



**SEMINAR NASIONAL  
MESIN DAN INDUSTRI  
(SNMI4) 2008**

**Auditorium Gedung Utama  
Universitas Tarumanagara  
28 Agustus 2008**

**RISET APLIKATIF  
BIDANG TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI**



**Diselenggarakan oleh :  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara  
Jakarta**

MODEL OPTIMISASI UKURAN LOT PRODUKI  
PADA SISTEM PRODUKI YANG TIDAK SEMPERNA  
DENGAN KRITERIA MINIMASI TOTAL ONGKOS

Hal 459 - 467

Arie Desrianty, Fifi Herni M. dan Astri Martiarini Kadarisman

Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Nasional

Jl. PHH Mustafa 23 Bandung

Telp. (022) 7272215 Ext.137 Fax. (022) 7202892

e-mail: adesrianty@yahoo.com, adesrianty@itenas.ac.id

Abstrak

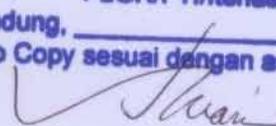
*Economic Production Quantity (EPQ) merupakan suatu model yang mengasumsikan bahwa proses produksi yang terjadi adalah proses yang terkendali sehingga seluruh produk yang dihasilkan selalu berkualitas baik dan dapat diterima. Hal ini terjadi karena EPQ mengasumsikan fasilitas produksi yang digunakan tidak pernah mengalami kegagalan. Pada kenyataannya proses produksi dapat bergeser menuju kondisi yang tidak terkendali sehingga menghasilkan produk dengan kualitas di bawah standar. Penelitian mengenai permasalahan tersebut telah dilakukan oleh Astria (2006) yang mengembangkan model optimisasi lot produksi dengan mempertimbangkan probabilitas produk gagal dan produk baik. Dengan adanya kondisi cacat menjadikan produk tidak dapat digunakan sesuai dengan tujuan, sehingga menyebabkan jumlah produksi yang diinginkan menjadi berkurang. Penelitian mengenai permasalahan tersebut telah dilakukan oleh Ben-Daya & Rahim (2003) yang mengembangkan model dengan mempertimbangkan bahwa kondisi produksi yang tidak sempurna, akan menghasilkan input tidak sesuai dengan output yang diharapkan, akibat adanya kesalahan dalam inspeksi/pemeriksaan yaitu terjadi probabilitas untuk menerima produk cacat dan probabilitas menolak produk baik. Berdasarkan hasil penelitian-penelitian tersebut, output yang tidak sesuai akan mempengaruhi pemenuhan permintaan. Oleh karena itu, diperlukan suatu pengembangan model optimisasi lot produksi dengan pertimbangan sistem produksi tidak sempurna yang meminimumkan total ongkos. Pada penelitian ini dilakukan penentuan ukuran lot produksi pada sistem produksi tidak sempurna yang terdiri atas single item untuk kasus single stage dengan kriteria minimasi total ongkos. Sistem yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sistem tidak sempurna akibat output yang dihasilkan dan adanya kesalahan dalam pemeriksaan. Produksi akan dilakukan dalam beberapa run produksi untuk pemenuhan permintaan dengan dilakukan pemeriksaan untuk setiap produk yang dihasilkan. Produk gagal akan di reject dan produk baik akan langsung dikirim. Apabila di akhir run produksi tidak dapat memenuhi permintaan, maka terjadi penalti. Pengembangan model ini dilakukan dengan tiga tahap penyelesaian. Tahap pertama menentukan permintaan yang harus dipenuhi di setiap run ke-j dan jumlah produksi yang akan dibuat dengan mempertimbangkan probabilitas cacat yang mungkin terjadi. Tahap kedua menentukan probabilitas kegagalan produk dengan menggunakan pendekatan model Astria (2006) dan probabilitas jumlah produk cacat yang mungkin terjadi pada setiap run produksi ke-j. Probabilitas jumlah produk cacat ditentukan berdasarkan distribusi binomial. Tahap ketiga menentukan variabel keputusan yaitu ukuran lot produksi di setiap run produksi ke-j dengan mempertimbangkan sistem produksi yang tidak sempurna. Tahap ketiga ini dilakukan berdasarkan prosedur pemrograman dinamis probabilistik*

**Kata kunci:** ukuran lot, sistem produksi tidak sempurna, total ongkos.

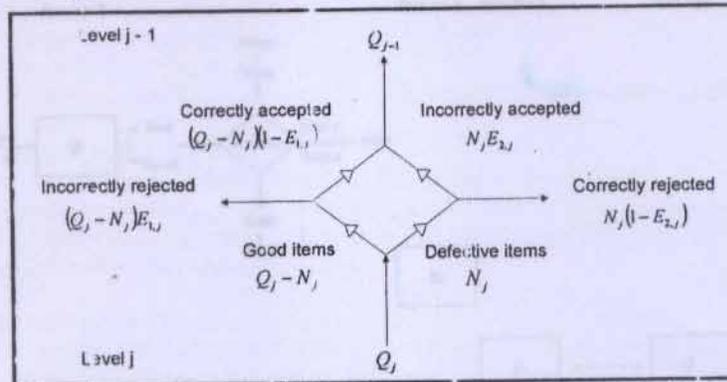
Pendahuluan

Persoalan penentuan ukuran jumlah produksi telah semakin berkembang. Bermula dari model *Economic Production Quantity (EPQ)* yang mempunyai fungsi tujuan minimasi total ongkos persediaan. Pada dasarnya model EPQ ini merupakan suatu model yang mengasumsikan bahwa proses produksi yang terjadi adalah proses yang terkendali, sehingga seluruh produk yang telah dihasilkan selalu berkualitas baik dan dapat diterima. Hal ini terjadi karena EPQ mengasumsikan fasilitas produksi yang digunakan tidak pernah mengalami kegagalan (Tersine, 1994).

