

# PERBAIKAN SISTEM PRODUKSI DI PT. X DENGAN MEMPERHATIKAN LINTASAN PERAKITAN DAN TATA LETAK FASILITAS

Helmi Indra Purnomo<sup>1)</sup>, Julius Mulyono<sup>2)</sup>, Anastasia Lidya Maukar<sup>2)</sup>  
E-mail: prince\_kael85@hotmail.com, seeyong@mail.wima.ac.id, almaukar@yahoo.co.id

## ABSTRAK

*PT. X merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang konveksi yang bersifat job order. Produk yang dihasilkan antara lain adalah baju, kaos kerah, dan kaos oblong/olahraga. Akhir-akhir ini demand/permintaan meningkat, sehingga PT. X mengalami kesulitan dalam memenuhi permintaan pasar. Hal ini disebabkan perusahaan belum mengatur keseimbangan lini perakitan, dan tata letak mesin di lintasan penjahitan.*

*Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan sistem usulan yang dapat mengatasi masalah tersebut yaitu dengan mengatur keseimbangan lintasan di bagian penjahitan agar lebih seimbang, dan dengan jarak momen perpindahan yang kecil.*

**Kata kunci:** Perusahaan konveksi, permintaan meningkat, perbaikan, lini perakitan, lintasan penjahitan

## PENDAHULUAN

PT. X merupakan sebuah perusahaan konveksi yang bersifat *job order* yang terletak di Jalan Pasar Pentungan kabupaten Rembang. Beberapa produk yang dihasilkan adalah baju, kaos kerah, dan kaos oblong/ kaos olahraga. Proses utama pada pembuatan produk ini dilakukan di departemen penjahitan, yang dilakukan oleh beberapa orang operator yang gajinya berdasarkan upah mingguan. Dalam lintasan penjahitan ini terdapat beberapa jenis mesin jahit yang berbeda fungsinya, seperti mesin jahit biasa, mesin dex, dan mesin obras yang masih mengandalkan kerja dari karyawan perusahaan ini.

Akhir-akhir ini *demand/permintaan* meningkat, sehingga PT. X mengalami kesulitan dalam memenuhi permintaan pasar. Hal ini disebabkan karena perusahaan kurang mengoptimalkan bagian lintasan penjahitan. Dalam memenuhi permintaan pasar tersebut, perusahaan mengalami banyak masalah karena tidak hanya 1 produk yang dihasilkan, atau diproduksi, selain itu juga terjadi gangguan di lantai produksi seperti *starving* atau yang disebut kekurangan di beberapa lintasan perakitan pada saat proses berlangsung, dan sekaligus terjadi *bottleneck*. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi produksi di bagian penjahitan tersebut dilakukan penataan ulang lintasan perakitan, dan tata letak fasilitas mesin, sehingga jalur produksi menjadi lebih lancar.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengukuran Kerja dengan jam henti (*Stop Watch Time Study*)

Pengukuran waktu kerja dengan jam henti (*stop-watch time study*) diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor sekitar abad 19 yang lalu. Metode ini terutama sekali baik diaplikasikan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat, dan berulang-ulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran, maka akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, yang mana waktu ini akan dipergunakan sebagai standart penyelesaian pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama seperti itu.

### Keseragaman Data

Tes keseragaman data secara visual dilakukan secara sederhana, mudah, dan cepat. Hanya sekedar melihat data yang terkumpul, dan seterusnya mengidentifikasi data yang terlalu "ekstrim". Yang dimaksudkan data ekstrim di sini adalah data yang terlalu besar, dan terlalu kecil serta jauh menyimpang dari rata-ratanya. Data yang terlalu ekstrim ini sewajarnya dibuang, dan tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya. Standart deviasi data waktu yang dibaca atau diukur, batas kontrol atas, dan batas kontrol bawah dihitung dengan persamaan-persamaan sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (1)$$

<sup>1)</sup> Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

<sup>2)</sup> Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

$$BKA = \bar{X} + 3Sd \quad (2)$$

$$BKB = \bar{X} - 3Sd \quad (3)$$

dengan:

$\sum X$	= Jumlah semua data waktu yang dibaca atau diukur
$N$	= Jumlah pengamatan untuk elemen kerja yang diukur
$\bar{x}$	= Rata-rata data waktu yang dibaca atau diukur
$Sd$	= Standart deviasi data waktu yang dibaca atau diukur
$BKA$	= Batas Kontrol Atas ( <i>Upper Control Limit</i> atau <i>UCL</i> )
$BKB$	= Batas Kontrol Bawah ( <i>Lower Control Limit</i> atau <i>LCL</i> )

### Kecukupan Data

Aktifitas pengukuran pada dasarnya adalah merupakan proses *sampling*. Konsekuensi yang diperoleh adalah bahwa semakin besar jumlah siklus kerja yang diamati, atau diukur, maka akan semakin mendekati kebenaran akan data waktu yang diperoleh. Semakin kecil variasi, atau perbedaan data waktu yang ada, jumlah pengukuran, atau pengamatan yang juga harus dilakukan juga akan cukup kecil. Sebaliknya, semakin besar variabilitas dari data waktu pengukuran akan menyebabkan jumlah siklus kerja yang diamati juga akan semakin besar agar bisa diperoleh ketelitian yang dikehendaki.

