

# EVALUASI PERFORMANSI *FLOW MATERIAL* DAN PERANCANGAN SISTEM *MATERIAL HANDLING* DENGAN PENDEKATAN SIMULASI

Dessi Mufti

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta  
Jl. Gajah Mada No 19, Olo Nanggalo Padang 25143  
Telp. (0751) 7054257 Fax (0751) 7051341  
E-Mail : The\_sea\_60@yahoo.com

## Abstract

*The main purposes of the research are analyzing the production flow in existing condition, finding the model of material flow that will be used in machining process and deciding the appropriate material handling system. The analysis result from simulation model by using Arena software shows that the material flow shapes like U line and S line which is different from the arrival pattern of cycles of operator work and material transfer system. So, it is necessary to equalize the system and further, it is suggested to use two scenarios in arranging the operator (transporter) in work cycles. Decision making from the existing condition and suggested scenarios were done with an analytical hierarchy process and software expert choice methods. The chosen scenarios was first scenario with value of 46.2% and there were increase of volume and utilities and decrease of cycle time and the number of work in process. Finally, this thesis is recommended as a consideration reference for engineering department to arrange operator work priority in the resource, which has the highest work in process.*

*Keywords: Performance, material flow, simulation, analytical hierarchy process.*

## 1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya persaingan di era globalisasi pada saat ini mengakibatkan perusahaan-perusahaan bersaing untuk mengembangkan industrinya agar lebih efisien.

Dalam menjalankan usahanya, PT Federal Izumi Mfg (PT FIM) yang berada di kawasan Industri Menara Permai memproduksi 4 famili piston yaitu *Motor Cycle*, *Gasoline*, *Kubota* dan *Diesel*. Keempat family piston ini diproses melalui tiga tahapan mulai dari *Foundry-Machining-Visual*. Pada proses permesinan (machining process) PT FIM menggunakan *product layout*. *Flow material*nya berbentuk U-line dan S-line untuk memproduksi piston dengan sistem *make to order*. *Flow material* line produksi pada proses permesinan yang berbentuk U line digunakan sebanyak 8 line sedangkan *flow material* yang berbentuk S line yang digunakan sebanyak 2 line. Pada masing-masing line terdiri dari 12 buah mesin.

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Mengevaluasi performansi aliran material (*flow material*) pada proses *machining*, dengan pendekatan simulasi dengan menggunakan indikator output (volume produksi), *work in process*, minimum *Cycle Time* dan utilitas sistem.
2. Merancang sistem penanganan pemindahan material (*material handling*)

## 2. SIMULASI DAN AHP

Menurut Hiller & Lieberman (1990), simulasi dapat didefinisikan sebagai “teknik analisa yang mengimitasi *performance* dari sistem yang sebenarnya, dalam suatu lingkungan yang dikontrol untuk mengestimasi *performance* yang sesungguhnya dari sistem”.

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) dikembangkan oleh Prof. Thomas L. Saaty, guru besar matematika dari University of Pittsburgh pada tahun 1970. *Analytical Hierarchy Process* merupakan suatu alat bantu sistem pendukung keputusan yang digunakan untuk penyelesaian masalah

dengan multikriteria, dimana metode ini melakukan perbandingan *judgment* pengambil keputusan secara berpasangan pada setiap level hierarki keputusannya. Metode ini juga menetapkan bobot prioritas relatif dari setiap elemen keputusan yang merepresentasikan intensitas prioritas keputusan itu sendiri.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menyelesaikan permasalahan ini hal yang sangat utama adalah mengetahui aliran proses produksi kondisi *existing* dari produk *motorcycle* non Hi-Si pada proses *machining*.

Tahap evaluasi ini dilakukan dengan simulasi. Ada dua model *flow material* yang dijalankan saat ini yaitu *flow material* yang berbentuk U-line dan *flow material* yang berbentuk S-line. Kemudian dibuat model dasarnya dengan bantuan *software arena*. Model yang telah dibuat kemudian dilakukan proses validasi. Kajian ini didasarkan pada empat kriteria performansi yaitu utilitas *resource*, output, WIP dan *cycle time*.

