

# INOVASI PROSES DI SUATU INDUSTRI SANDAL

**Tandy Ivanno Handoyo**

Alumnus Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri - Universitas Kristen Petra

**Kriswanto Widiawan**

Dosen Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri - Universitas Kristen Petra

## ABSTRAK

Masalah yang akan dibahas adalah proses kerja pada lantai produksi di bagian jahit yang memberlakukan *line process system*. Proses ini menimbulkan kemacetan, keterlambatan, arus bolak-balik antar pekerja dan penumpukan material yang mengganggu produktivitas. Pada penelitian ini akan dilakukan inovasi proses pada sistem alur kerja dengan cara membentuk kelompok kerja. Ada dua ide alternatif kelompok kerja yang akan diuji, yaitu pengelompokan berdasarkan proses dan pengelompokan berdasarkan *line* utuh. Setelah terpilih ide alternatif terbaik, dilakukan keseimbangan lintasan dengan metode COMSOAL (*Computer Method of Sequencing for Assembly Lines*). Hasil penelitian menunjukkan ide terbaik adalah pengelompokan dengan *line* utuh. Setelah dilakukan keseimbangan lintasan, diperoleh peningkatan efisiensi sebesar 29,2% dibandingkan kondisi sebelum diterapkan keseimbangan lintasan.

Kata kunci: inovasi proses, keseimbangan lintasan.

## ABSTRACT

*The problem which will be discussed is assembly lines in the shop floor, especially in sewing department. This department used line process system, that arised problems such as process jam, delay, wasting time of workers and too much holding materials. This research introduced process innovation, i.e. forming work-groups among workers. There are two alternative ideas which will be assessed. First, work-groups by process. Second, work-groups by complete line. After choosing the best idea, then the process was followed up with line balancing method with COMSOAL (Computer Method of Sequencing for Assembly Lines). The result showed that the second idea (complete line work groups) is better than the first one. Efficiency improvement is 29.2 % compared by the efficiency before the application of line balancing.*

*Keywords: process innovation, line balancing.*

## 1. PENDAHULUAN

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah proses kerja pada lantai produksi di bagian jahit. Pekerja harus menunggu untuk mengambil tiap komponen dan menyetor kembali produk jadi ke gudang. Hal ini menyebabkan aliran produk tidak dapat dimonitor. Sistem ini juga menimbulkan kemacetan dan keterlambatan (*delay*) proses pada bagian pengepakan, karena proses yang satu dengan yang lain saling berkaitan. Terjadi juga aliran transportasi (bahan dan pekerja) yang tidak teratur.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan inovasi proses produksi pada sistem alur kerja di bagian jahit, dengan cara membentuk kelompok kerja. Setelah dilakukan pengujian untuk memperoleh ide terbaik, penelitian diteruskan dengan kajian keseimbangan lintasan menggunakan metode COMSOAL (*Computer Method of Sequencing for Assembly Lines*).

Adapun lingkup pembahasan dibatasi pada kondisi dan hal-hal berikut:

- Inovasi proses produksi yang diciptakan terbatas pada perbaikan proses kerja di bagian jahit atau kap saja.
- Produksi sandal dipilih hanya dalam 1 seri, yaitu ukuran 37, 38, 39, 40, 41, 42, dengan model sandal sama untuk semua produk.
- Tidak dilakukan tinjauan dari sudut pandang ergonomi dan kebutuhan estetika.
- Tidak dilakukan analisa biaya perancangan ulang (*relayout*).

