



RANCANG ULANG TATA LETAK FASILITAS DENGAN PENDEKATAN GROUP TECHNOLOGY UNTUK MEMINIMASI JARAK DAN WAKTU PENANGANAN ALIRAN MATERIAL di PT XYZ

THE DESIGN OF RE- LAYOUT OF FACILITY USING GROUP TECHNOLOGY TO MINIMIZE DISTANCE AND TIME OF FLOW MATERIAL HANDLING AT PT XYZ

Zaenal Arifin

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan Batam

Jl. Batu Aji Baru, Batam, Indonesia

Email : zaenal66@yahoo.com

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang elektronika. Dalam proses produksi di area Molding (End of line) masih dijumpai aliran material yang kurang efisien yaitu saat transfer material di area Molding, hal ini terjadi karena pengaturan tata letak mesin-mesin Molding yang kurang baik, dan belum tersusun sesuai dengan fungsinya. Total jarak terjauh yang harus ditempuh oleh seorang operator untuk memindahkan material selama proses di area Molding sejauh 150 meter dengan waktu transfer selama 7-8 menit. Frekuensi pemindahan material dalam satu shift rata-rata adalah 6 kali. Untuk itu perlu dilakukan pengaturan tata letak mesin agar penggunaan area lebih efektif dan efisien serta dapat mengurangi jarak dan waktu perpindahan material.

Selanjutnya untuk mengatasi masalah tersebut, maka penulis melakukan rancangan perbaikan layout mesin di area Molding dengan menggunakan pendekatan Group Technology (GT) yaitu dengan cara mengelompokkan mesin-mesin yang mirip menjadi satu sel sehingga pemecahan masalah tersebut dapat menghemat waktu dan tenaga.

Berdasarkan rancangan ulang layout mesin dengan pendekatan GT didapatkan total jarak terjauh yang harus ditempuh oleh seorang operator untuk memindahkan material selama proses di area molding berkurang dari 150.7 meter menjadi 87.1 meter dengan waktu transfer dari 278.72 detik menjadi 203.52 detik atau berkurang sebanyak 42.2%. Setelah dilakukan perbaikan layout, pekerjaan operator menjadi lebih ringan saat transfer material di area Molding, karena jarak transfer material menjadi lebih dekat dan waktu lebih singkat.

Kata kunci : Handlingmaterial, Tata letak, Molding, Jarak, Group Technology

ABSTRACT

PT. XYZ is a electronic company. In the production process of Molding (End of line) area still found less efficient material flow that is when the material transfer at Molding area, this happens because of the layout and Molding machines that are less good, and have not arranged according to function. Total farthest distance that must be taken by an operator to move the material during the process in the area Molding 150 meters with a time of transfer for 7-8 minutes. The frequency of material moving in one shift on average is 6 times. It is necessary to do arrangement layout in order to use area more effectively and efficiently and can reduce the distance and time of movement material.

Furthermore, to solve above problems, the authors do a layout design improvements in the Molding machine area by using Group Technology (GT) approach, that is a way to group similar machines into one cell thus solving the problem can save time and effort.

Based on the machine area re-layout with the GT approach, the result showed that total furthest distance that must be taken by an operator to move the material during molding process was reduced from 150.7 meters to 87.1 meters with a time of 278.72 seconds to transfer from 203.52 seconds or reduced by 42.2%. After re- layout, operator work becomes lighter when the transfer material in the Molding area, because the material transfer distance becomes closer and shorter time.

Keywords: material handling, layout, Molding, Distance, Group Technology

PENDAHULUAN

Tata letak fasilitas di area produksi akan sangat menentukan efektif dan efisiennya suatu proses produksi. Jika dalam suatu area produksi mampu mendesign tata letak fasilitasnya dengan benar maka dapat menghasilkan produk yang berkualitas dan *cycle time* yang tinggi. Namun juga sebaliknya, jika tata letak fasilitas di area produksi tidak didesign dengan benar maka akan menghasilkan produk yang berkualitas rendah dan menyebabkan proses produksi yang sangat lama. Hal ini tentunya akan merugikan perusahaan dan juga pelanggannya (Wignjosobroto, 2009).