Dari hasil kajian di atas, dilakukan perbaikan-perbaikan. Perbaikan dilakukan dengan menggunakan dua usulan yaitu prioritas operator untuk mendahulukan *resource* yang mempunyai WIP/*machining time* tertinggi dan skenario II (prioritas operator untuk mendahulukan *resource* yang mempunyai WIP/*machining time* tertinggi dan jarak yang terpendek). Dari hasil perbandingan kondisi awal dan kondisi usulan tersebut perlu dilakukan pemilihan terhadap kondisi yang terpilih berdasarkan *business planning* perusahaan. Pemilihan dilakukan dengan cara consensus. PT. FIM sebagai pengambil keputusan. Pembobotan dan pemilihan terhadap kondisi yang terpilih dilakukan dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan pengolahannya dengan menggunakan *software expert choice* versi 9.0.

Berdasarkan hasil pengukuran performansi model *flow material* dan perancangan *System material handling* akan dilakukan analisis dan interpretasi.

Tahap terakhir dari penelitian ini adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Pemodelan Kondisi Eksisting

Untuk mengetahui apakah model simulasi komputer yang dibangun telah dieksekusi sesuai dengan spesifikasi model, maka dilakukan langkah verifikasi. Model yang dibuat harus sesuai dengan *activity cycle diagram*. Bentuk model (aliran logika) yang dibuat dengan bahasa simulasi *Arena* versi 5.0.

#### 4.1.1. Aktivitas pada *Machining U Line*

Pada proses *machining* untuk U line ini menggunakan operator sebanyak 4 orang. Berikut aktivitas yang dilakukan oleh masing-masing operator:

Operator pertama mengerjakan proses *loading* untuk *guide bore roughing* (GBR), kemudian *loading* pada mesin untuk proses *center boss cutting*, selanjutnya *loading* pada mesin grafir, dan kembali lagi ke mesin *boring* untuk *unloading* sekaligus *loading* produk selanjutnya. Hasil proses GBR I ditempatkan pada shutter untuk diproses oleh operator ke-2. Produk akhir di *machining* pada proses stamping ditempatkan pada kereta piston.

Operator kedua melanjutkan proses GBR I pada proses *Rough Turning* (RT). Aktivitas pertama adalah *loading* proses RT dan kemudian *loading* pada mesin *turning* untuk proses *out diameter finish*, dan kembali ke proses RT untuk *unloading*. Hasil proses RT ditempatkan pada shutter untuk diproses selanjutnya pada proses *Guide Bore Finish* (GBF).

Operator ketiga memproses produk dari operator kedua pada mesin *boring*. Aktivitasnya adalah melakukan *loading* pada mesin *boring* untuk proses GBF, selanjutnya melakukan aktivitas *loading* pada proses *Pin Hole Roughing* (PHR), kemudian *loading* pada proses *Pin Hole Finish* (PHF) dan kembali ke proses GBF dan PHR untuk proses *unloading*. Produk dari proses PHR ditempatkan pada shutter untuk selanjutnya di proses oleh operator keempat.

#### 4.1.2. Aktivitas *Machining pada S Line*

Pada proses *machining* untuk S line ini menggunakan operator sebanyak 3 orang.

Berikut aktivitas yang dilakukan oleh masing-masing operator:

Operator pertama melakukan proses *loading* pada proses GBR, kemudian *loading* pada proses RT, *loading* pada proses GBF dan *loading* pada proses SFOD. Kemudian kembali ke proses GBR untuk *unloading* dan *loading* untuk produk berikutnya dan seterusnya. Produk setelah diproses SFOD ditempatkan pada polibox untuk dikirim ke operator kedua pada proses DOH. Operator pertama ini langsung sebagai material handlingnya.