## 2. PEMBANGKITAN IDE INOVASI

Sebelum diketengahkan ide inovasi, hal penting yang perlu dijelaskan mengenai kondisi awal perusahaan adalah sebagai berikut:

- Sistem gaji diberikan setiap hari, operator yang dapat mengerjakan di atas target akan mendapat bonus
- Tiap operator menguasai lebih dari 1 proses
- Fungsi gudang hanya sebagai transit, yaitu menerima dan menyerahkan tiap bagian sandal untuk dikerjakan oleh operator
- Jumlah operator 120 orang
- Jumlah mesin jahit ada 120 buah, yang terdiri dari 80 mesin jahit biasa dan 40 mesin jahit zigzag, dengan pembagian: mesin jahit biasa untuk proses: jahit 2 bagian perekat, jahit pinggir (kun) dan pasang kap, sedang mesin jahit zigzag untuk proses: jahit zigzag
- Mesin jahit biasa dan mesin jahit zigzag dapat diubah fungsinya

Ide inovasi yang akan dilakukan adalah membagi kelompok kerja yang baru berdasarkan dua pengelompokan:

### 2.1 Pengelompokan Berdasarkan Proses

Pengelompokan berdasar proses berarti dalam 1 kelompok hanya terdapat 1 proses, sehingga 1 kelompok tidak langsung menghasilkan produk jadi.

A A A A *	B B B B *	sampai proses	H	H	H	H	H	H *
1 2 3 4 5	6 7 8 9		115	116	117	118	119	120

Keterangan:

\* = jumlah orang yang menangani aktivitas tersebut, dapat diubah sesuai dengan waktu kerja proses tersebut, huruf = menunjukkan proses kerja dan angka = menunjukkan operator

### 2.2 Pengelompokan Berdasarkan *Line* Utuh

Pengelompokan berdasarkan *line* utuh berarti dalam 1 kelompok terdapat 8 proses yang langsung menghasilkan produk jadi.

A B C D E F G H

Keterangan: jumlah operator yang terlibat, disesuaikan dengan waktu kerja proses tersebut. Batasan-batasan dalam menetapkan ide inovasi yang akan dilakukan:

- Tiap pekerja dapat mengerjakan lebih dari satu proses dengan kemampuan yang sama.

- Tidak dibatasi oleh perbandingan jumlah mesin jahit biasa dan zigzag.
- Tingkat kemampuan (*skill*) tiap kelompok kerja dipilih yang sama.
- Kuesioner diisi oleh pihak manajemen dan operator (pekerja).

### 3. PEMILIHAN IDE INOVASI

Tabel 1 menampilkan matriks penentuan kriteria prioritas dan bobot melalui hasil kuesioner oleh 5 orang manajemen dan 15 orang *operator*, yang masing-masing menentukan tiga pilihan utama dalam hal kriteria. Penetapan bobot 50% untuk manajemen dan 50% untuk *operator* merupakan kesepakatan dengan pihak manajemen perusahaan. Melalui kuesioner pemilihan ide (ditetapkan nilai dari 1-5 untuk mendapatkan *rating*) yang diisi oleh 5 orang pihak manajemen dan 15 orang *operator* (pekerja), akan dihasilkan ide terbaik dengan mengalikan *rating* dengan bobot masing-masing kriteria. Lihat Tabel 2.

**Tabel 1. Matriks Penentuan Kriteria Prioritas dan Bobot**

No	Kriteria Pilihan	Responden M=Manajemen, O=Operator		Persentase Bobot (%)	Ranking Kriteria Prioritas
		M (50 %)	O (50 %)		
1	Produktivitas	5	10	<b>27.78</b>	<b>1</b>
2	Keleluasaan	-	2	2.22	8
3	Pengawasan	2	1	7.78	6
4	Kualitas akhir	3	6	<b>16.67</b>	<b>3</b>
5	Keamanan kerja	-	3	3.33	7
6	Efisiensi	4	8	<b>22.22</b>	<b>2</b>
7	Kondisi fisik	-	8	<b>8.89</b>	<b>5</b>
8	Penempatan kerja	-	1	1.11	9
9	Perawatan mesin	-	-	-	10
10	Kerjasama tim	1	6	<b>10</b>	<b>4</b>
TOTAL		60		100	

