzy Adaptif Genetic Algorithm*.
- Wignjosuebrotto, S., 2003. *Tata Letak Pabrik Dan Pемindahan Bahan* Edisi Ketiga. I. K. Gunarta, ed., Surabaya: Prima Printing.
- Wiharto. et al., 2013. Analisis Penggunaan Algoritma Genetika Untuk Perbaikan Jaringan Saraf Tiruan *Radial Basis Function*. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2013. Yogyakarta, 9 maret 2013.
- Zulian Yamit, 1996. *Manajemen Produksi dan Operasi* Pertama Ce., Yogyakarta: Ekonisia Fakultas Ekonomi UII.
- Zulian Yamit, 2003. *Manajemen Produksi Dan Operasi* Kedua Ceta., Yogyakarta: Ekonisia Fakultas Ekonomi UII.



## LAMPIRAN

## Lampiran 1

### Tabel Waktu Proses Produksi Berdasarkan OPC

Tabel Waktu Proses Produksi Pada Mesin Pengaduk Susu/Unit

Nama Part	Aktivitas	Alat Yang Dipakai	Waktu (m)
Pembuatan Tutup	Diukur	Meter	10
Penampung Susu	Dipotong	Mesin plasman	20
	Diukur	Meter	2
	Dipotong	Mesin Potong	2
	Penyambungan Las	Mesin plasman	120
	Dihaluskan	Gerinda	6
	Inspeksi	Pekerja	2
Pembuatan Dudukan	Diukur	Meter	5
Motor Penggerak	Dipotong	Mesin potong Listrik	10
	Diukur	Meter	6
	Dipotong	Mesin Plasman	15
	Dihaluskan	Gerinda	10
	Inspeksi	Pekerja	4
Pembuatan Tempat	Diukur	Meter	10
Penampungan Susu	Dipotong	Mesin Plasman	15
	Pengelasan Tabung	Mesin Plasman	510
	Diratakan	Gerinda	20
	Inspeksi	Pekerja	5
Pembuatan Poros	Diukur	Meter	2
Penggerak	Dipotong	Mesin potong Listrik	10
	Dilubangi	Mesin Bubut	120
	Dibentuk Ulir	Mesin <i>Drill</i>	40
	Inspeksi	Pekerja	5

Pembuatan Pipa	Diukur	Meter	3
Pengaduk Susu	Dipotong	Mesin potong Listrik	2
	Penyambungan Las	Mesin Plasman	35
	Dihaluskan	Gerinda	6
	Inspeksi	Pekerja	5
Pembuatan Tempat	Diukur	Meter	5
Dudukan Penampung	Dipotong	Mesin Potong Listrik	20
	Pembengkokan	<i>Bending Pipe</i>	55
	Penyambungan Las	Mesin plasman	150
	Dihaluskan	Gerinda	20
	Inspeksi	Pekerja	4
Perakitan	Perakitan 1 dan 2	Mesin plasman	30
	Perakitan 3	Mesin Plasman	60
	Dihaluskan	Gerinda	20
	Perakitan 4	Kunci 12 mm	30
	Perakitan 5	Kunci 10 mm	2
	Pengemasan	Karyawan	10
<b>Waktu Total</b>			<b>1394</b>

Tabel Waktu Proses produksi Pada Mesin Penepung Gula Semut/Unit

Nama Part	Aktivitas	Alat Yang Dipakai	Waktu (m)
Pembuatan Corong	Diukur	Meter	10
Masuk	Dipotong	Mesin Plasman	17
	Pembentukan	Mesin Penekuk	30
	Penyambungan Las	Mesin Plasman	50
	Dihaluskan	Gerinda	7
	Inspeksi	Pekerja	2
Pembuatan Rumah	Diukur	Meter	8

Pisau Penggiling	Dipotong	Mesin Plasman	20
	Penyambungan Las	Mesin plasman	32
	Dihaluskan	Gerinda	5
	Inspeksi	Pekerja	2
Pembuatan Rangka	Diukur	Meter	15
Mesin	Dipotong	Mesin Potong Listrik	22
	Penyambungan Las	Mesin Las Listrik	120
	Diratakan	Gerinda	15
	Inspeksi	Pekerja	3
	Pewarnaan	Kompresor	20
Pembuatan Corong	Diukur	Meter	10
Keluar	Dipotong	Mesin Plasman	15
	Pembentukan	Mesin Penekuk	20
	Penyambungan Las	Mesin Plasman	30
	Dihaluskan	Gerinda	5
	Inspeksi	Pekerja	2
Pembuatan Poros	Diukur	Meter	1
Penggerak	Dipotong	Mesin Potong Listrik	3
	Dibentuk	Mesin Bubut	150
	Inspeksi	Pekerja	8
Pembuatan Pisau	Diukur	Meter	8
Penggiling	Dipotong	Gerinda	10
	Pembentukan (diasah)	Gerinda	25
	Penyambungan Las	Mesin Plasman	22
	Dihaluskan	Gerinda	5
	Inspeksi	Pekerja	1
Perakitan	Perakitan 1	Mesin Plasman	20
	Perakitan 2	Kunci 12 mm	12