Operator kedua melakukan proses *loading* pada proses DOH, kemudian *loading* pada proses RPH, RGF dan PHF. Kemudian kembali pada proses *unloading* DOH sekaligus *loading* untuk produk berikutnya. Pada akhir proses PHF operator membawa produk dalam polibox dan membawa ke operator ketiga.

Operator ketiga melakukan proses *loading* untuk pertama kalinya pada proses BN, selanjutnya sambil proses BN, melakukan proses *loading* pada proses ODF, *loading* pada CBC, dan *loading* pada Grafir. Kemudian melakukan *unloading* untuk proses BN sekaligus *loading* untuk produk berikutnya.

Untuk mendapatkan jenis/bentuk distribusi tersebut maka digunakan program pembantu yaitu Arena dengan *input analyzer*. Dengan bantuan program ini dapat diketahui distribusi apa yang paling mendekati masing-masing proses. Uji distribusi terhadap data dimaksudkan untuk mendeskripsikan pola variabel acak yang dimiliki oleh tiap jenis data event terjadinya proses, karakteristik kedatangan, pelayanan (proses) masing-masing memiliki jenis distribusi serta parameter nilai distribusi yang khas. Hasil pengujian distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1: Hasil uji distribusi waktu proses pengerjaan pada *Machining*

No	Process	Distribusi	Expression
1	GBR (U Line)	Konstan	Konstan(14'')
2	RT (U Line)	Konstan	Konstan(23'')
3	GBF (U Line)	Konstan	Konstan(23'')
4	PHR (U Line)	Konstan	Konstan(25'')
5	SFOD (U Line)	Uniform	Unif (26,28)

6	RGF (U Line)	Konstan	Konstan(20'')
7	DOH (U Line)	Konstan	Konstan(24'')
8	PHF (U Line)	Konstan	Konstan(26'')
9	ODF (U Line)	Uniform	Unif (21-22)
10	CBC (U Line)	Konstan	Konstan(10'')
11	STP (U Line)	Konstan	Konstan(10'')
12	GBR (S Line)	Konstan	Konstan(14'')
13	RT (S Line)	Expression	Tria (28.5,29.4,30.5)
14	GBF (S Line)	Konstan	Konstan(26'')
15	SFOD (S Line)	Konstan	Konstan(22'')
16	DOH (S Line)	Expression	25.5 + 3* Beta (0.6 , 0.573)
17	RPH (S Line)	Konstan	Konstan(31'')
18	RGF (S Line)	Konstan	Konstan (30'')
19	PHF (S Line)	Konstan	Konstan(25'')
20	BM (S Line)	Konstan	Konstan(28'')
21	ODF (S Line)	Konstan	Konstan(20'')
22	SBC (S Line)	Konstan	Konstan(12'')
23	GFR (S Line)	Konstan	Konstan(8'')

#### 4.1.3. Performansi Kondisi Eksisting

Ukuran performansi yang digunakan adalah volume produksi, *work in process*, *cycle time* dan *utilitas resource*. Dari hasil simulasi pada kondisi eksisting didapatkan *utilitas resource*, volume produksi, *cycle time* dan *work in process* seperti terlihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2: Performansi flow material kondisi eksisting U line dan S line

Ukuran Performansi	U Line	S Line
Utilitas ( % )		
GBR	40.70	25.47
RT	66.86	53.61
GBF	58.14	47.30
SOD	78.49	40.03
DOH	69.77	49.10
RPH	72.67	56.30
RGF	58.14	54.49
PHF	75.58	45.41
ODF	65.50	36.32
SBC	29.07	21.79
BM	-	50.85
STP	29.07	-
GFR	-	14.53
Work In Process	593 unit (2.03%)	511 unit (2.8%)
Volume Produksi (batch)	116	71.8

Dari tabel di atas terlihat bahwa utilitas *resource* masih jauh di bawah target perusahaan (90%). Begitu juga dengan volume produksi yang dihasilkan oleh U line dan S line sangat jauh berbeda. Pemilihan *flow material* hanya dengan berdasarkan

jumlah output tidak tepat karena sistem pemindahan material untuk U line dan S line berbeda. Uji yang dilakukan untuk melakukan perbandingan rata-rata antara output U line dengan S line dengan menggunakan Uji T dengan asumsi bahwa variansi kedua sampel sama. Hipotesa awal yang diuji adalah bahwa kedua populasi, darimana sampel diambil, mempunyai rata-rata yang sama.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k$$

Sedangkan hipotesa tandingannya adalah kedua populasi mempunyai mean yang tidak sama.

