

# SISTEM PERSEDIAAN KOMPONEN PADA MESIN CETAK BERDASARKAN LAJU KERUSAKAN DI PT KARYA KITA\*

**DERRY N. SUPRIATNA, EMSOSFI ZAINI, FIFI H. MUSTOFA**

Jurusan Teknik Industri  
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: derrynugraha92@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Salah satu faktor pendukung dalam kegiatan proses produksi adalah mesin. Mesin digunakan dengan tujuan memaksimalkan produktifitas sehingga keuntungan yang didapat akan semakin besar. Namun seiring berjalannya waktu, fungsi keandalan mesin akan berkurang dan dengan pemakaian secara terus-menerus akan mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen mesin. Oleh karena itu perusahaan harus menentukan suatu sistem persediaan komponen agar jumlah persediaan di gudang tepat, untuk menentukan jumlah persediaan komponen mesin harus diketahui terlebih dahulu laju kerusakan untuk masing-masing komponen. Pada penelitian ini laju kerusakan dapat diketahui dengan melakukan uji distribusi Weibull dengan output nilai  $\beta$  (betha) dan  $\theta$  (theta) yang akan digunakan dalam menentukan nilai jumlah pemesanan dan reorder point optimal menggunakan Model Q. dengan menggunakan Model Q ini didapat penghematan (saving) untuk mesin cetak Sheet sebesar 11,079% dan untuk mesin cetak Roll/Web sebesar 6,728%.*

**Kata kunci:** sistem persediaan, komponen mesin, demand probabilistic, Model persediaan Q.

## **ABSTRACT**

*One contributing factor in the production process is the machine. It used to maximizing productivity so that the benefits will be even greater. But over time, the function of the reliability of the machine will be reduced and the use of continuously will cause damage to machine components. Therefore, companies should establish an inventory systems components so that the right amount of inventory in the warehouse, to determine the amount of supplies machine components have to know in advance the rate of damage for each components. the rate of damage can be determined by performing a Weibull distribution test with output  $\beta$  (betha) and  $\theta$  (theta) which will be used in determining the value of inventory and reorder point using a Q Model. It is obtained savings for printing machine Sheet amounted 11,079% and for Roll/Web amount 6,728%.*

**Keywords:** inventory systems, machine components, probabilistic demand, Model inventory Q.

---

\* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Persaingan pada dunia industri akhir-akhir ini sangat ketat terutama pada bidang industri manufaktur, untuk itu perusahaan dituntut untuk dapat berlomba menghasilkan produk yang baik bagi konsumen. Dalam menghasilkan suatu produk yang baik, perusahaan harus memperhatikan beberapa faktor pendukung produksi yaitu: *Men* (sumber daya manusia), *money* (uang), *materials* (bahan baku), *methods* (metoda yang digunakan) dan *machines* (mesin).

Mesin merupakan salah satu faktor utama dalam pembuatan suatu produk, jika tanpa adanya bantuan mesin, produksi tidak akan berjalan efisien karena dibutuhkan waktu dan sumber daya yang lebih dan menimbulkan permasalahan bagi suatu perusahaan. Oleh karena itu peranan mesin dalam suatu perusahaan sangatlah penting. Namun, setiap mesin memiliki keandalan yang akan berkurang seiring berjalannya waktu dan pemakaian yang terus-menerus.

PT KARYA KITA adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri percetakan buku pelajaran, novel, Al-Quran dan lain-lain. Permasalahan yang sering muncul adalah permintaan pembuatan buku yang cukup banyak dan beberapa *order* terkadang memiliki *due-date* yang bersamaan. Kondisi seperti ini memaksa mesin untuk beroperasi secara terus menerus yang mengakibatkan beberapa komponen mesin menjadi cepat rusak dan membutuhkan komponen pengganti sesegera mungkin. Jika komponen pengganti tersebut tidak tersedia, maka mesin akan berhenti beroperasi karena beberapa komponen mesin tersebut bersifat *non-repairable*. Salah satu mesin inti dari perusahaan ini adalah mesin cetak, mesin ini digunakan untuk mencetak *cover* dan isi buku. pada mesin ini pula sering mengalami kerusakan komponen.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Terdapat 2 jenis mesin cetak yang digunakan oleh perusahaan, yaitu mesin cetak *Sheet* dan mesin cetak *Roll/Web*. Kerusakan komponen pada mesin cetak tersebut akan membentuk suatu pola kerusakan, dengan kata lain komponen tersebut memiliki laju kerusakannya masing-masing. Jika laju kerusakannya tinggi, maka jumlah kerusakannya pun semakin meningkat dan semakin besar pula jumlah persediaan komponen yang harus dipersiapkan. Terlebih lagi dengan harga komponen yang cukup tinggi dan setiap pemesanan memiliki waktu ancap atau *lead time*.