Pada kenyataannya dalam suatu proses produksi tidaklah selalu sesuai dengan yang diharapkan. Proses produksi dapat bergeser menuju kondisi yang tidak terkendali secara *random* dan kemungkinan dapat terjadi dihasilkannya produk dengan kualitas yang tidak memuaskan atau berada di bawah standar. Kondisi seperti ini dapat terjadi karena fasilitas produksi yang digunakan pada umumnya tidak selalu dalam kondisi baik atau sistem produksi yang tidak sempurna.

No. : / LGR/FTI/Itenas/  
Bandung,  
Foto Copy sesuai dengan aslinya  
  
Yuniar, Ir., M.T.  
Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Beberapa penelitian mengenai sistem produksi yang tidak sempurna telah dilakukan, diantaranya Rosenblatt & Lee (1986) yang menyatakan bahwa dalam suatu produksi yang tidak sempurna (*imperfect*) akan menghasilkan produk yang baik dan produk yang cacat. Ben-Daya & Rahim (2003) mempertimbangkan bahwa kondisi produksi yang tidak sempurna, akan menghasilkan input tidak sesuai dengan *output* yang diharapkan. Hal ini dikarenakan adanya kesalahan dalam inspeksi/pemeriksaan yaitu terjadi probabilitas untuk menerima produk yang cacat dan probabilitas menolak produk yang baik. Kegagalan sistem produksi akibat kesalahan pemeriksaan tersebut ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Kegagalan Sistem Produksi Akibat Kesalahan Pemeriksaan

**Pengembangan Model**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan suatu model optimisasi lot produksi pada sistem produksi yang tidak sempurna dengan kriteria minimasi total ongkos. Dalam pengembangan model terdapat beberapa langkah untuk mencapai tujuan. Langkah dimulai dengan melakukan model konseptual karakteristik sistem, identifikasi notasi yang diperlukan serta penentuan formulasi model yang diinginkan. Model konseptual didasari berdasarkan model dasar yang dikembangkan oleh Ben-Daya & Rahim (2003). Identifikasi notasi ditentukan berdasarkan kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan model dengan ekspektasi total biaya berdasarkan dari model EPQ. Tahap selanjutnya yaitu formulasi model dimaksudkan untuk mengubah model konseptual menjadi model matematis yang lebih sederhana, sehingga dapat menggambarkan tujuan yaitu menentukan suatu model optimisasi lot produksi pada sistem produksi yang tidak sempurna berdasarkan kriteria minimasi total ongkos. Posisi penelitian ini terhadap penelitian-penelitian lain yang berkaitan dapat dilihat pada Gambar 2

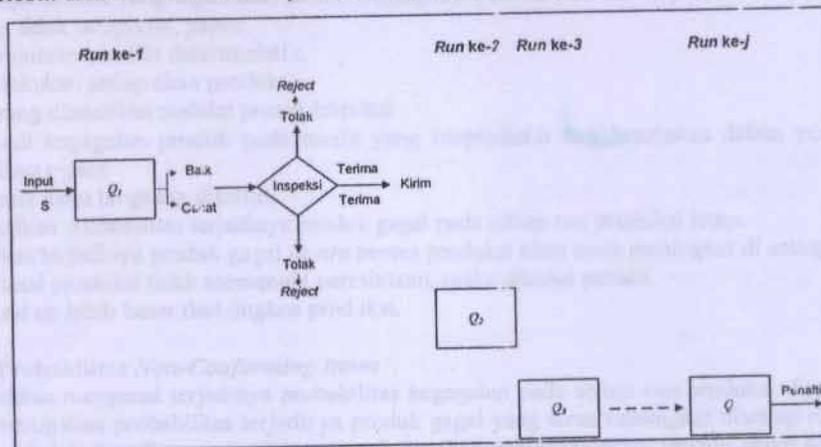
Model optimisasi lot produksi diperoleh berdasarkan konsep dasar sistem produksi yang tidak sempurna sesuai dengan kondisi pada penelitian Ben-Daya & Rahim. Komponen ongkos yang digunakan untuk ekspektasi total biaya diperoleh berdasarkan dari model EPQ.

	Model-Model		
	EPQ	Ben-Daya (2003)	Penelitian
<b>Keterangan</b>	Kontinu	Kontinu	Diskrit
<b>Pelebaran</b>	Statis & Deterministik	Dinamis & Probabilistik	Dinamis & Probabilistik
<b>Kondisi</b>	Proses selalu terkendali, sehingga seluruh produk yang dihasilkan berkualitas baik dan fasilitas produksi tidak pernah gagal/usak.	Proses tidak selalu terkendali, sehingga sistem produksi tidak sempurna ( <i>imperfect</i> ) dan kegagalan mungkin terjadi	Proses tidak selalu terkendali dengan penentuan lot produksi pada sistem tidak sempurna ( <i>imperfect</i> ) dengan kriteria minimisasi ongkos.
<b>Komponen Ongkos</b>	Ongkos <i>Set up</i> , Ongkos Produksi, Ongkos Simpan	Ongkos pengendalian kualitas, Ongkos <i>Set up</i> , Ongkos Pengadaan persediaan, Ongkos Pemeriksaan, Ongkos Perbaikan	Ongkos <i>Set up</i> , Ongkos Penalti dan Ongkos Produksi
<b>Fungsi Tujuan</b>	Minimasi total ongkos	Minimasi <i>Ekspektasi Total Cost (ETC)</i>	Minimasi <i>Ekspektasi Total Cost (ETC)</i>
<b>Varabel Keputusan</b>	$\Sigma$ Produksi, <i>Reorder point</i>	Ukuran lot produksi	$Q_j$ ; Ukuran lot produksi pada setiap <i>run</i> produksi ke- <i>j</i>
<b>Metoda Solusi</b>	Analitik	<i>Transision Probability</i>	Pemrograman Dinamis Probabilistik
<b>Status yang terungkap</b>	Tidak ditemukan dalam literatur	Produk <i>non-conforming</i>	Jumlah <i>demand</i> yang belum terpenuhi