Output U line simulasi dan S line simulasi ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3: Jumlah output model untuk lima replikasi kondisi eksisting

Replikasi	U Line simulasi	S line simulasi
1	113	73
2	117	74
3	115	70
4	119	70
5	116	72
Rataan	116	71.8

Tabel 4.4: Hasil uji T untuk U line dan S line

	Uji T
T hitung	34.6
Df	8
T tabel	1.86

Hipotesa nol diterima jika nilai T hitung kurang atau sama dengan nilai T tabel. Dari Tabel 4.4 di atas dapat diketahui bahwa nilai T hitung lebih besar dari nilai T tabel. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesa nol ditolak, dan dinyatakan bahwa ada perbedaan rata-rata antara U line dengan S line.

Jumlah produk yang dihasilkan sangat signifikan jauh berbeda, sedangkan jenis produk yang diproduksi adalah sama yaitu piston Honda KfV. Agar pemilihan ini lebih tepat, maka kondisi atau sistem *material handling* untuk S line dibuat sama seperti U line. Pada Tabel 3.5 berikut digambarkan yang menjadi perbedaan antara sistem U dan S line.

Tabel 4.5: Perbedaan U line dan S line

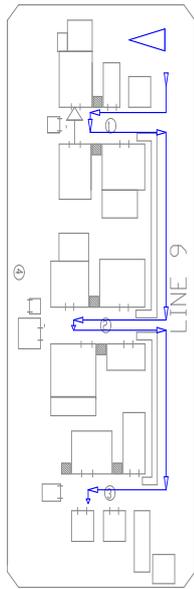
Kondisi riil	U line	S line	Tindakan
Arrival	Besar	Kecil	Arrival S disamakan dengan U
Siklus Kerja Operator	Kedekatan Jarak	Kedekatan jarak & kedekatan urutan proses	-
Jarak antar stasiun	Dekat	Jauh (4-5 m)	Jarak antar stasiun di rubah (1 m)
Batch	No batch	Ada batch	S line tanpa batch dg memakai shutter
Operator (org)	4	3	-
Mesin (unit)	11	12	-

Setelah kondisi/sistem *material handling* untuk S ini dirubah, kemudian dibandingkan kembali ukuran performansi antara U line dan S line. Perancangan terhadap kondisi eksisting untuk U line dan S line ini akan dibahas pada bagian berikutnya.

## 5. PERANCANGAN SISTEM MATERIAL HANDLING DAN ANALISIS HASIL

### 5.1. Perancangan Sistem Penanganan *Material Handling*

Setelah dilakukan pengukuran performansi untuk kondisi eksisting bahwa kedua *flow material* mempunyai sistem yang berbeda seperti pada Tabel 3.5. Dua perbaikan yang dilakukan adalah dengan menyamakan kedatangan pada U line dan S line serta merubah sistem pemindahan *material handling* pada S line sama seperti U line yaitu dengan memperpendek jarak antara stasiun kerja satu dengan stasiun kerja dua dan stasiun kerja dua dengan stasiun kerja tiga dan digunakan alat transfer material seperti pada U line yaitu shutter. Bentuk *flow material* dari S line (line 9) ini adalah seperti Gambar 5.1 berikut:



Gambar 5.1: *Flow material S line*

Dari kedua bentuk perubahan yang dilakukan pada S line dengan menggunakan *software* arena versi 5.0 seperti pada lampiran B, terlihat peningkatan output dan utilitas pada masing-masing *resource*.