PT. XYZ membagi kegiatan produksinya menjadi 3 Departemen, yaitu *Front of Line (FOL)*, *End of Line EOL* dan *Test Department*. Proses produksi perakitan IC dimulai dari Departemen FOL. Di area ini proses perakitan IC dilakukan mulai dari area *Wafer Back Grinding* sampai *3rd Optical*. Setelah selesai dari FOL, proses *manufacturing* selanjutnya dilakukan pada Departemen EOL, yang dimulai dari proses *Molding* sampai *Packing*. Dan terakhir adalah proses pengujian IC yang dilakukan di Departement *Test*.

Proses *Molding* adalah proses pengkapsulan *unit-unit IC* yang masih berupa *die* dan *wire* dengan menggunakan material *compound* sehingga menutupi bagian dalam IC tersebut. Dalam proses *Molding* material yang pertama masuk akan menjadi material yang pertama untuk diproses, sehingga material tersebut juga akan keluar dari area *Molding* sesuai dengan urutan masuknya, hal ini disebut sistem *First In First Out (FIFO)*.

Pada saat ini tata letak mesin di area *Molding* masih kurang bagus sehingga penggunaan area menjadi kurang efektif dan dapat menyebabkan timbulnya pemborosan transportasi (*waste transportation*) serta pemborosan waktu (*waste time*). Jarak terjauh yang harus ditempuh oleh seorang operator untuk memindahkan material dari *passing*

window ke mesin lalu memindahkan ke lokasi berikutnya sejauh 150 meter dengan waktu transfer selama kurang lebih 7-8 menit. Seet frekuensi pemindahan material dalam satu shift rata-rata adalah 6 kali, sehingga perlu dilakukan pengaturan tata letak mesin agar penggunaan area lebih efektif dan efisien serta dapat mengurangi jarak dan waktu perpindahan material.

Dari latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana rancangan ulang tata letak mesin *Molding* dengan pendekatan *Group Technology* yang dapat mengurangi jarak dan waktu perpindahan material.

Sedangkan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu untuk merancang ulang tata letak mesin *Molding* dengan pendekatan *Group Technology* yang dapat mengurangi jarak dan waktu perpindahan material sehingga dapat memberikan masukan kepada perusahaan bagaimana tata letak *area Molding* yang tepat dan dapat meminimasi jarak dan waktu perpindahan material.

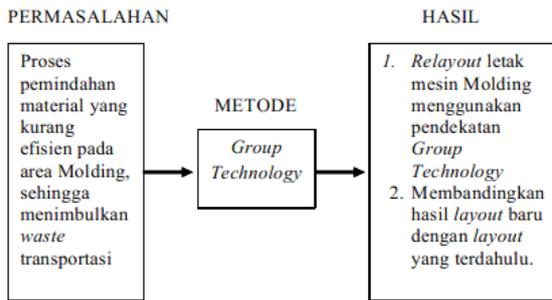
METODE PENELITIAN

Objek dari penelitian ini adalah area *Molding* pada departemen *End of Line* PT. XYZ, yaitu membahas tata letak mesin pada area tersebut yang kurang efisien, dimana kondisi saat ini mesin belum dikelompokkan berdasarkan produk atau *package* yang diproduksi.

Adapun model penelitian yang digunakan adalah mengevaluasi kondisi *layout* tata letak mesin pada area *Molding* saat ini dengan cara membandingkan *layout* lama dengan *layout* yang baru dengan menggunakan pendekatan *Group Technology* sehingga didapatkan suatu proses pemindahan material yang efisien.

Beberapa variabel yang ada dalam proses penelitian ini adalah:

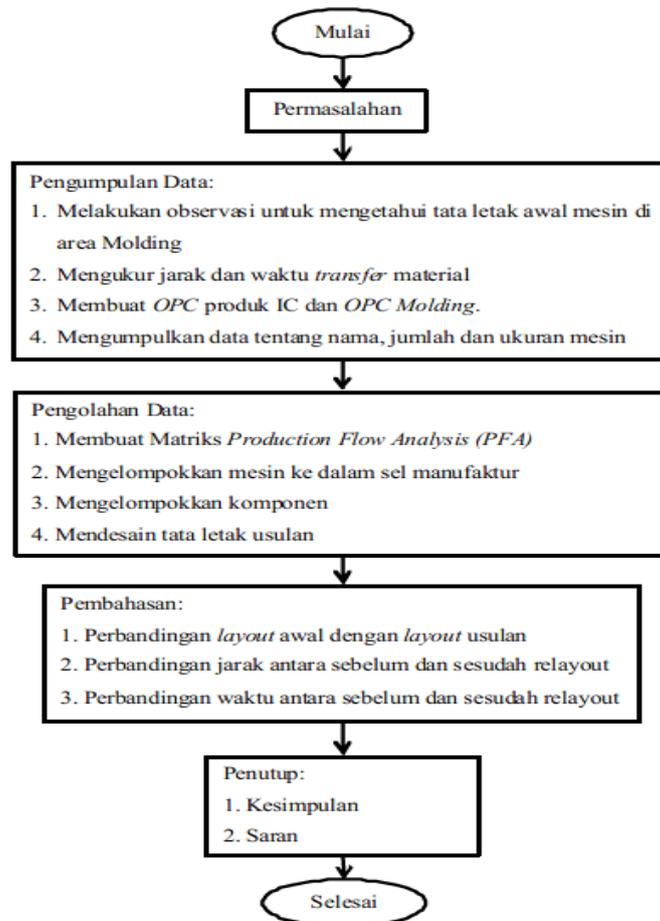
1. *Variabel dependent* yaitu variabel tetap yang dipengaruhi oleh variabel bebas: tata letak mesin *Molding*.
2. *Variabel independent* yaitu variabel bebas yang mempengaruhi variabel tetap: jarak, dan waktu



Gambar 1 Model Penelitian

permasalahan yang dihadapi yaitu penempatan mesin-mesin yang tidak diatur berdasarkan kelompoknya sehingga dapat menyebabkan penggunaan *material handling* yang tidak efisien. Dari pengamatan umum dihasilkan suatu data atau informasi yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan tersebut, hingga penetapan tujuan akhir yang menjadi dasar langkah-langkah penelitian ini, secara garis besar dapat digambarkan seperti pada gambar berikut ini:

Pada langkah penelitian digambarkan secara garis besar



Gambar 2. Langkah Penelitian

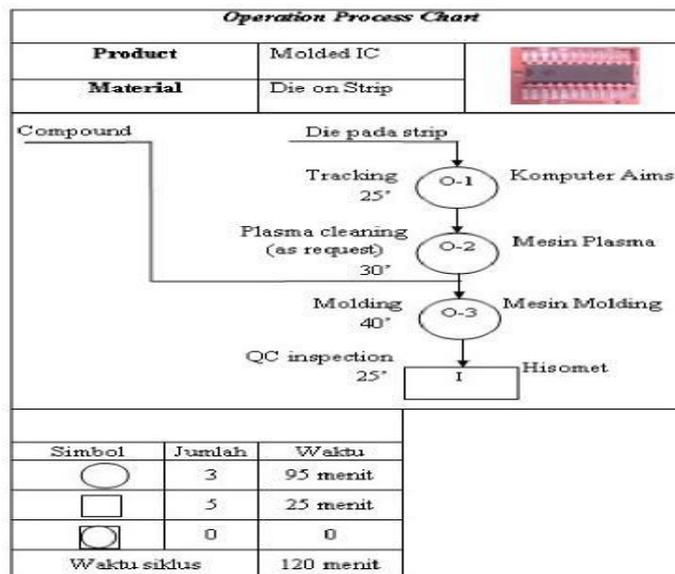
HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara *layout assembly, layout* PT. XYZ dibagi menjadi dua bagian yaitu *Front Of Line (FOL)* dan *End Of Line (EOL)* yang semuanya berada di lantai satu. Sedangkan area Test berada pada lantai dua dan lantai tiga.