Perakitan 3	Klem Penjepit	15
Perakitan 4	Mesin Plasman	18
Perakitan 5	Kunci 10 mm	3
Pasang Mtr Penggerak	Kunci 14 mm	12
Pasang V-Belt	Manual	5
Pengemasan	Karyawan	8
<b>Waktu Total</b>		<b>799</b>

Tabel Waktu Proses Produksi Pada Mesin Pemotong Singkong/Unit

Nama Part	Aktivitas	Alat Yang Dipakai	Waktu (m)
Pembuatan Corong	Diukur	Meter	8
Masuk & Body	Dipotong	Mesin Plasman	50
	Pembentukan	Mesin Penekuk	33
	Pengelasan	Las Listrik	140
	Dihaluskan	Gerinda	10
	Inspeksi	Pekerja	2
Pembuatan Rangka	Diukur	Meter	15
Mesin	Dipotong	Mesin potong	17
	Diratakan	Gerinda	10
	Pengelasan	Las Listrik	190
	Dihaluskan	Gerinda	10
	Inspeksi	Pekerja	3
Pembuatan Pisau	Diukur	Meter	25
Pemotong	Dipotong	Gerinda	20
	Diasah	Gerinda, Batu Asah	160
	Dilubangi	Bor Listrik, Gerinda	30
	Inspeksi	Pekerja	3
Pembuatan Penutup	Diukur	Meter	10

Pisau Pemotong dan	Dipotong	Mesin plasman	130
Corong Keluar	Pembentukan	Mesin Penekuk	5
	Pengelasan	Las Listrik	120
	Dihaluskan	Gerinda	8
	Inspeksi	Pekerja	2
Pembuatan Poros	Diukur	Meter	1
Penggerak	Dipotong	Mesin potong	5
	Dibentuk	Mesin Bubut	150
	Inspeksi	Pekerja	2
	Dilubangi (ulir)	Mesin <i>Drill</i>	30
Perakitan	Perakitan 1	Las Listrik	60
	Dihaluskan	Gerinda	11
	Perakitan 2	Kunci 12 mm	8
	Perakitan 3	Kunci 10 mm	4
	Perakitan 4	Kunci 12 mm	4
	Pewarnaan Dasar	Kompresor	27
	Pengeringan	Alami	120
	Pewarnaan Utama	Kompresor	43
	Pengeringan	Alami	140
	Pasang Mtr Penggerak	Kunci 14 mm	18
Pasang V-Belt	Manual	8	
Pengemasan	Karyawan	12	
<b>Waktu Total</b>			<b>1.664</b>

Tabel Waktu Proses Produksi Pada Mesin Pamarut Kelapa/Unit

Nama Part	Aktivitas	Alat Yang Dipakai	Waktu (m)
Pembuatan Rangka	Diukur	Meter	13
Mesin	Dipotong	Mesin potong Listrik	15
	Diratakan	Gerinda	17
	Pengelasan	Las Listrik	240
	Dihaluskan	Gerinda	11
	Inspeksi	Pekerja	2
	Pewarnaan	Kompresor	19
	Pembuatan Corong	Diukur	Meter
Keluar	Dipotong	Mesin Plasman	8
	Dibentuk (Ujungnya)	Penekuk	18
	Diratakan	Palu	10
	Inspeksi	Pekerja	1
	Pembuatan Corong	Diukur	Meter
Masuk	Dipotong	Mesin Plasman	9
	Dibentuk (Ujungnya)	Penekuk	20
	Diratakan	Palu	10
	Inspeksi	Pekerja	1
	Pembuatan Penutup	Diukur	Meter
Mata Parut	Dipotong	Mesin Plasman	5
	Dihaluskan	Gerinda	2
	Dibentuk (Lengkung)	<i>Bending Pipe</i>	8
	Pasang Engsel	Klem Penjepit	12
	Perakitan	Perakitan 1	Klem Penjepit
Perakitan 2		Klem Penjepit	31
Pasang Mata parut		Kunci 12 mm	12
Perakitan 3		Klem Penjepit	6

Pasang Mtr Penggerak	Kunci 14 mm	16
Pasang V-Belt	Manual	14
Pengemasan	Karyawan	9
<b>Waktu Total</b>		<b>553</b>

Tabel Waktu Proses Produksi Pada Mesin Pengupas Sabut Kelapa/Unit

Nama Part	Aktivitas	Alat Yang Dipakai	Waktu (m)
Pembuatan Rangka	Diukur	Meter	16
Mesin	Dipotong	Mesin Potong Listrik	13
	Diratakan	Gerinda	10
	Pengelasan	Las Listrik	290
	Dihaluskan	Gerinda	15
	Inspeksi	Pekerja	2
	Dilubangi	Bor Listrik	20
Pembuatan Tempat	Diukur	Meter	12
Keluar Sabut	Dipotong	Mesin Plasman	16
	Dibentuk (Ujungnya)	Mesin Penekuk	17
	Diratakan	Palu	5
Pembuatan Tempat	Diukur	Meter	18
Mata Pengupas	Dipotong	Las Karbit	25
	Dilubangi	Bor Listrik	15
	Dihaluskan	Gerinda	2
Pembuatan Mata	Diukur	Meter	8
Pengupas	Dipotong	Mesin Potong Listrik	13
	Penyambungan Poros	Las Listrik	35
	Mata Pengupas	Las Listrik	43
Pembuatan Poros	Diukur	Meter	1
Penghubung Pully	Dipotong	Mesin Potong Listrik	2