Jumlah komponen pengganti harus disesuaikan dengan yang dibutuhkan, karena jika kelebihan komponen pengganti maka akan timbul kerugian berupa modal tertanam pada perusahaan. Sebaliknya, jika kekurangan komponen pengganti maka mesin akan berhenti beroperasi. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada perusahaan, maka akan dilakukan penelitian dengan menganalisis laju kerusakan setiap komponennya. *Output* dari laju kerusakan akan digunakan untuk merancang suatu sistem persediaan komponen mesin dengan jumlah pemesanan, *reorder point* yang optimal dan tingkat ketersediaan yang semaksimal mungkin. Analisis laju kerusakan komponen dilakukan dengan cara uji distribusi menggunakan uji distribusi *Weibull* yang akan menghasilkan nilai parameter *Betha* ( $\beta$ ) dan *Theta* ( $\theta$ ). Parameter tersebut digunakan untuk mencari nilai ekspektasi kebutuhan komponen yang menjadi input untuk mengitung jumlah pemesanan komponen dan *reorder point* dengan menggunakan model persediaan *Q*.

## 2. STUDI LITERATUR

### 2.1 KONSEP KEANDALAN

Keandalan adalah suatu probabilitas bahwa suatu sistem mempunyai performansi sesuai dengan yang diharapkan dalam selang waktu dan kondisi tertentu (Ebeling,1997). Sedangkan laju kerusakan adalah suatu fungsi yang menggambarkan kecepatan dari kerusakan yang terjadi pada suatu komponen. Untuk mengetahui suatu fungsi keandalan dan fungsi laju kerusakan suatu komponen maka harus dilakukan pengujian terhadap pola kerusakan komponen yang terjadi. Salah satu uji distribusi yang sering digunakan adalah uji distribusi *Weibull*.

Distribusi *Weibull* merupakan distribusi yang pemakaiannya luas dan dapat menghitung karakteristik kerusakan komponen atau peralatan. Fungsi keandalan dan laju kerusakan pada distribusi *Weibull* adalah sebagai berikut:

1. Fungsi Keandalan

$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right] \quad (1)$$

2. Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \quad (2)$$

Setelah diketahui laju kerusakan untuk masing-masing komponen maka dapat dihitung ekspektasi jumlah kerusakan yang terjadi selama selang waktu  $t_1$  sampai  $t_2$ , ekspektasi jumlah kerusakan komponen pada umur tersebut merupakan ekspektasi jumlah komponen yang dibutuhkan (*demand*). (Bahagia, 1994).

1. Ekspektasi permintaan komponen untuk selang waktu  $t_1$  sampai  $t_2$  adalah:

$$D = \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt \quad (3)$$

2. Ekspektasi permintaan komponen selama *lead time* adalah:

$$\mu = \frac{L}{T} \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt \quad (4)$$

### 2.2 SISTEM PERSEDIAAN

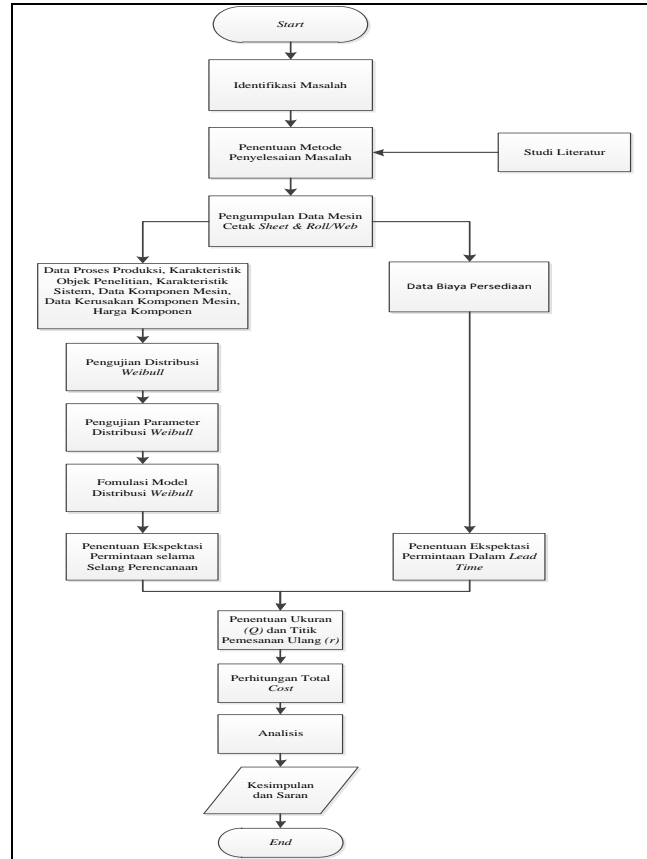
Pada dasarnya persediaan adalah suatu sumber daya menganggur (*idle resource*) yang keberadaannya menunggu untuk diproses lebih lanjut. Dalam sistem persediaan terdapat elemen biaya yang harus dikeluarkan, biaya tersebut adalah semua pengeluaran atau kerugian yang timbul sebagai akibat adanya *inventory*, baik yang berupa (*Tangible cost*) maupun (*opportunity cost*). Sistem persediaan dibagi menjadi 2 yaitu sistem persediaan deterministik dan probabilistik.