Dari keempat ukuran performansi yang dipakai U line memiliki output, persentase WIP dan *cycle time* yang lebih bagus, sedangkan utilitas yang terbaik adalah dengan S line. Dengan kondisi ini, terdapat tiga performansi yang lebih baik dari empat performansi yang digunakan, alternatif/model yang terbaik adalah U line. Seperti yang sudah dijelaskan pada latar belakang bahwa selama ini sistem penanganan *material handling* tidak terlalu ditangani dengan baik. Operator tidak memperhatikan pekerjaan mana yang lebih dahulu harus dikerjakan, dan ini jika berlangsung dalam waktu lama tidak menutup kemungkinan akan terjadi peningkatan penumpukan material di beberapa titik/*resource*. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk pencapaian tujuan tersebut seperti dengan pengaturan prioritas pekerjaan yang harus dikerjakan oleh operator berdasarkan WIP tertinggi dan berdasarkan pada jarak terpendek. Ada beberapa skenario yang diusulkan pada U line, sehingga utilitas *resource* dapat ditingkatkan.

## 5.2. Perancangan Sistem Dengan Skenario Pertama

Skenario yang diusulkan adalah penentuan prioritas operator dalam menangani beberapa pekerjaan. Pada proses *machining* seorang operator mempunyai job pada beberapa mesin. Selama ini operator menjalankan job tersebut secara berurutan (mengikuti siklus tertentu).

Operator akan tetap melakukan pekerjaan sesuai siklusnya tanpa memperhatikan pada mesin mana terjadi penumpukan material yang tinggi. Jika kondisi seperti ini terjadi terus menerus tidak menutup kemungkinan material akan selalu menumpuk pada *resource* tertentu dan juga akan mempengaruhi panjangnya waktu proses pengerjaan tiap unit piston. Pada skenario ini diusulkan operator akan mendahulukan job pada mesin yang WIP atau *machining time* (waktu proses di mesin) nya tinggi, sehingga dapat memperkecil *cycle time*.

Dalam memodelkan pada kondisi eksisting prioritas tugas tersebut adalah sama. Pada skenario pertama ini dimodul pada arena prioritas diroboh dari prioritas *low* menjadi prioritas *high* untuk masing-masing operator (*transporter*).

## 5.2. Perancangan Sistem Dengan Skenario Kedua

Usulan/skenario yang kedua untuk perbaikan U line, yaitu dengan pengaturan prioritas pekerjaan pada *resource* yang WIP yang lebih tinggi dan prioritas pada jarak yang lebih pendek. Ide ini dapat dimunculkan sesuai dengan prioritas perusahaan yaitu untuk memperkecil *cycle time* dan meningkatkan jumlah *output* dan memperkecil pergerakan transporter.

Hasil running simulasi untuk kondisi eksisting dan kedua skenario adalah seperti pada Tabel 5.1 berikut:

Tabel 5.1 : Perbandingan performansi kondisi eksisting dan skenario I dan II

Performansi	Eksisting	Skenario I	Skenario II
Output	28188 unit (116 batch)	28480 unit (117.2 batch)	28577 unit (117.6 batch)
WIP	2.03%	1.8 %	2.09 %
Utilitas (%)			
GBR	40.70	47.23	47.47
RT	66.86	73.80	74.18
GBF	58.14	73.80	74.18
SOD	78.49	85.34	85.78
DOH	69.77	76.51	76.90
RPH	72.67	79.70	80.11
RGF	58.14	64.74	65.07
PHF	75.58	82.39	82.81
ODF	65.50	69.15	69.50
SBC	29.07	35.31	35.49
STP	29.07	35.31	35.49
Cycle time	134.09	133.32	134.04