**Tabel 2. Matriks Pemilihan Ide**

No	Kriteria	Skor Pilihan Ide	
		Ide 1 Skor 1-5	Ide 2 Skor 1-5
1	Produktivitas	3.2	4.15
2	Efisiensi	3.2	4.25
3	Kualitas Akhir	2.8	3.65
4	Kerjasama Tim	2.55	4.3
5	Kondisi fisik	2.85	4.25

**Keterangan:**

Skor 1 = sangat rendah

Skor 2 = rendah

Skor 3 = cukup

Skor 4 = tinggi

Skor 5 = tinggi sekali

Tabel 2 dipakai untuk mendapatkan rata-rata skor atau rata-rata nilai (*rating*) dengan skor 1 untuk terendah dan 5 tertinggi. Dari Tabel 2 tampak skor ide 2 untuk semua kriteria memiliki keunggulan dari ide 1. Selanjutnya skor ini dikalikan dengan bobot pada Tabel 1 untuk memperoleh pilihan ide terbaik. Lihat Tabel 3.

**Tabel 3. Matriks Peringkat Ide**

Kriteria Prioritas	Bobot	Konsep-Konsep			
		Ide 1		Ide 2	
		Rating	Nilai x Bobot	Rating	Nilai x Bobot
Produktivitas	27.78	3.2	0.8889	4.15	1.1529
Efisiensi	22.22	3.2	0.7110	4.25	0.9444
Kualitas akhir	16.67	2.8	0.4667	3.65	0.6085
Kerjasama tim	10	2.55	0.2550	4.3	0.4300
Kondisi fisik	8.89	2.85	0.2533	4.25	0.3778
Nilai Total			2.5749		3.5136
Tingkatan			2		1
<b>Keputusan ?</b>			<b>Tidak</b>		<b>Dikembangkan</b>

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa ide 2 merupakan ide terbaik dan akan dikembangkan lebih lanjut menuju pembentukan kelompok kerja.

#### 4. PENGEMBANGAN IDE TERBAIK

Pertama-tama akan dilakukan perhitungan Waktu Standar ( $W_s$ ) untuk proses ide 2. Dengan menghitung  $W_s$  dapat diperkirakan *output* setiap harinya. Setelah itu dapat dibentuk kelompok kerja untuk proses ide 2. Tujuannya adalah untuk menghasilkan komposisi jumlah *operator* dalam satu kelompok dengan metode keseimbangan lintasan menggunakan metode COMSOAL.

**Tabel 4. Waktu Standar ( $W_s$ ) dari Tiap Proses**

No	Proses	Waktu Normal (detik)	Allowance (detik)	$W_s$ (detik) 1 sandal	$W_s$ (detik) 1 pasang
1	Jahit 2 bagian perekat	17.8525	0.12	20.2869	40.5738
2	Pengeleman <i>outsol</i> dan <i>insol</i>	6.1140	0.13	7.0276	14.0551
3	Jahit pinggir (kun)	3.4301	0.14	3.9885	7.9770
4	Jahit zigzag	11.608	0.11	14.2165	28.4331
5	Pasang kap	10.3924	0.14	12.0816	24.1683
6	Finishing (lem dan jahit label)	8.8369	0.14	10.2754	20.5509
7	Inspeksi	4.4363	0.11	4.9846	4.9846
8	Packing	22.7968	0.11	25.6144	51.2288

Sementara itu pengukuran waktu kerja dilakukan dengan menggunakan jam henti dan diambil sebanyak 20 data serta dites kenormalan, keseragaman dan kecukupan datanya.

Ternyata semua tes berhasil dilewati dengan baik. Data  $W_s$  untuk setiap proses ditunjukkan pada Tabel 4 di atas. Pada perhitungan di atas, proses inspeksi dilakukan untuk 1 pasang sandal. Dengan demikian diketahui bahwa proses jahit 2 bagian perekat mempunyai waktu standar 40.5783 detik.