Gambar 3. *Layout mesin Molding* saat ini

Operation Process Chart (OPC) atau peta proses operasi dalam proses pembuatan IC di PT. XYZ berjalan secara berurutan, dimulai dari area *Front Of Line (FOL)* sampai pada proses terakhir di area *End Of Line (EOL)*, sedangkan untuk area *Molding* sendiri dapat dilihat seperti gambar berikut ini:



Gambar 4. *OPC* di area *Molding*

Berdasarkan pengamatan lebih lanjut, didapatkan data tentang nama, jumlah dan ukuran mesin yang ada di area *Molding* seperti tertera pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Nama mesin di area *Molding*

No	Nama mesin	Jumlah	Ukuran (meter)
1	GP-ELF	2	1.55 X 2.52
2	ASM	3	1.65 X 3.72
3	GP-PRO	2	1.52 X 4.15
4	ASM TMOS	2	1.63 X 2.50

5	ASA-OMEGA 3.8	5	1.67 X 3.84
6	TRACKING	2	0.50 X 1.00
7	ASM OSPREY	1	1.66 X 1.10
8	ASM IDEAL 1	2	1.62 X 2.00
9	QC Table Hisomet	6	0.80 X 0.90
10	ASA-OMEGA PD	5	1.65 X 4.50
11	SEIKO	1	1.55 X 2.52
12	ASAHI	1	1.67 X 2.40
13	IDT	2	1.65 X 2.50
14	PLASMA B	1	1.00 X 1.70
15	PLASMA N	1	0.80 X 0.60
16	IN-ACTIVE M/C	5	-

Total Jumlah mesin/fasilitas 41

Data kedekatan jarak antar area diperlukan dalam analisa permasalahan yang ada. Jarak antar area sangat mempengaruhi proses pemindahan material. Dalam *OPC* pada gambar 4.4 ditunjukkan bahwa proses yang harus dilalui terdiri dari *Tracking*, *Plasma cleaning*, *Molding* dan *QC inspection*, sehingga jarak yang perlu diketahui adalah jarak dari masing-masing mesin ke area yang dilalui selama proses di *Molding*.

Aktivitas pada setiap area produksi dapat menentukan derajat kedekatan antar area, pada tabel berikut ini menunjukkan aktivitas produksi di setiap area pada proses *Molding*.

Tabel 2. Aktivitas produksi di area *Molding*

No	Area	Aktifitas
1	<i>Pass Window</i>	Tempat transaksi material dari FOL ke EOL (<i>Molding</i> area)
2	<i>Tracking</i>	Memasukkan data material yang akan di proses di area <i>Molding</i>
3	<i>Plasma cleaning</i>	Membersihkan <i>Leadframe</i> dari oksidasi sebelum di proses di mesin <i>Molding</i> (berdasarkan permintaan konsumen)
4	<i>Molding</i>	Proses pengkapsulan <i>IC</i> menggunakan <i>Compound</i>
5	<i>QC Buy off</i>	Pemeriksaan akhir untuk memastikan kualitas produk sebelum diproses di area berikutnya.

Adapun jarak perpindahan material yang harus dilalui operator selama proses di area *Molding* adalah sebagai berikut (meter):

1. Package QFP = PW-T2-Q1-QC = 32.8+53.5+26 = 112.3
2. Package SOIC-N = PW - T 1 - PN - S 1 - QC = 18+32.1+66+34.6 = 150.7
3. Package SOIC-B = PW - T 1 - PB - SB 1 - QC = 18+29.8+42.1+3.8 = 93.7
4. Package PLCC = PW-T2-PL-QC = 32.8+39.1+13.1 = 85
5. Package SSOP = PW-T2-SS-QC = 32.8+20.8+52.4 = 106

Sedangkan waktu perpindahan material yang harus ditempuh operator selama proses di area *Molding* adalah sebagai berikut (detik):

1. Package QFP = PW-T2-Q1-QC = 105+171.2+83.2 = 359.36
2. Package SOIC-N = PW-T1-PN-S1-QC = 57.6+102.7+211.2+110.7 = 482.24
3. Package SOIC-B = PW - T 1 - PB - SB 1 - QC = 57.6+95.4+134.7+12.2 = 299.84

4. Package PLCC = PW-T2-PL-QC = 105+125.1+41.9 = 272
5. Package SSOP = PW-T2-SS-QC = 105+66.6+167.7 = 339.3

Similarity Coefficient perlu dibuat matriks *Production Flow Analysis (PFA)* yang merupakan *routing* atau proses permesinan yang dilalui setiap komponen (Sodikin dkk. 2008). Kutipan matriks *PFA* dari hasil pengolahan data dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Matriks *Production Flow Analysis (PFA)*