	Dibubut	Mesin Bubut	245
	Dibentuk (Coakan)	Mesin <i>Drill</i>	55
	Pasang <i>Bearing, Gear</i>	Manual/Palu	30
	Inspeksi	Pekerja	1
	Pasang Pully	Palu	12
Pembuatan Dinding	Diukur	Meter	4
Depan Mata	Dipotong	Mesin plasman	15
Pengupas	Dibentuk	Mesin Penekuk	3
	Dilubangi	Bor Listrik	8
	Dihaluskan	Gerinda	1
	Inspeksi	Pekerja	1
Pembuatan Dinding	Diukur	Meter	3
Belakang	Dipotong	Mesin Plasman	14
	Dihaluskan	Gerinda	1
Pembuatan Tutup	Diukur	Meter	4
Penahan	Dipotong	Las Karbit	13
	Dihaluskan	Gerinda	2
	Dibentuk Lengkung	<i>Bending Pipe</i>	10
	Pasang Engsel	Las Listrik	8
	Dihaluskan	Gerinda	2
Perakitan	Perakitan 1 Dilas	Las Listrik	93
	Dihaluskan	Gerinda	3
	Perakitan 2	Kunci 14 mm	28
	Perakitan 3	Manual	17
	Pasang <i>Bearing, Gear</i>	Palu, Kunci 14 mm	49
	Perakitan 4	Baut 14 mm & Kunci	11
	Perakitan 5	Baut 10 mm & Kunci	9
	Perakitan 6 Dilas	Las Listrik	12

Dihaluskan	Gerinda	2
Perakitan 7	Baut 14 mm & Kunci	19
Pewarnaan	Kompressor	27
Pengirangan	Alami	260
Pasang Mtr Penggerak	Kunci 14 mm	10
Pasang V-Belt, Rante	Manual	7
Pengemasan	Karyawan	43
<b>Waktu Total</b>		<b>1.583</b>

## Lampiran 2

### Perhitungan Total Jarak Momen Perpindahan Awal Pada Tiap-Tiap Produk

#### 1. Jarak Perpindahan Bahan Pada Mesin Penepung Gula Semut (24 Unit)

$$\begin{aligned}
 Z_{ij} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} f_{ij} \\
 &= (4 \times 120) + (10 \times 192) + (8.5 \times 192) + (19.8 \times 192) + (12.6 \times 24) + (5.1 \times 216) + \\
 &\quad (10.4 \times 384) + (10.4 \times 384) + (6.7 \times 384) + (5.1 \times 192) + (10.4 \times 144) + (10.4 \times 144) + \\
 &\quad (6.7 \times 144) + (5.1 \times 144) + (6.7 \times 192) + (5.1 \times 288) + (6.7 \times 240) + (5.7 \times 240) + (4 \times 24) + \\
 &\quad (23.2 \times 24) + (12.1 \times 96) \\
 &= 33016.8 \text{ meter.}
 \end{aligned}$$

#### 2. Jarak Perpindahan Bahan Pada Mesin Pematong Singkong (42 Unit)

$$\begin{aligned}
 Z_{ij} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} f_{ij} \\
 &= (4 \times 588) + (10 \times 588) + (8.5 \times 504) + (19.8 \times 252) + (25.9 \times 336) + (6.7 \times 336) + \\
 &\quad (5.7 \times 882) + (25.9 \times 252) + (6.7 \times 504) + (5.7 \times 378) + (16.3 \times 126) + (19.8 \times 168) + \\
 &\quad (12.6 \times 42) + (4 \times 42) + (23.2 \times 42) + (12.1 \times 168) \\
 &= 54629.4 \text{ meter.}
 \end{aligned}$$

#### 3. Jarak Perpindahan Bahan Pada Mesin Pamarut Kelapa (2 Unit)

$$\begin{aligned}
 Z_{ij} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} f_{ij} \\
 &= (4 \times 96) + (10 \times 96) + (8.5 \times 120) + (19.8 \times 120) + (12.6 \times 12) + (25.9 \times 108) + (6.7 \times 144) + \\
 &\quad (5.7 \times 192) + (4 \times 12) + (23.2 \times 12) + (12.1 \times 72) + (10.9 \times 72) + (10.9 \times 60) + (25.9 \times 96) + \\
 &\quad (6.7 \times 144) + (5.7 \times 108) \\
 &= 16450.8 \text{ meter.}
 \end{aligned}$$

4. Jarak Perpindahan Bahan Pada Mesin Pengupas Sabut Kelapa (2 Unit)

$$\begin{aligned}
 Z_{ij} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} f_{ij} \\
 &= (4 \times 180) + (10 \times 180) + (8.5 \times 96) + (19.8 \times 108) + (25.9 \times 96) + (6.7 \times 84) + (5.7 \times 192) + \\
 &\quad (19.8 \times 48) + (7.5 \times 72) + (14.6 \times 36) + (10.9 \times 24) + (4 \times 24) + (12.7 \times 24) + (19.8 \times 96) + \\
 &\quad (4 \times 24) + (23.2 \times 24) + (12.1 \times 72) + (19.8 \times 48) + (10.9 \times 60) + (7.5 \times 12) + (21 \times 12) + \\
 &\quad (15.3 \times 36) + (19.8 \times 24) + (7.2 \times 12) + (25.9 \times 24) + (10.4 \times 12) + (5.7 \times 36) + (25.9 \times 24) + \\
 &\quad (26.5 \times 12) + (19.8 \times 48) \\
 &= 21621.6 \text{ meter.}
 \end{aligned}$$