#### 4.1 Kondisi Awal Sebelum Dilakukan Keseimbangan Lintasan

Berikut ini akan ditunjukkan perhitungan *Balance Delay* dan Efisiensi Lintasan Kondisi Awal dengan mengambil hasil pengukuran pada Tabel 5.

**Tabel 5. Kebutuhan Operator pada Kondisi Awal**

No. Aktivitas	Aktivitas	Te (detik)	Jumlah Operator (orang)
1	Jahit 2 bagian perekat	40.58	1
2	Pengeleman <i>outsol</i> dan <i>insol</i>	14.05	1
3	Jahit pinggir (kun)	7.98	1
4	Jahit zigzag	28.43	1
5	Pasang kap	24.17	1
6	Finishing (lem dan jahit label)	20.55	1
7	Inspeksi	4.98	1
8	Packing	51.23	1
	Total		8

#### Keterangan:

$T_e$  = waktu yang dibutuhkan oleh *operator* untuk mengerjakan komponen pekerjaan yang terkecil,  $n = 8$  stasiun kerja,  $T_c = 51.23$  detik,  $T_{wc} = 191.98$  detik,  $d = \frac{(8 \times 51.23) - 191.98}{8 \times 51.23} = 0.5316 = 53.16\%$  dan  $E = 1 - 0.5316 = 0.4684 = 46.84\%$

#### Waktu Siklus Produksi Sandal Bagian Kap

Target produksi per hari (7 jam kerja/hari) untuk tiap proses pembuatan sandal bagian kap adalah 507 unit (7600 unit dikerjakan oleh 15 kelompok yang masing-masing terdiri dari 8 *operator*).

$$T_c = \frac{7 \times 3600}{507} = 49.70 \text{ detik}$$

#### Penentuan Waktu Siklus yang Diambil

$$T_c = 49.70, T_{wc} = 191.98 \text{ dan } N_{min} = \frac{191.98}{49.70} = 3.86 (\approx 4 \text{ buah stasiun kerja})$$

#### Perhitungan Balance Delay Sebelum Dilakukan Keseimbangan Lintasan

Dengan 8 stasiun kerja diharapkan setiap 49.70 detik ada 1 unit yang dihasilkan. Namun karena waktu proses *packing* sebesar 51.23 detik, maka setiap 51.23 detik baru dihasilkan 1 unit produk. Diberikan alternatif penambahan 1 orang *operator*. Perhitungan *balance delay* dan efisiensi lintasan dapat dihitung sebagai berikut:

$$d = \frac{[(8 \times 49.70) - 191.98] + (49.70 - 51.23)}{(8 \times 49.70)} = 0.5133 = 51.33 \%$$