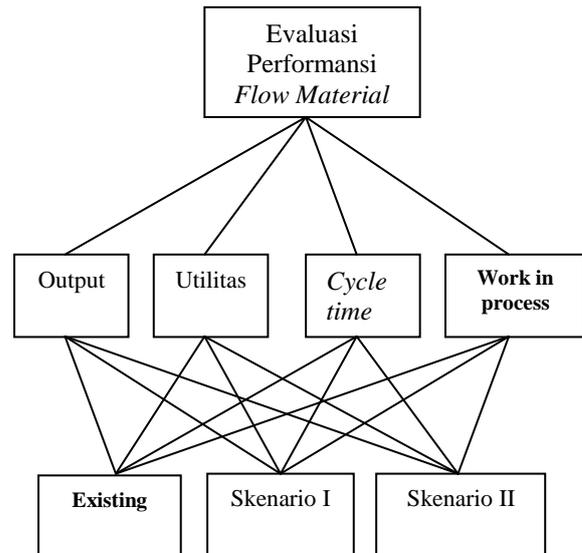
### 5.3. Analisis Pembobotan Performansi

Desain atau skenario *flow material* yang diusulkan perlu dievaluasi dengan cara membandingkan dengan kondisi *existing*. Evaluasi dilakukan dengan menerapkan metode AHP. Pada tahap ini dilakukan pemilihan pada kondisi awal (*existing*) dan usulan yang didasarkan pada *business plan* perusahaan.

Dalam menerapkan AHP terdiri beberapa langkah, yaitu: pembuatan struktur hirarki, penilaian perbandingan berpasangan, atau pembobotan pada tingkat kriteria alternatif yaitu sintesis. Langkah awal yang dibutuhkan adalah penentuan kriteria evaluasi yaitu:

1. Output (volume produksi)
2. Utilitas resource
3. *Work in process*
4. *Cycle time*

Setelah kriteria ditetapkan dilanjutkan dengan pembuatan struktur hirarki. Struktur hirarki ini akan membantu evaluator dalam memberikan penilaian. Adapun struktur hirarki evaluasi *flow material* dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut:



Gambar 5.1: Struktur Hirarki Performansi Evaluasi Flow Material

Penilaian perbandingan berpasangan diperoleh dari hasil kuesioner yang diisi oleh pihak departemen *engineering* sebagai pengambil keputusan terhadap evaluasi performansi *flow material*. Hasil kuesioner dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut:

Tabel 5.2: Hasil Pengisian Kuesioner Performansi *Flow Material*

Kriteria	Output	WIP	Utilitas	Cycle Time
Output		1/2	2	1/3
WIP	2		3	2
Utilitas	1/2	1/3		3
Cycle Time	3	1/2	1/3	

Proses penilaian perbandingan berpasangan atau pembobotan akan dilakukan dengan bantuan *software expert choice* versi 9.0.

Dari perhitungan *expert choice* didapatkan hasil pembobotan terhadap hasil pembobotan terhadap alternatif yang terpilih dan pembobotan performansi seperti pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 berikut:

Tabel 5.4: Hasil Pembobotan Kondisi *Existing*, skenario I dan II

Kondisi	Bobot
Existing	0.272
Skenario I	0.462
Skenario II	0.266

Tabel 5.8: Hasil Pembobotan Evaluasi Kriteria Performansi *Flow Material*

Performansi	Bobot
Cycle Time	0.448
WIP	0.283
Output	0.164
Utilitas	0.106

*Inconsistency Ratio* dari hasil pembobotan evaluasi performansi flow material adalah 0.03. Hasil pembobotan ini dikatakan konsisten karena nilai *Inconsistency Ratio* nya lebih kecil dari 0.1.

Alternatif yang terpilih berdasarkan bobot terbesar yaitu pada skenario I dengan bobot 0.462 atau 46.2% dan performansi yang memiliki bobot terbesar adalah *Cycle Time* yaitu sebesar 0.448 atau 44.8 %. Bobot terbesar menunjukkan bahwa pihak perusahaan harus memberikan perhatian lebih terhadap performansi yang memiliki bobot terbesar ini. Sehingga *Cycle Time* yang memiliki bobot terbesar ini harus diberi perhatian lebih oleh perusahaan.