**Lampiran 3**

**Frekuensi Aliran Perpindahan Bahan Yang Terjadi di Tiap-Tiap Produk Pada *Layout* Awal**

Tabel 1. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin pengaduk Susu

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Tempat Penampung	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	2.6	5.1	7	84	18.2	218.4	35.7	428.4
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	9	108	30.6	367.2	60.3	723.6
Tempat Dudukan Penampung	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	2	4	4	48	8	96	16	192
	Mesin Potong Listrik	Bending Pipe	6.5	13	4	48	26	312	52	624
	Bending Pipe	Tempat Assembly	7.7	15.3	12	144	92.4	1108.8	183.6	2203.2
	Tempat assembly	Mesin Plasman	3.4	6.7	7	84	23.8	285.6	46.9	562.8
Tempat Dudukan Motor	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	2	4	4	48	8	96	16	192
	Mesin Potong Listrik	Tempat Assembly	8.4	16.7	4	48	33.6	403.2	66.8	801.6
	Tempat assembly	Mesin Plasman	3.4	6.7	8	96	27.2	326.4	53.6	643.2
	Mesin Plasman	Gudang Bhn Stainless	2.6	5.1	4	48	10.4	124.8	20.4	244.8
	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	2.6	5.1	4	48	10.4	124.8	20.4	244.8
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	6	42	20.4	142.8	40.2	281.4
	Tempat assembly	Mesin Plasman	3.4	6.7	6	42	20.4	142.8	40.2	281.4
Pembuatan Poros penggerak	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	2	4	2	24	4	48	8	96
	Mesin Potong Listrik	Mesin Bubutan	11.6	23.2	2	24	23.2	278.4	46.4	556.8
	Mesin Bubutan	Tempat Assembly	5.5	10.9	3	36	16.5	198	32.7	392.4
Pembuatan Pipa Pengaduk	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	2	4	2	24	4	48	8	96
	Mesin Potong Listrik	Mesin Plasman	10.2	20.4	2	24	20.4	244.8	40.8	489.6

Tutup Penampung Susu	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	3	36	10.2	122.4	20.1	241.2
	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	2.6	5.1	6	72	15.6	187.2	30.6	367.2
	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	2	4	5	60	10	120	20	240
	Mesin Potong Listrik	Mesin Plasman	10.2	20.4	2	24	20.4	244.8	40.8	489.6
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	5	60	17	204	33.5	402
<b>Jumlah</b>			<b>207.2</b>		<b>1272</b>		<b>470.7</b>	<b>5444.4</b>	<b>933</b>	<b>10794</b>

Tabel 2. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin Penepung Gula Semut

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Rangka Mesin	Gudang Bahan Baku II	Mesin potong Listrik	2	4	5	120	10	240	20	480
	Mesin Potong listrik	Las Karbit	5	10	8	192	40	960	80	1920
	Las Karbit	Las Listrik	4.3	8.5	8	192	34.4	825.6	68	1632
	Las Listrik	Tempat Assembly	9.9	19.8	8	192	79.2	1900.8	158.4	3801.6
	Tempat Assembly	Kompressor	6.3	12.6	1	24	6.3	151.2	12.6	302.4
Pembuatan Corong Masuk	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	2.6	5.1	9	216	23.4	561.6	45.9	1101.6
	Mesin Plasman	Mesin Penekuk	5.2	10.4	16	384	83.2	1996.8	166.4	3993.6
	Mesin Penekuk	Mesin Plasman	5.2	10.4	16	384	83.2	1996.8	166.4	3993.6
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	16	384	54.4	1305.6	107.2	2572.8
Pembuatan Corong Keluar	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	2.6	5.1	8	192	20.8	499.2	40.8	979.2
	Mesin Plasman	Mesin Penekuk	5.2	10.4	6	144	31.2	748.8	62.4	1497.6

	Mesin Penekuk	Mesin Plasman	5.2	10.4	6	144	31.2	748.8	62.4	1497.6	
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	6	144	20.4	489.6	40.2	964.8	
Pembuatan Pisau Penggiling	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	2.6	5.1	6	144	15.6	374.4	30.6	734.4	
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	8	192	27.2	652.8	53.6	1286.4	
Pemb. Rumah Pisau Penggiling	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	2.6	5.1	12	288	31.2	748.8	61.2	1468.8	
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	10	240	34	816	67	1608	
	Tempat Assembly	Mesin Penekuk	2.9	5.7	10	240	29	696	57	1368	
Pemb. Poros Penggiling	Gudang Bahan Baku II	Mesin potong Listrik	2	4	1	24	2	48	4	96	
	Mesin Potong listrik	Mesin Bubutan	11.6	23.2	1	24	11.6	278.4	23.2	556.8	
	Mesin Bubutan	Tempat Assembly	6.1	12.1	4	96	24.4	585.6	48.4	1161.6	
<b>Jumlah</b>			<b>188.7</b>			<b>3960</b>		<b>692.7</b>	<b>16624.8</b>	<b>1375.7</b>	<b>33016.8</b>