Gambar 2. Posisi Penelitian Terhadap Penelitian-Penelitian Lain yang Berkaitan

**Karakteristik Sistem**

Sistem yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sistem yang terdiri dari *single stage*. Sistem ini akan memproduksi dalam satu *level* tanpa memperhatikan *input*, *work in process (WIP)* dan *output*, karena sistem ini memproduksi dan langsung menghasilkan produk akhir untuk memenuhi permintaan dengan melalui pemeriksaan terlebih dahulu. Sistem dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem Penelitian

Pada penelitian ini diasumsikan bahwa apabila permintaan tidak terpenuhi akan dikenai penalti yang diperhitungkan berdasarkan jumlah kekurangan per unit yang tidak terpenuhi baik akibat kegagalan pada saat proses produksi berlangsung maupun akibat adanya kesalahan dalam suatu pemeriksaan. Perusahaan akan mengalami kerugian karena ongkos penalti lebih besar nilainya dibandingkan ongkos produksi dan ongkos *set up*, sehingga kekurangan pemenuhan permintaan harus dihindari.

Sistem pada penelitian ini terdiri dari beberapa *run* produksi yaitu ( $j = 1, 2, 3, \dots, j$ ) dengan produksi diasumsikan produk bersifat *single item*. Setiap permintaan akan diproduksi oleh sebuah mesin yang memiliki kapasitas produksi tertentu. Jadi apabila permintaan lebih besar dari kapasitas produksi, maka mesin tersebut harus beroperasi lebih dari satu kali *run* produksi yaitu *run* produksi ke- $(j+1)$ .

Penggunaan lebih dari satu kali *run* produksi dapat terjadi bukan saja karena permintaan yang berjumlah melebihi kapasitas, akan tetapi dapat terjadi karena adanya kegagalan produksi pada *run* produksi ke- $j$  karena pengaruh sistem produksi yang tidak sempurna akibat kesalahan pemeriksaan. Setiap bei produksi, *set up* akan dilakukan secara bersamaan dengan datangnya lot tersebut untuk diproses pada setiap *run* produksi.

Setiap *run* produksi dalam suatu sistem akan memiliki probabilitas yang berbeda-beda yaitu probabilitas baik dan probabilitas gagal. Nilai dalam probabilitas tersebut memiliki nilai yang berbeda setiap *run* produksi sesuai dengan ukuran lot produksi. Apabila produk yang dihasilkan dalam *run* produksi ke- $j$  adalah produk cacat, maka produk cacat tersebut akan di *reject* dan proses produksi akan dilanjutkan di produksi selanjutnya, sebaliknya apabila produk yang dihasilkan adalah produk baik di *run* produksi ke- $j$  akan langsung dikirim ke konsumen.

**Daftar Notasi**

Notasi-notasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$j$  = *run* produksi, ( $j = 1, 2, 3, \dots, j$ );

$CP$  = ongkos produksi (Rp);

$U$  = ongkos *set-up* (Rp);

$\pi$  = ongkos penalti (Rp);

$Q_j$  = ukuran lot produksi di setiap *run* ke- $j$  (unit);

$S_j$  = jumlah produk yang harus dibuat di *run* ke- $j$  (unit);

$D$  = jumlah permintaan (unit);

$\alpha$  = probabilitas kesalahan menolak *conforming item* di *run* ke- $j$ ;

$\beta$  = probabilitas kesalahan menerima *non-conforming item* di *run* ke- $j$ ;

$1-\alpha$  = probabilitas kebenaran menerima *conforming item* di *run* ke- $j$ ;

$1-\beta$  = probabilitas kebenaran menolak *non-conforming item* di *run* ke- $j$ ;

$K$  = kapasitas produksi (unit);

$c_1$  = ongkos produksi per unit (Rp/unit);

$c_2$  = ongkos penalti per unit (Rp/unit);

$i$  = laju kenaikan probabilitas produk gagal (%);

$Pg_j$  = probabilitas kegagalan produksi yang mungkin terjadi di *run* ke-*j*;  
 $Pc_j$  = probabilitas jumlah produk gagal di *run* ke-*j*;

#### Asumsi-asumsi

Beberapa asumsi yang digunakan untuk mendapatkan solusi dari model penentuan ukuran lot pada sistem produksi yang tidak sempurna, yaitu:

1. Laju permintaan bersifat deterministik.
2. *Set up* dilakukan setiap akan produksi.
3. Produk yang dihasilkan melalui proses inspeksi
4. Saat terjadi kegagalan produk pada mesin yang memproduksi dan kesalahan dalam pemeriksaan, produk diasumsikan *reject*.
5. Produk baik akan langsung dikirim.
6. Laju kenaikan probabilitas terjadinya produk gagal pada setiap *run* produksi tetap.
7. Probabilitas terjadinya produk gagal dalam proses produksi akan terus meningkat di setiap *run* produksi.
8. Apabila total produksi tidak memenuhi permintaan, maka dikenai penalti.
9. Ongkos *set up* lebih besar dari ongkos produksi.