Persamaan yang digunakan untuk menentukan atau menetapkan jumlah siklus kerja yang diamati adalah sebagai berikut:

$$N^1 = \left( \frac{k \cdot \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (3)$$

dengan:

$X$	= Data yang dibaca oleh <i>stop-watch</i> untuk tiap-tiap individu pengamatan.
$\sum X$	= Jumlah semua data waktu yang dibaca atau diukur
$\sum X^2$	= Jumlah semua data waktu yang dibaca atau diukur.
$\sum X^2$	= Data waktu yang dibaca oleh <i>stop-watch</i> untuk tiap-tiap individu pengamatan dikuadratkan, lalu dijumlahkan

$(\sum X)^2$	= Jumlah semua data waktu yang dibaca atau diukur dikuadratkan
$N$	= Jumlah pengamatan untuk elemen kerja yang diukur
$k$	= Harga indeks yang besarnya tergantung dari tingkat kepercayaan ( <i>level of confidence</i> ) yang digunakan.
$s$	= Tingkat ketelitian ( <i>degree of accuracy</i> ) yang digunakan. Penulis menggunakan tingkat ketelitian sebesar 5% atau 0,05. Jumlah data (pengamatan) yang diperlukan tergantung dari nilai $k$ dan $s$ . Jika ternyata $N' > N$ , maka pengamatan awal perlu ditambah, pengamatan tambahan sebanyak $n$ observasi ( $N' = N + n$ ).

Hubungan antara tingkat kepercayaan terhadap nilai indeks  $k$  disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hubungan antara tingkat kepercayaan terhadap nilai indeks ( $k$ )

Tingkat kepercayaan, %	Nilai $k$
68	1
90	1,64
95	1,96 (=2)
99	2,59(=3)

### Rating Performance Kerja

Aktifitas untuk menilai atau mengevaluasi kecepatan kerja operator ini dikenal sebagai "*Rating Performance*". Untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari hasil pengamatan, maka dilakukan dengan mengadakan penyesuaian yaitu dengan cara mengalikan waktu pengamatan rata-rata dengan faktor penyesuaian atau *rating* "P". Penentuan rating "P" dilihat dari kecepatan kerja operator sebagai berikut :

1. Apabila operator bekerja terlalu cepat yaitu bekerja di atas batas kewajaran (normal), maka *rating faktor* ini akan lebih besar daripada satu ( $P > 1$  atau  $P > 100\%$ ).
2. Apabila operator bekerja terlalu lambat yaitu bekerja di bawah batas kewajaran (normal), maka *rating faktor* ini akan lebih kecil daripada satu ( $P < 1$  atau  $P < 100\%$ ).
3. Apabila operator bekerja secara normal atau wajar, maka *rating faktor* akan sama dengan satu ( $P = 1$  atau  $P = 100\%$ ). Untuk kondisi

kerja di mana operasi secara penuh dilaksanakan oleh mesin, maka waktu yang diukur dianggap merupakan waktu yang normal.

### **Westing House System's Rating**

*Rating faktor* yang digunakan adalah *Westing House System's Rating* yang diperkenalkan oleh *Westing House Company* pada tahun 1927. *Westing House* menyatakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi *performance* manusia adalah kecakapan (*skill*), usaha (*effort*), kondisi (*working conditional*), dan keajegan (*consistency*). Untuk ini *Westing House* telah berhasil membuat suatu tabel *performance rating* yang berisikan nilai-nilai angka yang berdasarkan tingkatan yang ada untuk masing-masing faktor tersebut.

### **Waktu Longgar atau Allowance**

Waktu normal untuk suatu elemen operasi kerja adalah semata-mata menunjukkan bahwa seorang operator yang berkualifikasi baik akan bekerja menyelesaikan pekerjaan pada kecepatan atau tempo kerja yang normal. Walaupun demikian pada prakteknya tidaklah bisa diharapkan operator tersebut akan mampu bekerja secara terus-menerus sepanjang hari, tanpa adanya interupsi sama sekali. Kenyataannya operator akan sering menghentikan kerja, dan membutuhkan waktu-waktu khusus untuk keperluan seperti *personal needs*, istirahat melepas lelah, dan alasan-alasan lain di luar kontrolnya.