Sebelum melakukan pengelompokan komponen dengan metode

Tabel 3. Kutipan Insiden Matriks *Production Flow Analysis*

Mesin Part	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17
P1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
P2	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
P3	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
P5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
P6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
P7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
P8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

Keterangan:

- M1 : Mesin QFP kelompok 1
- M2 : Mesin SOIC N kelompok 1
- M3 : Mesin SOIC N kelompok 2
- M4 : Mesin SOIC N kelompok 3
- M5 : Mesin PLCC
- M6 : Meja Tracker 1
- M7 : Mesin SOIC B kelompok 1
- M8 : Mesin SOIC B kelompok 2
- M9 : Meja pengecekan QC 1
- M10 : Meja pengecekan QC 2
- M11 : Mesin PDIP kelompok 1
- M12 : Mesin PDIP kelompok 2
- M13 : Mesin QFP kelompok 2
- M14 : Mesin QFP kelompok 3
- M15 : Mesin QFP kelompok 4
- M16 : Mesin QFP kelompok 4
- M17 : Mesin SSOP
- M18 : Plasma N
- M19 : Plasma B
- P1 : Package PDIP
- P2 : Package SOIC N
- P3 : Package SOIC B
- P4 : Package QSOP
- P5 : Package PLCC
- P6 : Package SSOP
- P7 : Package LQFP
- P8 : Package TQFP

Pengelompokan mesin

Pengelompokan mesin ini dilakukan dengan menggunakan metode *Algoritma Average Linkage Clustering (ALC)* atau metode koefisien kemiripan, kemiripan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kemiripan mesin berdasarkan proses yang dilaluinya. Hasil dari nilai koefisien kemiripan pengelompokan mesin dengan metode *ALC* tersebut terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Nilai koefisien kemiripan mesin

Ke Dui	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17
M1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0.17	1	1	0	0	0
M2	0	1	1	1	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M3	0	1	1	1	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M4	0	1	1	1	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M5	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0.33	0	0	0	0	0
M6	0	0	0	0	1	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
M7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M9	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.33	0	0	0	0	0	0	0
M10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.33	0.50	0.50	0	0	0
M12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17	0.17	0.33	0	0	0
M13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
M14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
M15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
M16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
M17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Setelah didapatkan nilai koefisien kemiripan, selanjutnya mencari nilai tertinggi dari matriks yang sudah dibuat dan digunakan untuk menggabungkan mesin berdasarkan kelompoknya. Jika dari hasil iterasi telah didapatkan nilai 0 untuk semua gabungan mesin, maka proses iterasi dihentikan.

Dari hasil iterasi atau penggabungan mesin, didapatkan 2 kelompok (sel) mesin seperti pada tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Pengelompokan mesin

From	To	M1, 13, 14,11,5,9,10,12,15	M2,3,4,16,6,7,8,17
M1, 13, 14,11,5,9,10,12,15		0.0	
M2,3,4,16,6,7,8,17			0.0

Pengelompokan komponen

Sama dengan pengelompokan mesin, pengelompokan komponen juga dilakukan dengan metode *ALC* dengan menggunakan data yang telah dirangkum pada matriks *PFA*. Hasil dari nilai koefisien kemiripan pengelompokan komponen dengan metode *ALC* tersebut terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Nilai koefisien kemiripan komponen

Ke Dari	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
P1		0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
P2			0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P4					0.20	1.00	0.17	0.33
P5						0.20	0.13	0.20
P6							0.17	0.33
P7								0.40
P8								

Setelah dilakukan perhitungan dengan cara iterasi dan telah didapatkan nilai 0 untuk semua gabungan komponen, maka didapatkan hasil penggabungan komponen menjadi 2 kelompok (sel) komponen seperti pada tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Pengelompokan komponen