#### Pemodelan Probabilitas Non-Conforming Items

Pemodelan mengenai terjadinya probabilitas kegagalan pada setiap *run* produksi direpresentasikan oleh  $Pg_j$ .  $Pg_j$  ini merupakan probabilitas terjadinya produk gagal yang terus meningkat di setiap *run* produksi karena dipengaruhi oleh laju kenaikan probabilitas produk gagal (*i*) dan probabilitas produk gagal di *run* produksi ke-*j* = 0 ( $Pg_0$ ). Dengan menggunakan model Astria (2006), maka probabilitas kegagalan produk yang mungkin terjadi di setiap *run* produksi ke-*j* dinyatakan oleh rumus:

$$Pg_j = (1+i)^j \times Pg_0 \quad (1)$$

Dengan adanya probabilitas produk gagal pada setiap *run* produksi memberikan jumlah probabilitas yang berbeda-beda sesuai dengan jumlah permintaan dan jumlah produksi yang dilakukan untuk pemenuhan permintaan tersebut. Probabilitas jumlah produk gagal diperoleh dengan menggunakan distribusi binomial. Distribusi binomial bersifat diskrit, sehingga menaksir probabilitas dengan dua kemungkinan, yaitu sukses yang direpresentasikan sebagai *p*, dan gagal direpresentasikan sebagai *q* = 1 - *p*.

#### Pemodelan dengan Pendekatan EPQ dan Ben-Daya & Rahim (2003)

Fungsi tujuan model ini adalah menentukan model optimisasi ukuran lot produksi dalam setiap *run* produksi agar ekspektasi biaya yang dikeluarkan minimum. Meminimisasi total biaya dari suatu sistem proses produksi pada model EPQ, yaitu:

Total Biaya = Biaya Produksi + Biaya *Setup* + Biaya Simpan

$$TC = RP + \frac{RC}{Q} + \frac{Q(p-r)H}{2p} \quad (2)$$

Sistem produksi berdasarkan pendekatan Ben-Daya & Rahim (2003) dengan pengaruh terjadinya kegagalan produksi akan memberikan empat probabilitas karena kesalahan pemeriksaan setelah produksi. Dalam penelitian ini probabilitas yang digunakan adalah  $\alpha$ , 1- $\alpha$ ,  $\beta$ , dan 1- $\beta$  dengan penjelasan sebagai berikut:

1. (1- $\alpha$ ), yaitu probabilitas kebenaran karena menerima produk baik.

$$P_{1-\alpha} = (1-\alpha) \cdot [Pc_{j0} \cdot f_{j+1} \cdot (S_{j+1}) + \dots + Pc_{jK} \cdot f_{j+1} \cdot (S_{j+1})] \quad (3)$$

2. ( $\alpha$ ), yaitu probabilitas kesalahan karena menolak produk baik

$$P_{\alpha} = (\alpha) \cdot [Pc_{j0} \cdot f_{j+1} \cdot (S_{j+1}) + \dots + Pc_{jK} \cdot f_{j+1} \cdot (S_{j+1})] \quad (4)$$

3. ( $\beta$ ), yaitu probabilitas kesalahan karena menerima produk buruk

$$P_{\beta} = \beta \cdot [Pc_{j0} \cdot f_{j+1} \cdot (S_{j+1}) + \dots + Pc_{jK} \cdot f_{j+1} \cdot (S_{j+1})] \quad (5)$$

4. (1- $\beta$ ), yaitu probabilitas kebenaran karena menolak produk buruk

$$P_{(1-\beta)} = (1-\beta) \cdot [Pc_{j0} \cdot f_{j+1} \cdot (S_{j+1}) + \dots + Pc_{jK} \cdot f_{j+1} \cdot (S_{j+1})] \quad (6)$$

#### Ongkos-ongkos Selama Siklus Produksi

Ongkos-ongkos yang diperlukan dalam pengembangan model optimisasi lot produksi ini, yaitu:

1. Ongkos produksi

Ongkos produksi adalah ongkos yang timbul untuk memproses bahan baku menjadi suatu produk. Besarnya biaya produksi akan dipengaruhi oleh jumlah unit yang diproduksi pada setiap *run* produksi (*Q<sub>j</sub>*) dan biaya produksi/unit (*c<sub>j</sub>*).

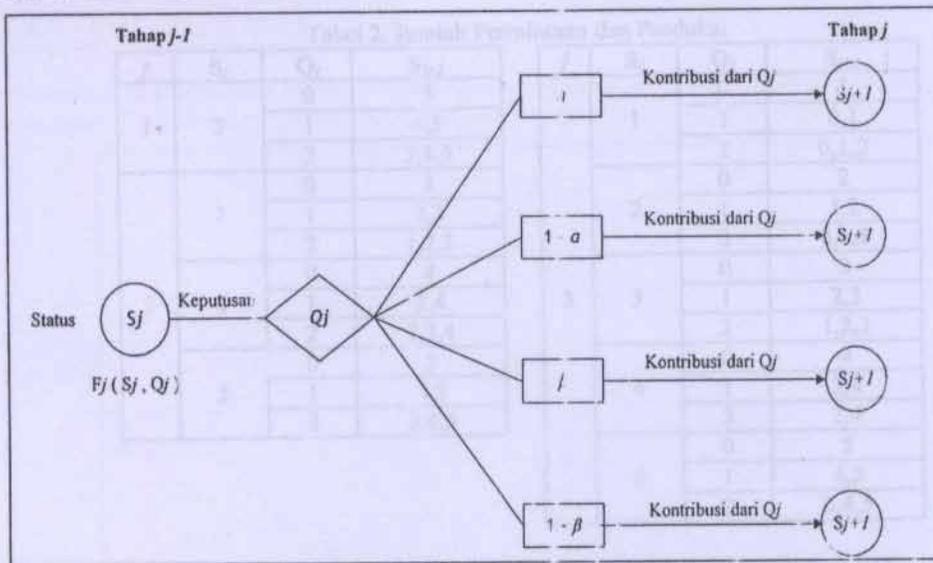
$$\text{Ongkos produksi yang digunakan: } CP = Q_j \times c_j \quad (7)$$