### **Waktu Normal**

*Rating faktor* pada dasarnya diaplikasikan untuk menormalkan waktu kerja yang diperoleh dari pengukuran kerja akibat tempo atau kecepatan kerja operator yang berubah-ubah. Maka waktu normal dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$Wn = \bar{x} \cdot PR \quad (4)$$

dengan:

$Wn$  = Waktu normal

$\bar{x}$  = Rata-rata data waktu yang dibaca atau diukur

$PR$  = *Performance Rating*

### **Waktu Baku**

Untuk memperoleh waktu baku (*standard time*) untuk penyelesaian suatu operasi kerja,

maka waktu normal harus ditambah dengan *allowance time* sebagai waktu yang diberikan atau dilonggarkan untuk berbagai macam hal. Dengan demikian waktu baku tersebut dapat diperoleh dengan mengaplikasikan rumus berikut<sup>[1]</sup>:

$$Ws = Wn + Ws \times \% Allowance$$

atau

$$Ws = Wn \times \left( \frac{100\%}{100\% - \% Allowance} \right) \quad (5)$$

dengan:

$Ws$  = Waktu Baku atau *Standard Time*

$Wn$  = Waktu Normal

$\% Allowance$  = Prosentase kelonggaran yang diberikan pada operator

### **Precedence Diagram**

*Precedence diagram* merupakan gambaran secara grafis yang memperlihatkan urutan suatu proses pengerjaan dari keseluruhan operasi pengerjaan dengan tujuan memudahkan dalam pengawasan, evaluasi serta perencanaan aktivitas-aktivitas yang terkait di dalamnya.

### **Lintasan Produksi dan Keseimbangan Lintasan**

Untuk keefektifan suatu lintasan perakitan didasarkan pada:

1. Efisiensi Lintasan (EL) dihitung dengan persamaan:

$$EL = \frac{\sum_{i=1}^k WT_i}{k(Ws)} \times 100\%; \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (6)$$

Dengan:  $k$  = jumlah stasiun kerja

2. *Smoothness Index (SI)*

Merupakan suatu indeks yang menunjukkan kelancaran dari suatu lintasan perakitan. Semakin besar nilai indeksnya berarti suatu lintas perakitan tidak lancar. Nilai *SI* dihitung dengan persamaan:

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^k (WT_{maks} - WT_i)^2} \quad (7)$$

dengan:

$WT_{maks}$  = waktu stasiun maksimum

$WT_i$  = waktu pada stasiun- $i$

$k$  = jumlah total stasiun

### **From To Chart**

*From To Chart* yang disebut pula sebagai *Trip Frequency Chart* atau *Travel Chart* adalah

suatu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi<sup>[2]</sup>.

### Jarak

Ada beberapa macam cara perhitungan jarak yang sering digunakan pada perancangan tata letak pabrik, yaitu:

1. Euclidean

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (8)$$

2. Squared Euclidean

$$d_{ij} = \left[ (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \right] \quad (9)$$

3. Rectilinear

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (10)$$

4. Tchebychev

$$d_{ij} = \max(|x_i - x_j|, |y_i - y_j|) \quad (11)$$

### Momen Perpindahan

Momen perpindahan menunjukkan besarnya perpindahan yang terjadi antar departemen. Momen perpindahan dapat dihitung dengan persamaan<sup>[3]</sup>:

$$\text{Momen perpindahan} = \text{volume/berat perpindahan} \times \text{jarak} \quad (12)$$

## METODE PENELITIAN

### Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian meliputi 5 tahap sebagai berikut:

1. Studi Kepustakaan

Setelah mengetahui permasalahan yang akan digunakan sebagai obyek penelitian, maka selanjutnya melakukan studi kepustakaan dengan mencari buku-buku pedoman yang mendukung penelitian ini.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diawali dengan pengambilan data proses produksi untuk beberapa item yaitu baju, kaos oblong/olahraga, dan kaos kerah. Kemudian dilanjutkan dengan mengamati waktu dari tiap-tiap proses dari produk tersebut yang nantinya diolah menjadi waktu standar. Pada perhitungan waktu

standar terdapat uji keseragaman data, dan uji kecukupan data. Apabila data pengamatan tidak seragam (tidak memenuhi uji keseragaman data) atau jumlah pengamatannya kurang (tidak memenuhi uji kecukupan data), maka data diambil kembali sesuai dengan data yang dibutuhkan pada uji kecukupan data.

3. Pengolahan Data

Setelah proses pengumpulan data selesai, maka dilakukan pengolahan terhadap data yang telah terkumpul. Pada pengolahan data awal dilakukan pembuatan *precedence diagram* dari tiap-tiap item. Keseimbangan lintasan dibuat berdasarkan waktu standar, dan *precedence diagram* yang telah dibuat. Metode yang digunakan pada lintas perakitan adalah metode Kilbridge & Wester. Setelah menghitung lintas perakitan tersebut dilanjutkan dengan membuat tabel perpindahan material untuk mencari momen perpindahan di departemen penjahitan. Dari tabel perpindahan material tersebut dibuat tabel *from to chart*. Perhitungan momen perpindahan didapatkan dengan mengalikan besarnya volume/berat perpindahan material tersebut dengan jarak antar mesin sesuai dengan jalur perpindahan yang ada. Langkah berikutnya yaitu membuat lintas perakitan baru dan tata letak usulan baru yang nantinya dibandingkan dengan tata letak awal perusahaan dengan mempertimbangkan lintas perakitan dan momen perpindahan.