$$E = 1 - 0.5133 = 0.4867 = 48.67 \%$$

#### 4.2 Kondisi Setelah Dilakukan Keseimbangan Lintasan

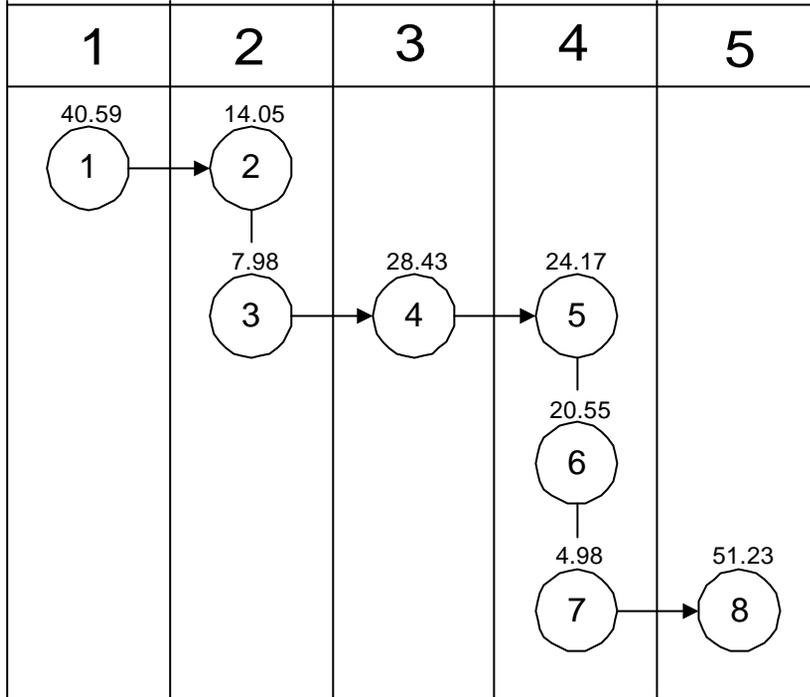
Dalam upaya melakukan keseimbangan lintasan, dilakukan pengelompokan operasi kerja dalam stasiun kerja dengan Metode COMSOAL (*Computer Method of Sequencing for Assembly Lines*). Tujuannya adalah agar setiap stasiun kerja memperoleh beban kerja yang sama dengan stasiun kerja yang lain. Tabel 6 dan Gambar 1 memperlihatkan bagaimana kondisi baru dalam proses kerja yang diusulkan. Perhitungan *Balance Delay* dan Efisiensi Lintasan Setelah Dilakukan Keseimbangan Lintasan Produksi ditunjukkan sebagai berikut.

$$d = \frac{[(5 \times 49.70) - 191.98] + (49.70 - 51.23)}{(5 \times 49.70)} = 0.2213 = 22.13 \%$$

$$E = 1 - 0.2213 = 0.7787 = 77.87 \%$$

**Tabel 6. Pengelompokan Operasi-Operasi Kerja Ke dalam Stasiun Kerja**

Stasiun Kerja	No. perasi Kerja	Te (detik)	Jumlah Te (detik)	Jumlah Kum Te (detik)	Idle Time (detik)	Idle Time (%)
1	1	40.59				
Cycle Time =			40.59	40.59	9.11	18.33
2	2	14.05				
	3	7.98				
Cycle Time =			22.03	62.62	27.67	55.67
3	4	28.43				
Cycle Time =			28.43	91.05	21.27	42.79
4	5	24.17				
	6	20.55				
	7	4.98				
Cycle Time =			49.70	140.75	0.00	0.00
5	8	51.23				
Cycle Time =			51.23	191.98	48.17	48.46



Gambar 1. Pengelompokan Operasi-Operasi Kerja dalam Stasiun Kerja

### 4.3 Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah Dilakukan Keseimbangan Lintasan

Dari Tabel 7 terlihat bahwa pembentukan keseimbangan lintasan dengan COMSOAL dapat menurunkan *balance delay* sebesar 29.20%. Secara otomatis terjadi pengefisienan lintasan sebesar 29.20 %.

Tabel 7. Hasil Perbandingan Sebelum dan Sesudah Dilakukan Keseimbangan Lintasan Produksi

	Sebelum	Sesudah	Naik/Turun
Stasiun Kerja (buah)	8	5	- 3
Balance Delay (%)	51.33	22.13	- 29.20
Efisiensi Lintasan (%)	48.67	77.87	+29.20
Jumlah Operator (orang)	9	6	- 3

### 4.4 Pengembangan Pembentukan Kelompok Kerja

Dua alternatif pengembangan kelompok akan dijelaskan melalui Tabel 8 berikut ini:

**Tabel 8. Alternatif Pengembangan Kelompok Kerja**

<b>Kondisi Awal Perusahaan</b>	
Jumlah operator = 120 orang Jumlah mesin = 120 mesin • 80 buah mesin jahit biasa • 40 mesin jahit zigzag Target produksi = 7600 pasang sandal/hari	
<b>Alternatif 1</b>	<b>Alternatif 2</b>
<b>Mengoptimalkan Jumlah Mesin</b>	<b>Mengoptimalkan Jumlah Operator</b>
Dengan 6 orang operator pada tiap kelompok berarti akan ada 20 kelompok kerja, sehingga akan terpakai 60 mesin jahit biasa dan 20 mesin jahit zigzag.	Akan terbentuk 20 kelompok kerja yang terdiri dari 6 orang operator pada tiap kelompok, sehingga terpakai 60 mesin jahit biasa dan 20 mesin jahit zigzag.
Keputusan: diberikan penambahan 10 kelompok lagi agar 40 buah mesin jahit biasa dan zigzag dapat terpakai seluruhnya.	Keputusan: jumlah operator yang ada telah dimanfaatkan secara optimal.
☛ Resiko: ada penambahan jumlah operator sebanyak 60 orang	☛ Resiko: akan ada 40 mesin jahit (biasa dan zigzag) yang akan menganggur.

Peningkatan jumlah produksi yang akan diperoleh:

- Alternatif 1: 30 kelompok x 507 = 15210 pasang sandal/hari
- Alternatif 2: 20 kelompok x 507 = 10140 pasang sandal/hari

Pemilihan alternatif yang akan dipakai bersifat independen, tergantung pada tujuan yang ingin dicapai oleh perusahaan.

#### 4.5 Peninjauan Ulang Pemilihan Kriteria

Jika pada ide 1 ditinjau produktivitasnya, maka dapat dihitung:

Proses kerja dengan *output* terbesar merupakan produk yang dapat dihasilkan per hari =  $\frac{7 \times 60 \times 60}{1.615} = 15167.018 = 15167$  unit produk / hari

Karena satuan dari produktivitas dan kinerja lain berbeda maka perlu menormalkan rata-rata skor (*rating*) pada matriks pemilihan ide (lihat Tabel 9-12).

**Tabel 9. Perhitungan *Output* yang Dihasilkan pada Proses Ide 1**

Proses Kerja	Ws (detik)	(%) $W_{S_i}/W_{S_{total}}$	Kebutuhan <i>Operator</i> Tiap Proses Kerja (orang) (P)	<i>Output</i> yang dihasilkan (detik/pasang) Ws/P
1	40.5738	0.21135	$120 \times 0.21135 = 25.36 \approx 25$	1.6230
2	14.0551	0.73214	$120 \times 0.73214 = 8.79 \approx 9$	1.5617
3	7.9770	0.04155	$120 \times 0.04155 = 4.99 \approx 5$	1.5954
4	28.4331	0.14811	$120 \times 0.14811 = 17.77 \approx 18$	1.5796
5	24.1683	0.12590	$120 \times 0.12590 = 15.11 \approx 15$	1.6112
6	20.5509	0.10705	$120 \times 0.10705 = 12.85 \approx 13$	1.5808
7	4.9846	0.02597	$120 \times 0.02597 = 3.12 \approx 3$	1.6615
8	51.2288	0.26690	$120 \times 0.26690 = 32.03 \approx 32$	1.6009

**Tabel 10. Penormalan *Rating* pada Ide1 dan Ide 2**

Kriteria Pilihan	Penormalan Rating Ide 1	Penormalan Rating Ide 2
Produktivitas	$15167/25307 = 0.599$	$10140/25307 = 0.401$
Efisiensi	$3.2/(3.2+4.25) = 0.430$	$4.25/(3.2+4.25) = 0.570$
Kualitas akhir	$2.8/(2.8+3.65) = 0.434$	$3.65/(2.8+3.65) = 0.566$
Kerjasama tim	$2.55/(2.55+4.3) = 0.372$	$4.3/(2.55+4.3) = 0.628$
Kondisi fisik	$2.85/(2.85+4.25) = 0.401$	$4.25/(2.85+4.25) = 0.599$