Tabel 3. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin Pemotong Singkong

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Rangka Mesin	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	2	4	14	588	28	1176	56	2352
	Mesin Potong Listrik	Las Karbit	5	10	14	588	70	2940	140	5880
	Las Karbit	Mesin Las Listrik	4.3	8.5	12	504	51.6	2167.2	102	4284
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	9.9	19.8	6	252	59.4	2494.8	118.8	4989.6
Pemb. Corong	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	13	25.9	8	336	104	4368	207.2	8702.4

Masuk dan Body	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	8	336	27.2	1142.4	53.6	2251.2					
	Tempat Assembly	Mesin penekuk	2.9	5.7	21	882	60.9	2557.8	119.7	5027.4					
Penutup Pisau & Corong Keluar	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	13	25.9	6	252	78	3276	155.4	6526.8					
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	12	504	40.8	1713.6	80.4	3376.8					
	Tempat Assembly	Mesin penekuk	2.9	5.7	9	378	26.1	1096.2	51.3	2154.6					
	Mesin Penekuk	Mesin Las Listrik	8.2	16.3	3	126	24.6	1033.2	48.9	2053.8					
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	9.9	19.8	4	168	39.6	1663.2	79.2	3326.4					
	Tempat Assembly	Kompressor	6.3	12.6	1	42	6.3	264.6	12.6	529.2					
Pembuatan Poros Penggerak	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	2	4	1	42	2	84	4	168					
	Mesin Potong Listrik	Mesin Bubut	11.6	23.2	1	42	11.6	487.2	23.2	974.4					
	Mesin Bubut	Tempat Assembly	6.1	12.1	4	168	24.4	1024.8	48.4	2032.8					
<b>Jumlah</b>			<b>206.9</b>			<b>5208</b>		<b>654.5</b>		<b>27489</b>		<b>1300.7</b>		<b>54629.4</b>	



Tabel 4. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin Pamarut Kelapa

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Rangka Mesin	Gudang Bahan Baku II	Mesin potong Listrik	2	4	8	96	16	192	32	384
	Mesin Potong Listrik	Las Karbit	5	10	8	96	40	480	80	960
	Las Karbit	Mesin Las Listrik	4.3	8.5	10	120	43	516	85	1020
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	9.9	19.8	10	120	99	1188	198	2376
	Tempat Assembly	Kompressor	6.3	12.6	1	12	6.3	75.6	12.6	151.2
Pemb. Corong Masuk dan Keluar	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	13	25.9	9	108	117	1404	233.1	2797.2
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	12	144	40.8	489.6	80.4	964.8
	Tempat Assembly	Mesin Penekuk	2.9	5.7	16	192	46.4	556.8	91.2	1094.4
Pembuatan Poros Penggerak	Gudang Bahan Baku II	Mesin potong Listrik	2	4	1	12	2	24	4	48
	Mesin Potong Listrik	Mesin Bubutan	11.6	23.2	1	12	11.6	139.2	23.2	278.4
	Mesin Bubutan	Tempat Assembly	6.1	12.1	6	72	36.6	439.2	72.6	871.2
	Tempat Assembly	Mesin Drilling & Milling	5.5	10.9	6	72	33	396	65.4	784.8
	Mesin Drilling & Milling	Tempat Assembly	5.5	10.9	5	60	27.5	330	54.5	654
Pemb. Penutup Pisau	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	13	25.9	8	96	104	1248	207.2	2486.4
	Mesin plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	12	144	40.8	489.6	80.4	964.8
	Tempat Assembly	Mesin Penekuk	2.9	5.7	9	108	26.1	313.2	51.3	615.6
<b>Jumlah</b>				<b>192.6</b>		<b>1464</b>	<b>690.1</b>	<b>8281.2</b>	<b>1370.9</b>	<b>16450.8</b>

Tabel 5. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin Pengupas Sabut Kelapa

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Rangka Mesin	Gudang bahan Baku II	Mesin potong listrik	2	4	15	180	30	360	60	720
	Mesin Potong Listrik	Las Karbit	5	10	15	180	75	900	150	1800
	Las Karbit	Mesin Las Listrik	4.3	8.5	8	96	34.4	412.8	68	816
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	9.9	19.8	9	108	89.1	1069.2	178.2	2138.4
Pemb. Tempat Keluar Sabut	Gudag Bahan Baku I	Mesin Plasman	13	25.9	8	96	104	1248	207.2	2486.4
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	3.4	6.7	7	84	23.8	285.6	46.9	562.8
	Tempat Assembly	Mesin Penekuk	2.9	5.7	16	192	46.4	556.8	91.2	1094.4
	Tempat Assembly	Mesin Las Listrik	9.9	19.8	4	48	39.6	475.2	79.2	950.4
Pemb. Tempat Pisau Pengupas	Gudang Bahan Baku I	Las Karbit	3.8	7.5	6	72	22.8	273.6	45	540
	Las Karbit	Drilling dan Milling	7.3	14.6	3	36	21.9	262.8	43.8	525.6
	Drilling dan Milling	Tempat Assembly	5.5	10.9	2	24	11	132	21.8	261.6
Pembuatan Pisau Pengupas	Gudang bahan Baku II	Mesin potong listrik	2	4	2	24	4	48	8	96
	Mesin Potong Listrik	Tempat Assembly	6.4	12.7	2	24	12.8	153.6	25.4	304.8
	Tempat Assembly	Mesin Las Listrik	9.9	19.8	8	96	79.2	950.4	158.4	1900.8
Pemb. Poros Pisau pengupas	Gudang bahan Baku II	Mesin potong listrik	2	4	2	24	4	48	8	96
	Mesin Potong Listrik	Mesin Bubut	11.6	23.2	2	24	23.2	278.4	46.4	556.8
	Mesin Bubut	Tempat Assembly	6.1	12.1	6	72	36.6	439.2	72.6	871.2
	Tempat Assembly	Mesin Las Listrik	9.9	19.8	4	48	39.6	475.2	79.2	950.4