4. Analisis Data

Dari pengolahan data yang telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah analisis data. Analisis data ini dilakukan dengan membandingkan efisiensi lintasan, dan besarnya momen perpindahan keadaan awal perusahaan dengan usulan.

5. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini merupakan jawaban atas tujuan penelitian, dan tahap akhir dari metode penelitian. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan masukan untuk PT. X

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah membuat gambar pola, membuat *operation process chart*, dan *precedence*

diagram dari ketiga produk tersebut, dan kemudian menghitung perakitan elemen kerja. Setelah itu dilakukan pencatatan waktu terhadap masing-masing waktu elemen kerja dari ketiga produk itu yaitu baju, kaos kerah, dan kaos oblong/olahraga. Dari ketiga produk tersebut dicari waktu standar terlebih dahulu untuk menentukan besarnya efisiensi lintasan, dan *smoothness index* dari stasiun kerja yang telah dibuat. Dari masing-masing produk tersebut dibagi menjadi beberapa elemen kerja. Berikut adalah contoh perhitungan untuk proses pembuatan baju: proses jahit saku dengan bagian depan baju.

**Uji Keseragaman Data**

Hal ini dilakukan untuk menguji apakah data sudah seragam atau belum. Semua data pengamatan untuk tiap proses berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah.

$$BKA = \bar{X} + 3Sd = 29,4 + 3(4,46) = 42,76$$

$$BKA = \bar{X} - 3Sd = 29,4 - 3(4,46) = 15,99$$

**Uji Kecukupan Data**

Untuk menguji apakah data pengamatan sudah cukup atau tidak, untuk itu dilakukan uji kecukupan data dengan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5% (k=2) sebagai berikut:

$$N^1 = \left( \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N^1 = \left( \frac{2}{0,05} \frac{\sqrt{10(8670) - (294)^2}}{294} \right)^2 = 7$$

Karena  $N^1 < N$ , maka data tidak perlu dilakukan penambahan data, karena data sudah cukup.

**Perhitungan Waktu Normal**

Dalam menghitung waktu normal masing-masing proses harus diketahui *performance rating* dari masing-masing operator. Penentuan *performance rating* didapatkan melalui pengamatan. *Performance rating* yang didapatkan adalah dengan menggunakan metode *Westinghouse*. Setelah diketahui semua *performance rating* tersebut, maka total dari

*performance rating* berdasarkan metode *Westinghouse* adalah  $0,11 + 1 = 1,11$ .

$$\text{Waktu normal} = \text{waktu rata-rata} \times \text{performance rating}$$

$$= 29,4 \times 1,11 = 32,61 \text{ detik}$$

**Perhitungan Waktu Standar**

Waktu standar yang dihitung harus mencakup waktu normal yang ditambahkan dengan *allowance* (kelonggaran waktu) sebesar 29%.

$$\text{Waktu standard} = \text{waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{Allowance}}$$

$$\text{Waktu standard} = 32,61 \times \frac{100\%}{100\% - 29\%} = 45,93 \approx 46 \text{ detik}$$

**Keseimbangan Lintasan**

Pada proses penjahitan sering terjadi kemacetan pada lintas perakitan yang disebabkan karena stasiun kerja II sering mengganggu karena menunggu stasiun kerja I selesai terlebih dahulu. Dengan begitu lintasan perakitan pada penjahitan ini memiliki efisiensi yang rendah karena tidak berjalan dengan lancar.

Efisiensi lintasan penjahitan pada saat ini adalah:

1. Baju

Perhitungan jumlah stasiun untuk baju disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2.** Perhitungan Jumlah Stasiun Baju

stasiun kerja	elemen kerja	waktu elemen
1	1	46
2	2	41
3	3	40
4	4	92
5	5	89
6	6	63
7	7	111
8	8	83
9	9	58
Total		623

Efisiensi lintasan (EL) dan *Smoothless Index* yang dihitung dengan persamaan (6) dan (7) memberikan:

$$\text{Efisiensi lintasan (EL)} = \frac{623}{9 \times 111} = 62,21\%$$

$$Smoothness\ index\ (SI) = \sqrt{(111-46)^2 + \dots + (111-58)^2} = 145\ \text{detik}$$

$$Output\ rate = \frac{1}{111} \times 3600\ \text{detik} = 32\ \text{unit/jam}$$

2. Kaos Kerah

Perhitungan jumlah stasiun untuk kaos kerah disajikan pada Tabel 3

**Tabel 3.** Perhitungan Jumlah Stasiun Kaos Kerah

stasiun kerja	elemen kerja	waktu elemen
1	1	96
2	2	31
3	3	48
4	4	45
5	5	53
6	6	91
7	7	35
8	8	43
Total		441