Ke Dari	P1,5	P2,3
P1,5,4,6,7,8		0.00
P2,3		

1 (P1, P4, P5, P6, P7, P8) PD1, PD2, MPL, T2, MQ1, MQ2, MQ3, MQ4, SS
 2 (P2, P3) MS1, MS2, MS3, T1, MB1, MB2, QC1, QC2, PN, PB

Untuk menyempurnakan formulasi sel yang terbentuk, maka langkah berikutnya yaitu menggabungkan antara pengelompokan mesin dengan pengelompokan komponen ke dalam matriks persamaan. Setelah dilakukan penyatuan mesin dan komponen maka sel mesin dan sel komponen dapat disatukan berdasarkan mesin yang digunakan dalam proses pengerjaan komponen tersebut. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Pengelompokan mesin-komponen

Kelompok komponen	Mesin
-------------------	-------

Hasil pembentukan tata letak usulan ini didasarkan pada hasil pengelompokan mesin-komponen pada tabel 8, yang terdiri dari 2 buah sel, dengan penempatan mesin sebagai berikut:

- Sel 1 terdiri dari mesin-mesin *SOIC-N*, *SOIC-B*, *Tracking1*, *QC* dan *Plasma*.
- Sel 2 terdiri dari mesin-mesin *PDIP*, *PLCC* dan *Tracking2*, *QFP* dan *SSOP*.

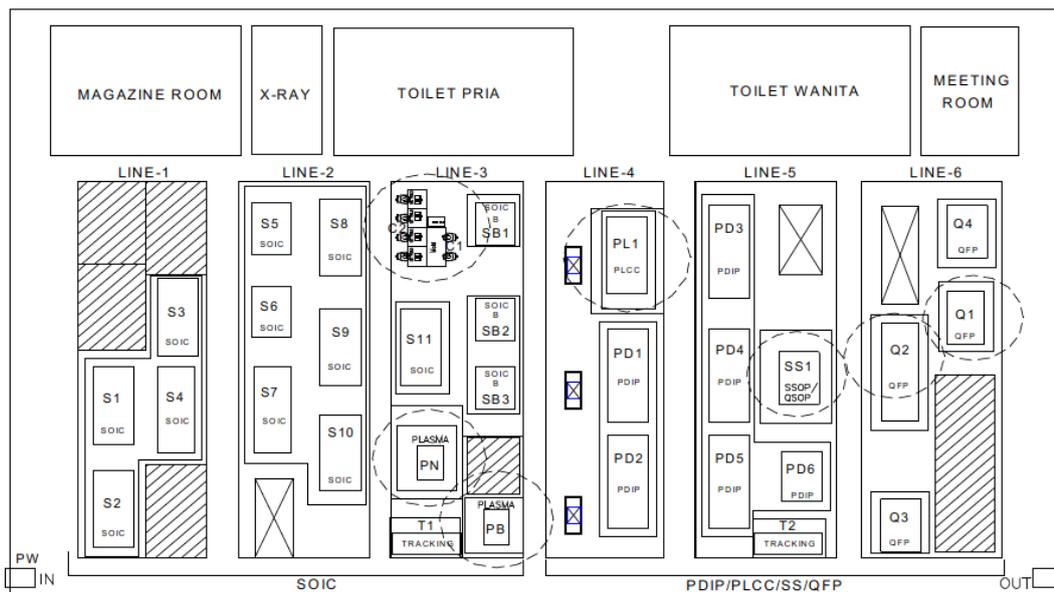
Pembuatan tata letak usulan dalam penelitian ini menggunakan tata letak jenis sel manufaktur. Berdasarkan tata letak usulan, terjadi perpindahan mesin Q1 dari line-1 ke line-6, mesin PL1 dari line-3 ke line-4, meja QC Mold dari line-4 ke line-3, mesin PN dan PB dari line-6 ke line-3, mesin Q2 dari line-5 ke line-6. Serta mesin lari line 6 ke line 5. Tata letak usulan ini memberikan pengurangan jarak dan waktu perpindahan material untuk satu kali proses seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 9. Jarak setelah relay layout (meter)

Ke Dari	T1	T2	PN	PB	Q1	S1	SB1	PL	SS	QC
PW	18.0	32.8								
T1			9.9	9.8						
T2					27.3			22.6	14.7	
PN						29.4				
PB							16.2			
Q1										39.0
S1										29.8
SB1										13.3
SS										47.5
PL										21.6