2. Ongkos *set up*  
Ongkos *set up* adalah seluruh biaya yang berhubungan dengan semua pengeluaran untuk persiapan produksi yang akan dilakukan. Ongkos *set up* yang digunakan:  $U$ .
3. Ongkos penalti ( $\pi$ )  
Ongkos penalti timbul karena tidak terpenuhinya permintaan. Ongkos ini dipengaruhi oleh jumlah yang masih harus diproduksi pada *run* ke- $j$  ( $S_j$ ) dan ongkos penalti unit ( $c_2$ ).  
Ongkos penalti yang digunakan:  $\pi = S_j x c_2$  (8)

**Formulasi Pemrograman Dinamis Probabilistik**

Penelitian ini memerlukan suatu model optimisasi yang dapat memberikan jawaban optimal dan dapat menjelaskan pengaruh adanya probabilitas *conforming items* dan *non-conforming items* terhadap keputusan penentuan ukuran lot produksi. Untuk mendapatkan solusi optimal dapat dipenuhi melalui pemrograman dinamis probabilistik sebagai berikut:

1. Tahap ( $j$ ): *run* produksi;  $j = 1, 2, 3, \dots, j$ .
2. Variabel keputusan ( $Q_j$ ): ukuran lot di setiap *run* produksi pada sistem produksi yang tidak sempurna dengan kriteria minimasi total ongkos.
3. Status ( $S_j$ ): jumlah permintaan yang harus dipenuhi, dipengaruhi oleh kondisi produk yaitu produk baik atau produk cacat serta kondisi produk selama dilakukan inspeksi dan terjadi kesalahan di *run* ke- $j$ . Gambar 4 menunjukkan hubungan antara status di tahap  $j$ , keputusan  $Q_j$ , dan status di tahap  $j-1$  dengan menggunakan pemrograman dinamis probabilistik.



Gambar 4. Struktur Probabilitas dan Status

4. Persamaan rekursif.  
Formulasi rekursif dari beberapa peluang dengan minimisasi  $f_j(S_j, Q_j)$  berdasarkan status ( $S_j$ ) untuk memperoleh total biaya terkecil dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$U + CP + \{f_{j+1} * (S_{j+1})\} \tag{9}$$

Dengan  $\{f_{j+1} * (S_{j+1})\}$  sebagai berikut:

$$\{\alpha \cdot [Pc_{j0} \cdot f_{j+1} * (S_{j+1}) + \dots + Pc_{jK} \cdot f_{j+1} * (S_{j+1})] + \beta \cdot [Pc_{j0} \cdot f_{j+1} * (S_{j+1}) + \dots + Pc_{jK} \cdot f_{j+1} * (S_{j+1})] + 1 - \alpha \cdot [Pc_{j0} \cdot f_{j+1} * (S_{j+1}) + \dots + Pc_{jK} \cdot f_{j+1} * (S_{j+1})] + 1 - \beta \cdot [Pc_{j0} \cdot f_{j+1} * (S_{j+1}) + \dots + Pc_{jK} \cdot f_{j+1} * (S_{j+1})]\} \tag{10}$$

**Cara Kerja Model**

Berdasarkan variabel keputusan  $Q_j$  yang dinyatakan sebagai ukuran lot produksi di setiap *run* produksi ke- $j$  pada sistem produksi yang tidak sempurna dengan kriteria minimasi total ongkos, terdapat tiga tahap yang akan dilakukan dalam menentukan variabel keputusan tersebut, yaitu:

- a. Tahap pertama, yaitu menentukan permintaan yang harus dipenuhi di setiap *run* ke- $j$  dan jumlah produksi yang akan dibuat dengan mempertimbangkan probabilitas cacat yang mungkin terjadi.

- b. Tahap kedua, yaitu menentukan probabilitas kegagalan produk dengan menggunakan pendekatan model Astria (2006) dan probabilitas jumlah produk cacat yang mungkin terjadi pada setiap *run* produksi ke-*j*. Probabilitas jumlah produk cacat ditentukan berdasarkan distribusi binomial.
- c. Tahap ketiga, yaitu menentukan ukuran lot produksi di setiap *run* produksi ke-*j* dengan mempertimbangkan sistem produksi yang tidak sempurna. Tahap ketiga ini dilakukan berdasarkan prosedur pemrograman dinamis probabilistik.

Nilai-nilai parameter yang digunakan untuk menunjukkan cara kerja model ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Nilai-nilai Parameter Cara Kerja Model

Notasi	Keterangan	Notasi	Keterangan
$j$	3	$\alpha$	0.4
$c_1$	5	$1-\alpha$	0.6
$c_2$	100	$\beta$	0.3
$U$	10	$1-\beta$	0.7
$D$	5	$Pc_0$	15%
$K$	2	$i$	20%

**Tahap 1**

Jumlah permintaan dan produksi di setiap *run* produksi ke-*j* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Permintaan dan Produksi

$j$	$S_j$	$Q_j$	$S_{j+1}$	$j$	$S_j$	$Q_j$	$S_{j+1}$
1	5	0	5	1	1	0	1
		1	4,5			1	0,1
		2	3,4,5			2	0,1,2
2	3	0	3	2	2	0	2
		1	2,3			1	1,2
		2	1,2,3			2	0,1,2
	4	0	4	3	3	0	3
		1	3,4			1	2,3
		2	2,3,4			2	1,2,3
5	5	0	5	4	4	0	4
		1	4,5			1	3,4
		2	3,4,5			2	2,4
	5	0	5	5	5	0	5
		1	4,5			1	4,5
		2	3,4,5			2	3,4,5