Dengan cara serupa Efisiensi lintasan (EL) dan *Smoothless Index* yang dihitung dengan persamaan (6) dan (7) memberikan:

$$\text{Efisiensi lintasan (EL)} = \frac{441}{8 \times 96} = 57,56\%$$

$$Smoothness\ index\ (SI) = \sqrt{(96-96)^2 + \dots + (96-43)^2} = 132\ \text{detik}$$

$$Output\ rate = \frac{1}{96} \times 3600\ \text{detik} = 37\ \text{unit/jam}$$

3. Kaos oblong/olahraga

Perhitungan jumlah stasiun untuk kaos oblong/olahraga dapat dilihat pada Tabel 4

**Tabel 4.** Perhitungan Jumlah Stasiun Kaos Oblong/olahraga

stasiun kerja	elemen kerja	waktu elemen
1	1	50
2	2	46
3	3	62
4	4	66
5	5	47
6	6	47
Total		318

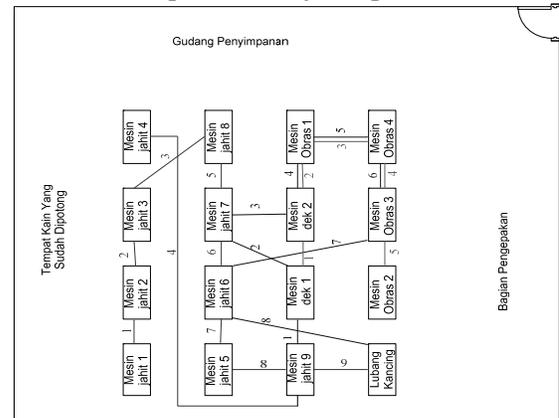
$$\text{Efisiensi lintasan (EL)} = \frac{318}{6 \times 66} = 79,95\%$$

$$Smoothness\ index\ (SI) =$$

$$\sqrt{(66-50)^2 + \dots + (66-47)^2} = 38\ \text{detik}$$

$$Output\ rate = \frac{1}{66} \times 3600 = 54\ \text{unit/jam}$$

Untuk menentukan besarnya momen perpindahan terlebih dahulu dibuat perpindahan material dari masing-masing produk, kemudian dibuat rekapitulasi perpindahan materialnya. Dari rekapitulasi tersebut dapat dibuat *from to chart* perpindahan material yang nantinya dikalikan dengan jarak antar tiap mesin. Untuk perhitungan jarak digunakan perhitungan titik tengah dari masing-masing departemen. Perhitungan jarak yang dipilih adalah menggunakan metode Euclidean. Aliran proses untuk semua produk disajikan pada Gambar 1.



Keterangan: baju (merah), kaos kerah (biru) dan hijau (kaos oblong/olahraga)

**Gambar 1.** Aliran Proses untuk Semua Produk

Perhitungan titik tengah dari masing-masing departemen disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Titik Tengah

departemen	simbol	x	y
mesin jahit 1	MJ1	40	440
mesin jahit 2	MJ2	170	440
mesin jahit 3	MJ3	300	440
mesin jahit 4	MJ4	430	440
mesin jahit 5	MJ5	40	300
mesin jahit 6	MJ6	170	300
mesin jahit 7	MJ7	300	300
mesin jahit 8	MJ8	430	300
mesin jahit 9	MJ9	40	160
mesin dex 1	MD1	170	160
mesin dex 2	MD2	300	160
mesin obras 1	MO1	430	160
mesin obras 2	MO2	170	20
mesin obras 3	MO3	300	20
mesin obras 4	MO4	430	20
m.lub. kancing	MLK	40	20

Jarak antar departemen dihitung dengan persamaan:

$$\text{Jarak} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (13)$$

Jadi jarak untuk mesin jahit 1 ke mesin jahit 2

$$= \sqrt{(40 - 170)^2 + (440 - 440)^2} = 130 \text{ cm}$$

Dari perhitungan momen perpindahan didapatkan momen perpindahan sebesar 4.160.232 gr.cm

Dari hasil yang didapatkan di atas lintasan perakitan pada penjahitan kurang seimbang, sehingga perlu diperbaiki lintasan perakitannya dengan metode Killbride dan Wester dengan tujuan stasiun kerja usulan yang baru memiliki efisiensi lebih tinggi dan *smoothness index* yang kecil. Lintasan perakitan usulan ini dibuat dengan tujuan agar dapat memperbaiki waktu siklus yang telah ada sehingga pembagian stasiun kerja dapat lebih baik daripada pembagian stasiun kerja sebelumnya, dan pembagian mesin yang rata dengan *output* yang dapat maksimal, dan lintasan yang seimbang serta jarak yang sekecil mungkin.