	Tempat Assembly	Drilling dan Milling	5.5	10.9	5	60	27.5	330	54.5	654
Pemb. Penutup Penahan	Gudang Bahan Baku I	Las Karbit	3.8	7.5	1	12	3.8	45.6	7.5	90
	Mesin Plasman	Bending Pipe	10.5	21	1	12	10.5	126	21	252
	Bending Pipe	Tempat Assembly	7.7	15.3	3	36	23.1	277.2	45.9	550.8
	Tempat Assembly	Mesin Las Listrik	9.9	19.8	2	24	19.8	237.6	39.6	475.2
	Las Listrik	Kompressor	3.6	7.2	1	12	3.6	43.2	7.2	86.4
Pemb. Dinding Pisau Depan	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	13	25.9	2	24	26	312	51.8	621.6
	Mesin Plasman	Mesin Penekuk	5.2	10.4	1	12	5.2	62.4	10.4	124.8
	Mesin Penekuk	Tempat Assembly	2.9	5.7	3	36	8.7	104.4	17.1	205.2
Pemb. Dinding Pisau Belakang	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	13	25.9	2	24	26	312	51.8	621.6
	Mesin Plasman	Mesin Las Listrik	13.3	26.5	1	12	13.3	159.6	26.5	318
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	9.9	19.8	4	48	39.6	475.2	79.2	950.4
<b>Jumlah</b>			<b>213.2</b>	<b>424.9</b>	<b>145</b>	<b>1740</b>	<b>904.5</b>	<b>10854</b>	<b>1801.8</b>	<b>21621.6</b>

### Frekuensi Aliran Perpindahan Bahan Yang Terjadi di Tiap-Tiap Produk Pada *Layout* Baru

Tabel 1. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin pengaduk Susu

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Tempat Penampung	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	1.65	3.3	7	84	11.55	138.6	23.1	277.2
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	9	108	37.35	448.2	74.7	896.4
Tempat Dudukan Penampung	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	3.65	7.3	4	48	14.6	175.2	29.2	350.4
	Mesin Potong Listrik	Bending Pipe	4	8	4	48	16	192	32	384
	Bending Pipe	Tempat Assembly	6.9	13.8	12	144	82.8	993.6	165.6	1987.2
	Tempat assembly	Mesin Plasman	4.15	8.3	7	84	29.05	348.6	58.1	697.2
Tempat Dudukan Motor	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	3.65	7.3	4	48	14.6	175.2	29.2	350.4
	Mesin Potong Listrik	Tempat Assembly	2.9	5.8	4	48	11.6	139.2	23.2	278.4
	Tempat assembly	Mesin Plasman	4.15	8.3	8	96	33.2	398.4	66.4	796.8
	Mesin Plasman	Gudang Bhn Stainless	1.65	3.3	4	48	6.6	79.2	13.2	158.4
	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	1.65	3.3	4	48	6.6	79.2	13.2	158.4
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	6	42	24.9	174.3	49.8	348.6
	Tempat assembly	Mesin Plasman	4.15	8.3	6	42	24.9	174.3	49.8	348.6
Pembuatan Poros penggerak	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	3.65	7.3	2	24	7.3	87.6	14.6	175.2
	Mesin Potong Listrik	Mesin Bubutan	1.85	3.7	2	24	3.7	44.4	7.4	88.8
	Mesin Bubutan	Tempat Assembly	3.8	7.6	3	36	11.4	136.8	22.8	273.6
Pembuatan Pipa Pengaduk	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	3.65	7.3	2	24	7.3	87.6	14.6	175.2
	Mesin Potong Listrik	Mesin Plasman	3.25	6.5	2	24	6.5	78	13	156
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	3	36	12.45	149.4	24.9	298.8
Tutup Penampung	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	1.65	3.3	6	72	9.9	118.8	19.8	237.6

Susu	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	3.65	7.3	5	60	18.25	219	36.5	438
	Mesin Potong Listrik	Mesin Plasman	3.25	6.5	2	24	6.5	78	13	156
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	5	60	20.75	249	41.5	498
<b>Jumlah</b>			<b>159.7</b>		<b>1272</b>		<b>417.8</b>	<b>4764.6</b>	<b>835.6</b>	<b>9529.2</b>

Tabel 2. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin Penepung Gula Semut