**Tahap 2**

Probabilitas kegagalan pada setiap *run* produksi direpresentasikan oleh  $Pg_j$  yang terus meningkat disetiap *run* produksi. Hal ini dipengaruhi oleh laju kenaikan probabilitas produk gagal ( $i$ ) dan probabilitas produk gagal di *run* produksi ke- $j = 0$  ( $Pg_0$ ). Probabilitas produk cacat yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Probabilitas Produk Cacat

$j$	Produksi	Produk cacat	Probabilitas	$j$	Produksi	Produk cacat	Probabilitas																					
1	Q = 1	0	0.741	2	Q = 2	0	0.615																					
		1	0.259			Q = 2	0	0.549	1	0.384	2	0.067	2	Q = 1	0	0.784	3	Q = 1	0	0.820	1	0.216	Q = 2	0	0.672	1	0.295	2
	Q = 2	0	0.549				1	0.384	2	0.067	2	Q = 1			0	0.784			3	Q = 1	0	0.820		1	0.216	Q = 2	0	0.672
		1	0.384		2		0.067	2	Q = 1	0			0.784	3	Q = 1	0		0.820			1	0.216		Q = 2	0		0.672	1
		2	0.067																									
2	Q = 1	0	0.784	3	Q = 1	0	0.820																					
		1	0.216			Q = 2	0	0.672	1	0.295	2	0.032																
Q = 2	0	0.672	1		0.295		2	0.032																				
	1	0.295	2		0.032																							
	2	0.032																										

**Tahap 3**

Berdasarkan hasil dari Tahap 1 dan Tahap 2 dapat dilanjutkan pada perhitungan dengan menggunakan model optimisasi lot produksi. Hasil perhitungan dengan menggunakan programan dinamis probabilistik adalah sebagai berikut:

$i = 4$

$S_4$	$f_4^*$
0	0
1	100
2	200
3	300
4	400
5	500

$i = 3$

$S_3 \backslash Q_3$	0	1	2	$f_3^*$	$Q_3^*$
1	100	63	89	63	1
2	200	163	192	163	1
3	300	263	331	263	1
4	400	363	469	363	1
5	500	463	608	463	1

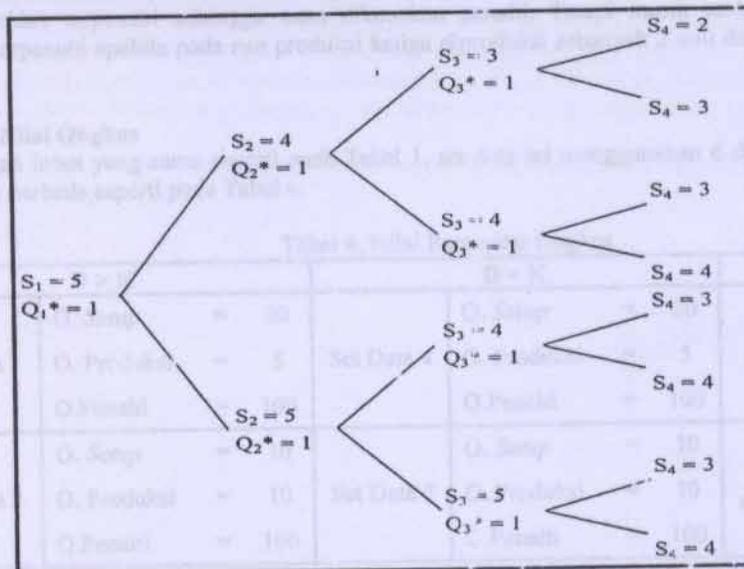
$i = 2$

$S_2 \backslash Q_2$	0	1	2	$f_2^*$	$Q_2^*$
3	263	224	265	224	1
4	363	324	399	324	1
5	463	424	532	424	1

$i = 1$

$S_1 \backslash Q_1$	0	1	2	$f_1^*$	$Q_1^*$
5	424	385	460	385	

Berdasarkan pengolahan data tersebut diperoleh solusi optimal untuk ( $Q_j^*$ ) di setiap run produksi ke- $j$ . Solusi optimal untuk  $D = 5$  dan  $K = 2$  dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Solusi Optimal Untuk  $D = 5, K = 2$

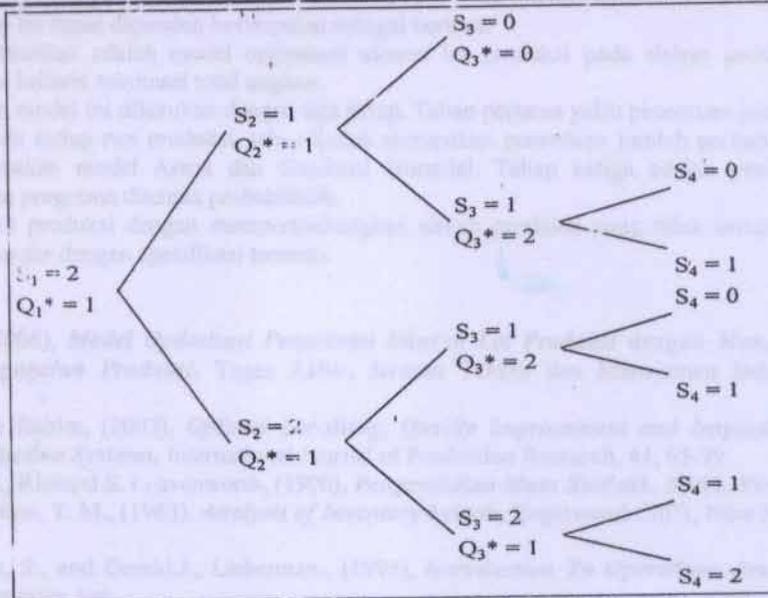
Dengan solusi optimal seperti pada Gambar 5, pada setiap run produksi hanya diproduksi sebanyak 1 unit produk. Oleh karena itu masih terdapat permintaan yang belum terpenuhi pada akhir run produksi ke-3 sehingga akan dikenakan penalti.