Usulan perbaikan untuk lintasan keseimbangan dapat dilihat sebagai berikut:

1. Baju

Perhitungan usulan jumlah stasiun untuk produk baju dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

**Tabel 6.** Perhitungan Jumlah Stasiun Baju Usulan

Stasiun Kerja	Elemen	Waktu Elemen	Total
1	1	46	127
	2	41	
	3	40	
2	4	92	92
3	5	89	152
	6	63	
4	7	111	111
5	8	83	141
	9	58	
Total		623	623

$$\text{Efisiensi Lintasan (EL)} = \frac{623}{5 \times 152} = 0,8224 = 82,24\%$$

$$\text{Smoothness Index (SI)} = \sqrt{(152 - 127)^2 + \dots + (152 - 141)^2} = 76 \text{ detik}$$

$$\text{Output rate} = \frac{1}{152} \times 3600 = 23 \text{ unit/jam}$$

Jumlah mesin dari masing - masing stasiun kerja yaitu sebagai berikut:

Stasiun kerja I = 2 mesin, Stasiun kerja II = 1, Stasiun kerja III = 2, Stasiun kerja IV = 2 mesin, Stasiun kerja V = 2 mesin

Penentuan jumlah mesin per stasiun kerja di atas berdasarkan pertimbangan waktu siklus yang telah didapat.

2. Kaos kerah

Perhitungan usulan jumlah stasiun untuk produk baju disajikan pada Tabel 7 sebagai berikut ini:

**Tabel 7.** Perhitungan Jumlah Stasiun Kaos Kerah Usulan

Stasiun Kerja	Elemen	Waktu Elemen	Total
1	1	96	127
	2	31	
2	3	48	93
	4	45	
3	5	53	53
4	6	91	126
	7	35	
5	8	43	43
Total		441	441

$$\text{Efisiensi Lintasan (EL)} = \frac{441}{5 \times 127} = 0,6972 = 69,72\%$$

$$\text{Smoothness index (SI)} =$$

$$\sqrt{(127 - 126)^2 + \dots + (127 - 43)^2} = 116 \text{ detik}$$

$$\text{Output rate} = \frac{1}{127} \times 3600 = 28 \text{ unit/jam}$$

Jumlah mesin dari masing-masing stasiun kerja yaitu sebagai berikut:

Stasiun kerja I = 2 mesin, Stasiun kerja II = 2, Stasiun kerja III = 1, Stasiun kerja IV = 2 mesin, Stasiun kerja V = 2 mesin

Penentuan jumlah mesin per stasiun kerja di atas berdasarkan pertimbangan waktu siklus yang telah didapat.

3. Kaos oblong/olahraga

Perhitungan usulan jumlah stasiun untuk produk baju dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut ini:

**Tabel 8.** Perhitungan Jumlah Stasiun Kaos Oblong/ olahraga Usulan

Stasiun Kerja	Elemen	Waktu Elemen	Total
1	1	50	96
	2	46	
2	3	62	129
	4	66	
3	5	47	94
	6	47	
Total		318	318

$$\text{Efisiensi Lintasan (EL)} = \frac{318}{3 \times 129} = 0,8255 = 82,55\%$$

82,55%

Smoothness index (SI) =

$$\sqrt{(129 - 96)^2 + (129 - 94)^2} = 32 \text{ detik}$$

$$\text{Output rate} = \frac{1}{129} \times 3600 = 28 \text{ unit/jam}$$

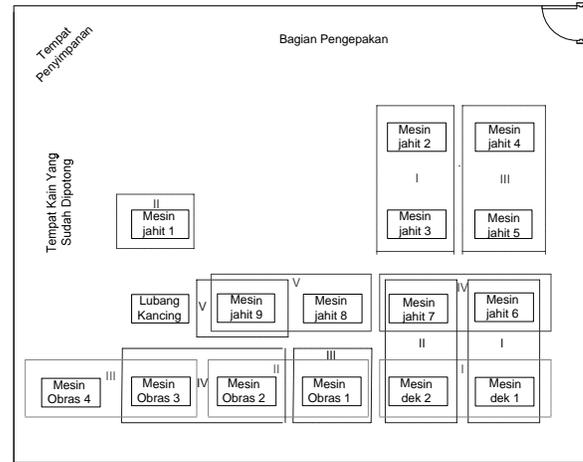
Jumlah mesin dari masing-masing stasiun kerja yaitu sebagai berikut:

Stasiun kerja I = 2 mesin, Stasiun kerja II = 2, Stasiun kerja III = 2. Penentuan jumlah mesin per stasiun kerja di atas berdasarkan pertimbangan waktu siklus yang telah didapat.

Usulan untuk memperbaiki dari momen yang telah ada, maka dibuat perubahan tata letak dari mesin-mesinnya. Perubahan tata letak mesin di departemen penjahitan ini diatur berdasarkan pertimbangan dari stasiun kerja usulan yang sudah dibuat sebelumnya. Perubahan tata letak

mesin ini diharapkan dapat memperkecil besarnya momen perpindahan yang sudah ada.