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Rangka Mesin	Gudang Bahan Baku II	Mesin potong Listrik	3.65	7.3	5	120	18.25	438	36.5	876
	Mesin Potong listrik	Las Karbit	0.75	1.5	8	192	6	144	12	288
	Las Karbit	Las Listrik	1.75	3.5	8	192	14	336	28	672
	Las Listrik	Tempat Assembly	1.9	3.8	8	192	15.2	364.8	30.4	729.6
	Tempat Assembly	Kompressor	4.65	9.3	1	24	4.65	111.6	9.3	223.2
Pembuatan Corong Masuk	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	1.65	3.3	9	216	14.85	356.4	29.7	712.8
	Mesin Plasman	Mesin Penekuk	2.5	5	16	384	40	960	80	1920
	Mesin Penekuk	Mesin Plasman	2.5	5	16	384	40	960	80	1920
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	16	384	66.4	1593.6	132.8	3187.2
Pembuatan Corong Keluar	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	1.65	3.3	8	192	13.2	316.8	26.4	633.6
	Mesin Plasman	Mesin Penekuk	2.5	5	6	144	15	360	30	720
	Mesin Penekuk	Mesin Plasman	2.5	5	6	144	15	360	30	720
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	6	144	24.9	597.6	49.8	1195.2

Pembuatan Pisau Penggiling	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	1.65	3.3	6	144	9.9	237.6	19.8	475.2
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	8	192	33.2	796.8	66.4	1593.6
Pemb. Rumah Pisau Penggiling	Gudang Bahan Baku Stainless	Mesin Plasman	1.65	3.3	12	288	19.8	475.2	39.6	950.4
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	10	240	41.5	996	83	1992
	Tempat Assembly	Mesin Penekuk	4.95	9.9	10	240	49.5	1188	99	2376
Pemb. Poros Penggiling	Gudang Bahan Baku II	Mesin potong Listrik	3.65	7.3	1	24	3.65	87.6	7.3	175.2
	Mesin Potong listrik	Mesin Bubutan	1.85	3.7	1	24	1.85	44.4	3.7	88.8
	Mesin Bubutan	Tempat Assembly	3.8	7.6	4	96	15.2	364.8	30.4	729.6
<b>Jumlah</b>			<b>120.3</b>		<b>3960</b>		<b>462.05</b>	<b>11089.2</b>	<b>924.1</b>	<b>22178.4</b>

Tabel 3. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin Pemotong Singkong

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Rangka Mesin	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	3.65	7.3	14	588	51.1	2146.2	102.2	4292.4
	Mesin Potong Listrik	Las Karbit	0.75	1.5	14	588	10.5	441	21	882
	Las Karbit	Mesin Las Listrik	1.8	3.6	12	504	21.6	907.2	43.2	1814.4
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	1.9	3.8	6	252	11.4	478.8	22.8	957.6
Pemb. Corong Masuk dan Body	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	7.75	15.5	8	336	62	2604	124	5208
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	8	336	33.2	1394.4	66.4	2788.8
	Tempat Assembly	Mesin penekuk	4.95	9.9	21	882	103.95	4365.9	207.9	8731.8

Penutup Pisau & Corong Keluar	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	7.75	15.5	6	252	46.5	1953	93	3906					
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	12	504	49.8	2091.6	99.6	4183.2					
	Tempat Assembly	Mesin penekuk	4.95	9.9	9	378	44.55	1871.1	89.1	3742.2					
	Mesin Penekuk	Mesin Las Listrik	3.35	6.7	3	126	10.05	422.1	20.1	844.2					
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	1.9	3.8	4	168	7.6	319.2	15.2	638.4					
	Tempat Assembly	Kompresor	4.65	9.3	1	42	4.65	195.3	9.3	390.6					
Pembuatan Poros Penggerak	Gudang Bahan Baku II	Mesin Potong Listrik	3.65	7.3	1	42	3.65	153.3	7.3	306.6					
	Mesin Potong Listrik	Mesin Bubut	1.85	3.7	1	42	1.85	77.7	3.7	155.4					
	Mesin Bubut	Tempat Assembly	3.8	7.6	4	168	15.2	638.4	30.4	1276.8					
<b>Jumlah</b>			<b>122</b>			<b>5208</b>		<b>477.6</b>		<b>20059.2</b>		<b>955.2</b>		<b>40118.4</b>	

Tabel 4. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin Pamarut Kelapa

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Rangka Mesin	Gudang Bahan Baku II	Mesin potong Listrik	3.65	7.3	8	96	29.2	350.4	58.4	700.8
	Mesin Potong Listrik	Las Karbit	0.75	1.5	8	96	6	72	12	144
	Las Karbit	Mesin Las Listrik	1.8	3.6	10	120	18	216	36	432
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	1.9	3.8	10	120	19	228	38	456
	Tempat Assembly	Kompressor	4.65	9.3	1	12	4.65	55.8	9.3	111.6
Pemb. Corong Masuk dan Keluar	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	7.75	15.5	9	108	69.75	837	139.5	1674
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	12	144	49.8	597.6	99.6	1195.2
	Tempat Assembly	Mesin Penekuk	4.95	9.9	16	192	79.2	950.4	158.4	1900.8
Pembuatan Poros Penggerak	Gudang Bahan Baku II	Mesin potong Listrik	3.65	7.3	1	12	3.65	43.8	7.3	87.6
	Mesin Potong Listrik	Mesin Bubutan	1.85	3.7	1	12	1.85	22.2	3.7	44.4
	Mesin Bubutan	Tempat Assembly	3.8	7.6	6	72	22.8	273.6	45.6	547.2
	Tempat Assembly	Mesin Drilling & Milling	6.1	12.2	6	72	36.6	439.2	73.2	878.4
	Mesin Drilling & Milling	Tempat Assembly	6.1	12.2	5	60	30.5	366	61	732
Pemb. Penutup Pisau	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	7.75	15.5	8	96	62	744	124	1488
	Mesin plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	12	144	49.8	597.6	99.6	1195.2
	Tempat Assembly	Mesin Penekuk	4.95	9.9	9	108	44.55	534.6	89.1	1069.2
<b>Jumlah</b>			<b>135.9</b>		<b>1464</b>		<b>527.35</b>	<b>6328.2</b>	<b>1054.7</b>	<b>12656.4</b>