**Analisis Sensitivitas**

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan jumlah permintaan dan perubahan nilai ongkos terhadap hasil variabel keputusan.

**Perubahan Jumlah Permintaan**

Input yang digunakan sama dengan data pada Tabel 1, tetapi pada set data ini di'ak'akan perubahan dengan jumlah permintaan sama dengan kapasitas produksi ( $D = K$ ), dengan nilai  $D = 2$ . Dengan menggunakan tahap yang sama diperoleh solusi optimal seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Solusi Optimal Untuk  $D = K = 2$

Berdasarkan solusi optimal untuk  $D = K$ , menunjukkan bahwa perubahan jumlah permintaan cukup mempengaruhi variabel keputusan. Solusi optimal yang dihasilkan memang masih memungkinkan terjadinya permintaan tidak terpenuhi sehingga akan dikenakan penalti. Tetapi masih terdapat kemungkinan semua permintaan terpenuhi apabila pada run produksi ketiga diproduksi sebanyak 2 unit dan tidak terdapat kegagalan produksi.

**Perubahan Nilai Ongkos**

Dengan input yang sama seperti pada Tabel 1, set data ini menggunakan 6 data dengan nilai parameter ongkos yang berbeda seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Parameter Ongkos

D > K		D = K		Keterangan
Set Data 1	O. Setup = 20	Set Data 4	O. Setup = 20	Perubahan parameter terjadi pada kenaikan ongkos setup dengan awal = 10 menjadi 20
	O. Produksi = 5		O. Produksi = 5	
	O. Penalti = 100		O. Penalti = 100	
Set Data 2	O. Setup = 10	Set Data 5	O. Setup = 10	Perubahan parameter terjadi pada kenaikan ongkos produksi dengan awal = 5 menjadi 10
	O. Produksi = 10		O. Produksi = 10	
	O. Penalti = 100		O. Penalti = 100	

Tabel 4. Nilai Parameter Ongkos (lanjutan)

D > K		D = K		Keterangan
Set Data 3	O. Setup = 10	Set Data 6	O. Setup = 10	Perubahan parameter terjadi pada kenaikan ongkos penalti dengan awal = 100 menjadi 200
	O. Produksi = 5		O. Produksi = 5	
	O. Penalti = 200		O. Penalti = 200	

Solusi optimal untuk perubahan parameter ongkos set up, ongkos produksi dan ongkos penalti, menghasilkan variabel keputusan yang sama baik pada permintaan yang lebih besar dari kapasitas maupun bagi permintaan yang sama dengan kapasitas produksi. Variabel keputusan yang diperoleh adalah produksi  $Q = 1$  dengan kenaikan parameter ongkos adalah sebesar 100% untuk ongkos set up, ongkos produksi dan ongkos penalti.

**Simpulan**

Dari penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Model yang dihasilkan adalah model optimisasi ukuran lot produksi pada sistem produksi yang tidak sempurna dengan kriteria minimasi total ongkos.
- b. Proses penerapan model ini dilakukan dengan tiga tahap. Tahap pertama yaitu penentuan jumlah permintaan dan produksi pada setiap *run* produksi, tahap kedua merupakan penentuan jumlah probabilitas kegagalan dengan menggunakan model Astria dan distribusi binomial. Tahap ketiga adalah penentuan variabel keputusan dengan program dinamis probabilistik.
- c. Model ukuran lot produksi dengan mempertimbangkan sistem produksi yang tidak sempurna digunakan untuk kasus *job order* dengan spesifikasi tertentu.

**Daftar Pustaka**

1. Astria, Vera., (2006), *Model Optimisasi Penentuan Ukuran Lot Produksi dengan Memperimbangkan Probabilitas Kegagalan Produksi*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik dan Manajemen Industri, ITENAS, Bandung.
2. Ben-Daya, M & Rahim, (2003), *Optimal Lot-sizing, Quality Improvement and Inspection, Errors for Multistage Production Systems*, International Journal of Production Research, 41, 65-79.
3. Grant, Eugene L., Richard S. Leavenworth, (1996), *Pengendalian Mutu Statistik*, Jilid 2, Penerbit Erlangga.
4. Hadley, G & Within, T. M., (1963), *Analysis of Inventory System*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
5. Hiller, Frederick, S., and Gerald, J., Lieberman., (1995), *Introduction To Operations Research*, The McGraw-Hill Companies, Inc.
6. Rosenblatt, M.J., and Lee, H. L., (1986), *Economic Production Improvement and Set up Cost Reduction Processes*, III Transactions, 18, 48-55.
7. Silver, E. A & Pyke, F. D & Peterson, R., (1985), *Decision System for Inventory Management and Production Planning*, New York: John Wiley.
8. Soemadi, K., (2005), *Model Optimisasi Perawatan Mesin Reparabel dengan Mempertimbangkan Ongkos Pengendalian Kualitas*, Research Grant Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
9. Taha, H. A., (1992), *Operations Research: An Introduction*, 5<sup>th</sup> ed, Singapore, Macmillan Publishing Co.
10. Tersine, R. J., (1994), *Principles of Inventory and Material's Management*, 4<sup>th</sup> ed, Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall Inc.
11. Walpole, R. E. & Myers, R. H. (1993), *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 5<sup>th</sup> ed, New York: Macmillan Publishing Co.