**Tabel 11. Perhitungan Kenormalan *Rating* pada Pemilihan Ide 1**

No	Kriteria Pilihan	Rata-Rata Skor ( <i>rating</i> )	Persentase Bobot (%)	Rata-Rata Skor x Bobot
1	Produktivitas	0.599	27.78	0.1634
2	Efisiensi	0.430	22.22	0.0955
3	Kualitas akhir	0.434	16.67	0.0723
4	Kerjasama tim	0.372	10	0.0372
5	Kondisi fisik	0.401	8.89	0.0356
<b>TOTAL</b>				<b>0.4040</b>

**Tabel 12. Perhitungan Kenormalan *Rating* Pada Pemilihan Ide 2**

No	Kriteria Pilihan	Rata-Rata Skor ( <i>rating</i> )	Persentase Bobot (%)	Rata-Rata Skor x Bobot
1	Produktivitas	0.401	27.78	0.1093
2	Efisiensi	0.570	22.22	0.1267
3	Kualitas akhir	0.566	16.67	0.0944
4	Kerjasama tim	0.628	10	0.0628
5	Kondisi fisik	0.599	8.89	0.0533
<b>TOTAL</b>				<b>0.4465</b>

Dari hasil perhitungan secara produktivitas di atas, dapat disimpulkan bahwa ide yang akan dikembangkan adalah ide ke 2. Hal ini juga sudah ditunjukkan pada tahap pemilihan ide melalui hasil kuesioner yang menghasilkan ide yang sama, yaitu ide ke 2.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan matriks peringkat ide dan perhitungan produktivitas dapat disimpulkan bahwa konsep ide 2 merupakan konsep ide terbaik dan akan dikembangkan menuju perhitungan *Ws* untuk pembentukan kelompok kerja. Setelah dilakukan penerapan keseimbangan lintasan produksi, terjadi pengurangan jumlah stasiun kerja dari 8 buah menjadi 5 buah dan pengurangan jumlah operator dalam satu kelompok dari 9 orang menjadi 6 orang. Selain itu juga terjadi peningkatan efisiensi sebesar 29.20 %.

Ketergantungan antar stasiun kerja yang satu dengan yang lain sangat erat, sehingga keterlambatan penyelesaian operasi kerja dari suatu stasiun kerja akan mempengaruhi penyelesaian operasi kerja pada stasiun kerja yang lain dan keseluruhan proses produksi.

Untuk itu kelancaran proses produksi dapat diusahakan dengan mengatur beban kerja dalam setiap stasiun agar berimbang. Perlu penelitian lebih mendalam mengenai hasil pengembangan pembentukan kelompok kerja dan perbaikan Tata Letak Pabrik dengan dibentuknya sistem kelompok ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bray, Stewart, 1995. *Total Innovation*. London: Biddles Ltd, Guildford and King's Lynn.
- Buffa, Elwood S., 1991. *Manajemen Produksi/Operasi*. Edisi ke-7. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Elsayed, Elsayed A., O. Boucher, Thomas, 1994. *Analysis and Control of Production System*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Prentice-Hall International, Inc.
- Graves, Stephen C. and Holmes, Carol A., 1987. *Equipment Selection and Task Assignment for Multiproduct Assembly System Design*. Cambridge.
- Gunawan, 1997. *Manajemen Inovasi*. Surabaya: Universitas Surabaya.
- Igel, Barbara, 1996. *Innovation Management*. Lecture Notes pada School of Management, Asian Institute of Technology, Bangkok.
- Maynard, H.B., 1971. *Industrial Engineering Handbook*. New York: Mc. Graw Hill Book Company.
- Saywer, J.F.H., 1970. *Line Balancing: Modern Aids to Production Management*. The Machinery Publishing Co, Ltd., London.
- Sutalaksana, Iftikar Z, et al., 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Ulrich, Karl T., Eppinger, Steven D., 1995. *Product Design and Development*. Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 1989. *Teknik Tata Cara dan Pengukuran Kerja*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Wignjosoebroto, Sritomo, 1990. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Handoyo, Tandy Ivanno, 1996. *Inovasi Proses di Industri Sandal*. Skripsi Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra, Surabaya.