#### 5.4. Evaluasi Usulan dan Existing

Alternatif yang terpilih adalah dengan menggunakan skenario I dengan bobot yang paling tinggi dari dua kondisi yang lainnya yaitu 0.462 atau 46.2%, serta performansi yang terbaik adalah performansi yang memiliki nilai *Cycle Time* yang terendah. Nilai *Cycle Time* dari kondisi existing berdasarkan Tabel 5.8 adalah 134.09, skenario I adalah 133.52 dan skenario II adalah 134.04 jam. *Cycle Time* merupakan waktu penyelesaian pembuatan produk dari awal sampai akhir proses *machining*.

Oleh karena itu untuk meningkatkan performansi yang dimilikinya, perusahaan sebaiknya memilih skenario I yaitu dengan cara mengatur prioritas tugas operator pada *resource* yang mempunyai *work in process* tertinggi. *Work in process* terjadi pada *resource* yang mempunyai waktu proses tinggi, diharapkan dengan memprioritaskan pekerjaan pada *resource* yang mempunyai waktu proses tinggi (mempunyai WIP tinggi) akan mengurangi *bottleneck* dan memperlancar sistem produksi sehingga akan dapat menurunkan *cycle time*.

## 6. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dari hasil analisis aliran produksi kondisi eksisting, perusahaan menerapkan dua bentuk *flow material* yaitu U line dan S line.
2. Dari kedua bentuk *flow material* yang ada, U line memiliki tiga performansi yang lebih baik dari empat performansi yang dipakai dalam penelitian ini yaitu Output, Utilitas, WIP, dan *Cycle Time*.
3. Performansi untuk U line diusulkan dapat diperbaiki dengan dua skenario, yaitu skenario I (prioritas operator untuk mendahulukan resource yang mempunyai WIP/*machining time* tertinggi) dan skenario II (prioritas operator untuk mendahulukan resource yang mempunyai WIP/*machining time* tertinggi dan jarak yang terpendek).
4. Dengan menggunakan *software expert choice* versi 9.0, didapatkan alternatif yang terpilih adalah skenario I dengan bobot 0.462 atau 46.2% serta pembobotan terhadap performansi *Cycle Time* 0.448, WIP 0.283, output 0.164, dan utilitas 0.106. Sehingga perusahaan harus memberi perhatian lebih pada penurunan *Cycle Time*. Sehingga perusahaan lebih tepat menggunakan skenario I untuk memperbaiki performansi yang dimiliki.
5. Perusahaan disarankan untuk menggunakan skenario I yaitu memperbaiki prioritas operator untuk mendahulukan *resource* yang mempunyai WIP/*machining time* tertinggi.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Andesta, Deny (2002), "*Evaluasi Relayout Dengan Menerapkan Konsep Manufacturing Cell dan Pendekatan Tool Simulasi*", Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri, FTI, ITS.
- Apple, James M.(1976), "*Material Handling System Design*", John Wiley & Sons, New York.

- Apple, James M, (1996), "Tata Letak Pabrik dan Pemandahan Bahan" ITB, Bandung.
- B. Pritsker A. Alan & O Reilly Jean J (1999) *Simulation wit Visual SLAM & AWESIM*, John Willey & sons.
- Chan, Felix T.S, "Using Simulation to Predict System Performance: A Case Study of an Electro-Phoretic Deposition Plant", (1995), *Integrated Manufacturing Systems Journal*, Volume: 6 Number: 5, pp 27-38
- Effendi Dan Winnoto (2001),"Evaluasi Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas dan Perpindahan Bahan dengan Simulasi", *Proceedings, Seminar Sistem Produksi V*.
- Geoffrey O. Okogbaa, Richard L. Shell and Gordon M. Clark (1994): "Modelling, Simulation and Analysis of an Automated Materials Handling System", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 24 No. 8, pp 15-32.
- Kelton, W. David, Sadowski, Randall P., Sadowski, Deborah A. (2002), "Simulation With Arena", McGraw-Hill, United States of Amerika
- Knoll Michael J and Heim Joseph A (2000), "Ensuring The Succesfull Adoption of Discrete Event Simulation In A Manufacturing Environment".