**Simpulan**

Dari penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Model yang dihasilkan adalah model optimisasi ukuran lot produksi pada sistem produksi yang tidak sempurna dengan kriteria minimasi total ongkos.
- b. Proses penerapan model ini dilakukan dengan tiga tahap. Tahap pertama yaitu penentuan jumlah permintaan dan produksi pada setiap *run* produksi, tahap kedua merupakan penentuan jumlah probabilitas kegagalan dengan menggunakan model Astria dan distribusi binomial. Tahap ketiga adalah penentuan variabel keputusan dengan program dinamis probabilistik.
- c. Model ukuran lot produksi dengan mempertimbangkan sistem produksi yang tidak sempurna digunakan untuk kasus *job order* dengan spesifikasi tertentu.

**Daftar Pustaka**

1. Astria, Vera., (2006), *Model Optimisasi Penentuan Ukuran Lot Produksi dengan Mempertimbangkan Probabilitas Kegagalan Produksi*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik dan Manajemen Industri, ITENAS, Bandung.
2. Ben-Daya, M & Rahim, (2003), *Optimal Lot-sizing, Quality Improvement and Inspection, Errors for Multistage Production Systems*, International Journal of Production Research, 41, 65-79.
3. Grant, Eugene L., Richard S. Leavenworth, (1996), *Pengendalian Mutu Statistik*, Jilid 2. Penerbit Erlangga.
4. Hadley, G & Within, T. M., (1963), *Analysis of Inventory System*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
5. Hiller, Frederick, S., and Gerald, J., Lieberman., (1995), *Introduction To Operations Research*, The McGraw-Hill Companies, Inc.
6. Rosenblatt, M.J., and Lee, H. L., (1986), *Economic Production Improvement and Set up Cost Reduction Processes*, IIE Transactions, 18, 48-55.
7. Silver, E. A & Pyke, F. D & Peterson, R., (1985), *Decision System for Inventory Management and Production Planning*, New York: John Willey.
8. Soemadi, K., (2005), *Model Optimisasi Perawatan Mesin Reparabel dengan Mempertimbangkan Ongkos Pengendalian Kualitas*, Research Grant Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
9. Taha, H. A., (1992), *Operations Research: An Introduction*, 5<sup>th</sup> ed, Singapore, Macmillan Publishing Co.
10. Tersine, R. J., (1994), *Principles of Inventory and Materials Management*, 4<sup>th</sup> ed, Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall Inc.
11. Walpole, R. E. & Myers, R. H. (1993), *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 5<sup>th</sup> ed, New York: Macmillan Publishing Co.

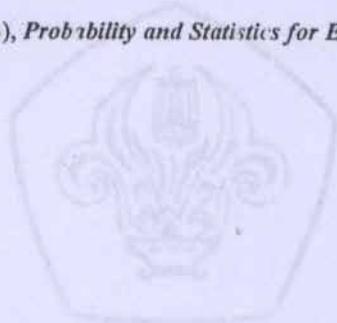
**Simpulan**

Dari penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Model yang dihasilkan adalah model optimisasi ukuran lot produksi pada sistem produksi yang tidak sempurna dengan kriteria minimasi total ongkos.
- b. Proses penerapan model ini dilakukan dengan tiga tahap. Tahap pertama yaitu penentuan jumlah permintaan dan produksi pada setiap *run* produksi, tahap kedua merupakan penentuan jumlah probabilitas kegagalan dengan menggunakan model Astria dan distribusi binomial. Tahap ketiga adalah penentuan variabel keputusan dengan program dinamis probabilistik.
- c. Model ukuran lot produksi dengan mempertimbangkan sistem produksi yang tidak sempurna digunakan untuk kasus *job order* dengan spesifikasi tertentu.

**Daftar Pustaka**

1. Astria, Vera., (2006), *Model Optimisasi Penentuan Ukuran Lot Produksi dengan Memperhatikan Probabilitas Kegagalan Produksi*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik dan Manajemen Industri, ITENAS, Bandung.
2. Ben-Daya, M & Rahim, (2003), *Optimal Lot-sizing, Quality Improvement and Inspection, Errors for Multistage Production Systems*, International Journal of Production Research, 41. 65-79.
3. Grant, Eugene L., Richard S. Leavenworth, (1996), *Pengendalian Mutu Statistik*, Jilid 2, Penerbit Erlangga.
4. Hadley, G & Within, T. M., (1963), *Analysis of Inventory System*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
5. Hiller, Frederick, S., and Gerald, J., Lieberman., (1995), *Introduction To Operations Research*, The McGraw-Hill Companies, Inc.
6. Rosenblatt, M.J., and Lee, H. L., (1986), *Economic Production Improvement and Set up Cost Reduction Processes*, IIE Transactions, 18, 48-55.
7. Silver, E. A & Pyke, F. D & Peterson, R., (1985), *Decision System for Inventory Management and Production Planning*, New York: John Wiley.
8. Soemadi, K., (2005), *Model Optimisasi Perawatan Mesin Reparabel dengan Mempertimbangkan Ongkos Pengendalian Kualitas*, Research Grant Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
9. Taha, H. A., (1992), *Operations Research: An Introduction*, 5<sup>th</sup> ed, Singapore, Macmillan Publishing Co.
10. Tersine, R. J., (1994), *Principles of Inventory and Materials Management*, 4<sup>th</sup> ed, Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall Inc.
11. Walpole, R. E. & Myers, R. H. (1993), *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 5<sup>th</sup> ed, New York: Macmillan Publishing Co.



Diselenggarakan oleh :  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara  
Jakarta