Untuk perubahan tata letak layout baru disajikan pada Gambar 2 sebagai berikut:



Keterangan: baju (merah), kaos kerah (biru) dan hijau (kaos oblong/olahraga)

**Gambar 2.** Tata Letak Usulan Perbaikan

Untuk memulai menghitung besarnya momen perpindahan usulan ini, seperti pada perhitungan sebelumnya yaitu dengan membuat perpindahan material dari departemen asal ke departemen tujuan yang kemudian membuat *from to chart*, menentukan titik tengah untuk menentukan jarak. Untuk lengkapnya dapat dilihat sebagai berikut perpindahan material, *from to chart* perpindahan material, titik tengah dari Gambar 2, dan *from to chart* momen perpindahan usulan perbaikan untuk produk baju, kaos kerah, dan kaos oblong/olahraga sebagaimana disajikan pada Tabel 9, 10, dan 11.

**Tabel 9.** Perpindahan Material Usulan Baju

No	Departemen asal	Departemen tujuan	Nama komponen	Berat (gr)	Total Berat
1	Stasiun Kerja I	Stasiun Kerja III	Jahitan saku dengan bagian depan kiri baju (D)	70	560
			Jahitan lipatan bawah bagian belakang baju (B)	70	560
			Jahitan lipatan ujung lengan kanan-kiri	60	480
2	Stasiun Kerja II	Stasiun Kerja V	kerah baju	30	240
3	Stasiun Kerja III	Stasiun Kerja IV	Jahitan lipatan depan bawah dan lipatan tempat kancing & lubang kancing	90	720
			Jahitan depan dan belakang (pundak) kanan-kiri	140	1120
4	Stasiun Kerja IV	Stasiun Kerja V	Jahitan lengan kanan-kiri	200	1600

**Tabel 10.** Perpindahan Material Usulan untuk Kaos Kerah

No	Departemen asal	Departemen tujuan	Nama komponen	Berat (gr)	Total Berat
1	Stasiun Kerja I	Stasiun Kerja II	sorjan dex lengan kanan-kiri	80 60	800 600
2	Stasiun Kerja II	Stasiun Kerja III	jahitan saku depan dengan bagian depan dex bagian depan & belakang (bawah)	85 90	850 900
3	Stasiun Kerja III	Stasiun Kerja IV	obras pundak bagian depan & belakang	95	950
4	Stasiun Kerja IV	Stasiun Kerja V	obras lengan kanan-kiri obras pinggang	155 160	1550 1600

**Tabel 11.** Perpindahan Material Usulan untuk Kaos Oblong/Olahraga

No	Departemen asal	Departemen tujuan	Nama komponen	Berat (gr)	Total Berat
1	Stasiun Kerja I	Stasiun Kerja II	dex bagian depan & belakang dex lengan kanan & kiri	80 60	1200 900
2	Stasiun Kerja II	Stasiun Kerja III	obras pundak depan & belakang obras lengan kanan-kiri	82 142	1230 2130

Dari perpindahan material di atas dapat dibuat tabel *from to chart* sebagaimana disajikan pada Tabel 12, 13, dan 14 sebagai berikut:

**Tabel 12.** *From to Chart* Perpindahan Material Baju

	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5
SK 1	xxx		1600		
SK 2		xxx			240
SK 3			xxx	1840	
SK 4				xxx	1600
SK 5					xxx

**Tabel 13.** *From to Chart* Perpindahan Material Kaos Kerah

	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5
SK 1	xxx	1400			
SK 2		xxx	1750		
SK 3			xxx	950	
SK 4				xxx	3150
SK 5					xxx

**Tabel 14.** *From to Chart* Perpindahan Material Kaos Oblong/Olahraga

	SK 1	SK 2	SK 3
SK 1	xxx	2100	
SK 2		xxx	3360
SK 3			xxx

Titik tengah dari tata letak usulan pada Gambar 2 untuk masing-masing jenis produk dapat dilihat pada Tabel 15, 16, dan 17 sebagai berikut:

**Tabel 15.** Titik Tengah Baju

Departemen	Simbol	x	y
Stasiun Kerja I	SK 1	560	320
Stasiun Kerja II	SK 2	170	260
Stasiun Kerja III	SK 3	690	320
Stasiun Kerja IV	SK 4	625	140
Stasiun Kerja V	SK 5	365	140

**Tabel 16.** Titik Tengah Kaos Kerah

Departemen	Simbol	x	y
Stasiun Kerja I	SK 1	690	80
Stasiun Kerja II	SK 2	560	80
Stasiun Kerja III	SK 3	430	20
Stasiun Kerja IV	SK 4	235	20
Stasiun Kerja V	SK 5	235	140

**Tabel 17.** Titik Tengah Kaos Oblong/Olahraga

Departemen	Simbol	x	y
Stasiun Kerja I	SK 1	625	20
Stasiun Kerja II	SK 2	365	20
Stasiun Kerja III	SK 3	105	20

Dari titik tengah tersebut dapat dihitung jarak antar tiap departemen dengan menggunakan perhitungan jarak Euclidean. Di bawah ini adalah matriks jarak dari perpindahan material untuk baju pada Tabel 18, kaos kerah pada Tabel 19, dan kaos oblong/olahraga pada Tabel 20.