Tabel 5. Frekuensi Perpindahan Bahan Pada Produk Mesin Pengupas Sabut Kelapa

Jenis Aktivitas	Dari	Ke	Jarak (m)		Frekuensi		Total Jarak (m)			
			Skala	Aktual	Perunit	Pertahun	Skala		Aktual	
							Perunit	Pertahun	Perunit	Pertahun
Pembuatan Rangka Mesin	Gudang bahan Baku II	Mesin potong listrik	3.65	7.3	15	180	54.75	657	109.5	1314
	Mesin Potong Listrik	Las Karbit	0.75	1.5	15	180	11.25	135	22.5	270
	Las Karbit	Mesin Las Listrik	1.8	3.6	8	96	14.4	172.8	28.8	345.6
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	1.9	3.8	9	108	17.1	205.2	34.2	410.4
Pemb. Tempat Keluar Sabut	Gudag Bahan Baku I	Mesin Plasman	7.75	15.5	8	96	62	744	124	1488
	Mesin Plasman	Tempat Assembly	4.15	8.3	7	84	29.05	348.6	58.1	697.2
	Tempat Assembly	Mesin Penekuk	4.95	9.9	16	192	79.2	950.4	158.4	1900.8
	Tempat Assembly	Mesin Las Listrik	1.9	3.8	4	48	7.6	91.2	15.2	182.4
Pemb. Tempat Pisau Pengupas	Gudang Bahan Baku I	Las Karbit	3.75	7.5	6	72	22.5	270	45	540
	Las Karbit	Drilling dan Milling	2.45	4.9	3	36	7.35	88.2	14.7	176.4
	Drilling dan Milling	Tempat Assembly	2.3	4.6	2	24	4.6	55.2	9.2	110.4
Pembuatan Pisau Pengupas	Gudang bahan Baku II	Mesin potong listrik	3.65	7.3	2	24	7.3	87.6	14.6	175.2
	Mesin Potong Listrik	Tempat Assembly	2.9	5.8	2	24	5.8	69.6	11.6	139.2
	Tempat Assembly	Mesin Las Listrik	1.9	3.8	8	96	15.2	182.4	30.4	364.8
Pemb. Poros Pisau pengupas	Gudang bahan Baku II	Mesin potong listrik	3.65	7.3	2	24	7.3	87.6	14.6	175.2
	Mesin Potong Listrik	Mesin Bubut	1.85	3.7	2	24	3.7	44.4	7.4	88.8

	Mesin Bubut	Tempat Assembly	3.8	7.6	6	72	22.8	273.6	45.6	547.2
	Tempat Assembly	Mesin Las Listrik	1.9	3.8	4	48	7.6	91.2	15.2	182.4
	Tempat Assembly	Drilling dan Milling	6.1	12.2	5	60	30.5	366	61	732
Pemb. Penutup Penahan	Gudang Bahan Baku I	Las Karbit	3.75	7.5	1	12	3.75	45	7.5	90
	Mesin Plasman	Bending Pipe	4.75	9.5	1	12	4.75	57	9.5	114
	Bending Pipe	Tempat Assembly	6.9	13.8	3	36	20.7	248.4	41.4	496.8
	Tempat Assembly	Mesin Las Listrik	1.9	3.8	2	24	3.8	45.6	7.6	91.2
	Las Listrik	Kompressor	2.75	5.5	1	12	2.75	33	5.5	66
Pemb. Dinding Pisau Depan	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	7.75	15.5	2	24	15.5	186	31	372
	Mesin Plasman	Mesin Penekuk	2.5	5	1	12	2.5	30	5	60
	Mesin Penekuk	Tempat Assembly	4.95	9.9	3	36	14.85	178.2	29.7	356.4
Pemb. Dinding Pisau Belakang	Gudang Bahan Baku I	Mesin Plasman	7.75	15.5	2	24	15.5	186	31	372
	Mesin Plasman	Mesin Las Listrik	5.75	11.5	1	12	5.75	69	11.5	138
	Mesin Las Listrik	Tempat Assembly	1.9	3.8	4	48	7.6	91.2	15.2	182.4
<b>Jumlah</b>			<b>111.75</b>	<b>223.5</b>	<b>145</b>	<b>1740</b>	<b>507.45</b>	<b>6089.4</b>	<b>1014.9</b>	<b>12178.8</b>