Tabel 10. Waktu setelah relay layout (detik)

Ke Dari	T1	T2	PN	PB	Q1	S1	SB1	PL	SS	QC
PW	57.6	105.0								
T1			102.7	95.4						
T2			55.4		171.2			125.1	66.6	
PN						211.2				
PB							134.7			
Q1										83.2
S1										110.7
SB1										12.2
SS										152.0
PL										41.9



Gambar 5. Desain usulan rancangan Fasilitas

Setelah diketahui jarak dan waktu perpindahan material baik sebelum ataupun sesudah perbaikan maka dapat dihitung pengurangan jarak dan waktu perpindahan material dengan membandingkan jarak dan waktu sebelum perbaikan dan dikurangi dengan jarak dan waktu sesudah perbaikan seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 11. Pengurangan jarak dan waktu perpindahan material

	Jarak (meter)					Waktu (detik)				
	QFP	SOIC-Non	SOIC-Bosch	PLCC	SSOP	QFP	SOIC-Non	SOIC-Bosch	PLCC	SSOP
Sebelum	112.30	150.70	93.70	85.00	106.00	359.36	482.24	299.84	272.00	339.20
Sesudah	99.10	87.10	57.30	77.00	95.00	317.12	278.72	183.36	246.40	304.00
Selisih	13.20	63.60	36.40	8.00	11.00	42.24	203.52	116.48	25.60	35.20
Persentase	11.75	42.20	38.85	9.41	10.38	11.75	42.20	38.85	9.41	10.38

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisa data, rancangan ulang tata letak mesin *Molding* dengan pendekatan *Group Technology* yaitu dengan terjadi perpindahan mesin Q1 dari line-1 ke line-6, mesin PL1 dari line-3 ke line-4, meja QC Mold dari line-4 ke line-3, mesin PN dan PB dari line-6 ke line-3, mesin Q2 dari line-5 ke line-6. Serta mesin SS dari line 6 ke line 5 dapat mengurangi jarak dan waktu perpindahan material, yaitu berkurang dari 150.7 meter menjadi 87.1 meter dengan waktu perpindahan material dari 278.72 detik menjadi 203.52 detik atau berkurang sebanyak 42.2%.

Saran

1. Adapun saran penulis berdasarkan pengamatan yang dilakukan untuk an membutuhkan waktu *transfer material* selama 6-8 menit
2. Setelah dilakukan *relayout* maka akan memperoleh jarak yang baru antara area *Molding* ke PMC yaitu 7 meter dan waktu *transfer material* selama 1 menit
3. Pekerjaan operator saat melakukan *transfer material* dari *Molding* ke PMC menjadi lebih mudah dan ringan, hal ini disebabkan karena jarak dan waktu *transfer material* yang semakin singkat

DAFTAR PUSTAKA

- Hadiguna, R. A. dan Setiawan, H. 2008. *tata letak pabrik*. Yogyakarta : Andi
- Permana, L. 2010. *Aplikasi Metode Group Technology Dalam Perancangan Tata Letak Fasilitas Usulan Di Lantai Pabrikasi CV. KOMIPA*. Bandung : Universitas Langlangbuana Bandung
- Purnomo, H. 2004. *Perancangan Tata Letak Fasilitas*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Sodikin, I., Winarni, Prasatya, N.J. 2008. *Penerapan Cellular Manufacturing System Dengan Menggunakan Algoritma Heuristic Similarity Coeficient Untuk Meminimasi Waktu Siklus Dan Biaya Material Handling* . Jurnal Teknologi 3 (1): 44-52
- Susetyo, J., Simanjuntak, R. A dan Ramos, J. M. 2010. *Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Pendekatan Group Technology Dan Algoritma Blocplan Untuk Meminimasi Ongkos Material Handling*. Jurnal Teknologi 3 (1): 75-84
- Wignjosoebroto, S. 2006. *Pengantar Teknik Dan Manajemen Industri*. Surabaya : Guna Widya
- Wignjosoebroto, S. 2009. *Tata Letak Pabrik Dan Pemindahan Bahan*. Surabaya : Guna Widya