**Tabel 18.** Matriks Jarak Baju

	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5
SK 1	xxx		130		
SK 2		xxx			228,97
SK 3			xxx	191	
SK 4				xxx	260
SK 5					xxx

**Tabel 19.** Matriks Jarak Kaos Kerah

	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5
SK 1	xxx	130			
SK 2		xxx	143,18		
SK 3			xxx	195	
SK 4				xxx	120
SK 5					xxx

**Tabel 20.** Matriks Jarak Kaos Oblong/Olahraga

	SK 1	SK 2	SK 3
SK 1	xxx	260	
SK 2		xxx	260
SK 3			xxx

Setelah diketahui *from to chart* dari perpindahan material, dan jarak perpindahannya, langkah selanjutnya adalah menghitung besarnya momen perpindahan yang baru seperti pada sebelumnya yaitu mengkalikan besarnya total berat perpindahan pada tabel *from to chart*-nya dengan jarak. Di bawah ini adalah *from to chart* momen perpindahan untuk baju (Tabel 21), kaos kerah(Tabel 22), dan kaos oblong/olahraga(Tabel 23).

**Tabel 21.** *From to Chart* Momen Perpindahan Baju

	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5
SK 1	xxx		208000		
SK 2		xxx			54950,4
SK 3			xxx	352131,8	
SK 4				xxx	416000
SK 5					xxx

Jumlah momen perpindahan untuk baju adalah sebesar 1031082 gr.cm

**Tabel 22.** *From to Chart* Momen Perpindahan Kaos Kerah

	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5
SK 1	xxx	182000			
SK 2		xxx	250547,5		
SK 3			xxx	185250	
SK 4				xxx	378000
SK 5					Xxx

Jumlah momen perpindahan untuk kaos kerah adalah sebesar 995797,5 gr.cm

**Tabel 23.** *From to Chart* Momen Perpindahan Kaos Oblong/Olahraga

	SK 1	SK 2	SK 3
SK 1	xxx	546000	
SK 2		xxx	873600
SK 3			xxx

Jumlah momen perpindahan untuk kaos oblong/olahraga adalah sebesar 1419600 gr.cm Jadi jumlah total momen untuk ketiga produk tersebut adalah 3.446.480 gr.cm

### Pembahasan

Di bawah ini adalah tabel hasil perbandingan keadaan awal dengan usulan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 24 berikut:

**Tabel 24** Tabel Perbandingan antara sebelum dengan usulan semua produk

	Baju		Kaos Kerah		Kaos Oblong/Olahraga	
	Sebelum	Usulan	Sebelum	Usulan	Sebelum	Usulan
EL	62,21%	82,24%	57,56%	69,72%	79,95%	82,55%
SI (detik)	145	76	132	116	38	32
Output(unit/jam)	32	23	37	28	54	28

Dari Tabel 24 di atas dapat dilihat bahwa adanya perbedaan besarnya efisiensi lintasan pada ketiga produk di mana mengalami peningkatan dari sebelum atau keadaan awal perusahaan dengan usulan yang dibuat. Perbedaan tersebut dikarenakan dalam penyusunan stasiun kerja sebelum, dan usulan.

Penyusunan stasiun kerja ditujukan agar memiliki efisiensi lintasan yang tinggi, dan nilai *smoothness index* yang lebih rendah daripada sebelumnya. *Output* yang dihasilkan sebelum, dan usulan yang dilihat pada Tabel 24 di atas mengalami penurunan sejumlah (32-23)=9 baju, (37-28)= 9 kaos kerah, dan (54-28)=26 kaos

oblong/olahraga. Meskipun *output* yang dihasilkan menurun, usulan tetap dapat memenuhi permintaan. Tata letak fasilitas usulan dibuat berdasarkan pembentukan stasiun kerja usulan yaitu dengan perpindahan material antar stasiun kerja. Dari perhitungan momen pada *layout* awal didapatkan momen sebesar 4.160.232 gr.cm, sedangkan momen usulan didapatkan momen sebesar 3.446.480 gr.cm. Dari perbedaan besarnya momen di atas, momen usulan merupakan momen yang terkecil, jadi momen yang dipilih adalah momen perpindahan usulan.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Perhitungan jumlah stasiun kerja usulan yang terbaik dengan lintasan perakitan yang lebih seimbang dengan peningkatan efisiensi lintasan dan penurunan *smoothness index*.
2. Meskipun *output* yang dihasilkan usulan menurun, akan tetapi masih dapat memenuhi permintaan.
3. Untuk perhitungan besarnya momen perpindahan, yang terbaik adalah tata letak usulan yang memiliki momen perpindahan yang kecil dari sebelumnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Liebel, B. W., *Method Standart and Work Design*, Edisi Kesepuluh, Freivalds., 1998
- [2] Groover, M.P., *Automation, Production, and Computer-Integrated Manufacturing*, hlm. 417-429, Prentice Hall International, Inc., New Jersey, 1987
- [3] Wignjosoebroto, S., *Ergonomi, Study Gerak dan Waktu*, Edisi Pertama, Guna Widya, Jakarta, 1995