Pada deterministik jumlah persediaan bersifat pasti dan sebaliknya pada probabilistik jumlah permintaan bersifat probabilitas atau tidak pasti, jumlahnya dipengaruhi oleh *variable* lain (laju kerusakan). Hal mendasar pada model persediaan  $Q$  adalah banyaknya jumlah yang dipesan untuk setiap kali pemesanan, dan kapan pada saat yang tepat untuk dilakukan pemesanan kembali. Kekurangan persediaan dalam model  $Q$  hanya dimungkinkan terjadi pada saat *lead time*. Dalam model  $Q$  permintaan bersifat probabilistik, dalam satu periode

terjadi satu kali pengiriman, *lead time* dan harga komponen tetap. (Bahagia, 2006).

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Urutan proses dan langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mengidentifikasi permasalahan yang terjadi, yaitu menentukan jumlah persediaan komponen pengganti yang tepat berdasarkan laju kerusakan mesin untuk masing-masing komponen.
2. Penentuan metode penyelesaian masalah dengan menggunakan model persediaan  $Q$  (Bahagia, 2006).
3. Mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian, diantaranya adalah data-data biaya persediaan dan data kerusakan untuk masing-masing komponen mesin cetak *Sheet* dan *Roll/Web*
4. Melakukan uji distribusi terhadap pola kerusakan untuk masing-masing komponen dengan menggunakan uji distribusi *Weibull* dengan kriteria keputusan Jika  $M < F_{tabel, 2k_2, 2k_1}$  maka  $H_0$  diterima (pola data kerusakan mengikuti distribusi *Weibull*) dan jika  $M > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak (pola data kerusakan tidak mengikuti distribusi *Weibull*).
5. Menghitung nilai parameter distribusi, parameter yang dihasilkan dalam uji distribusi *Weibull* adalah parameter  $\beta$  (*betha*) dan  $\theta$  (*theta*). Parameter ini digunakan untuk menghitung nilai ekspektasi permintaan selama selang perencanaan dan *lead time*.
6. Menghitung nilai ekspektasi permintaan selama selang perencanaan dan *lead time*, selang perencanaan dalam penelitian ini adalah 365 hari dengan *lead time* kedatangan komponen selama 7 hari. Nilai ekspektasi ini merupakan nilai (*demand*) yang dibutuhkan

- selama selang perencanaan dan *lead time*.
7. Menghitung ukuran pemesanan dan *reorder point* optimal dengan menggunakan model persediaan  $Q$  jumlah pemesanan dan *reorder point* optimal ditentukan dengan cara iterasi. Jika nilai  $r_1$  dan  $r_2$  bernilai sama atau perbedaannya tidak signifikan, maka didapatkan  $Q$  dan  $r$  optimal. (Bahagia, 2006).
  8. Setelah didapatkan jumlah pemesanan dan *reorder point* optimal maka langkah selanjutnya adalah menentukan ongkos total yang harus dikeluarkan dalam sekali pemesanan.
  9. langkah selanjutnya adalah menganalisis laju kerusakan yang terjadi untuk masing-masing komponen, jumlah pemesanan dan reorder point optimal dan total ongkos yang harus dikeluarkan perusahaan.

#### 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

##### 4.1 PENGUMPULAN DATA

Pada pengumpulan data ini, data-data yang diperlukan untuk penelitian yaitu data karakteristik objek penelitian untuk menentukan objek yang dilakukan dalam penelitian, karakteristik sistem yang meliputi sistem perawatan komponen mesin dan sistem persediaan komponen yang diterapkan oleh perusahaan, dan data komponen mesin yang meliputi data kerusakan komponen mesin, data harga komponen dan data biaya persediaan. Data-data mesin tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1. Data Kerusakan Komponen Mesin cetak Sheet**

NO	TANGGAL	KOMPONEN	NO	TANGGAL	KOMPONEN	NO	TANGGAL	KOMPONEN
1	4-Jan-13	Sarung Roll Tinta	27	13-Jun-13	Seleniod Stopper	53	28-Dec-13	Sikring
2	7-Jan-13	Sarung Roll Air	28	15-Jun-13	Sarung Roll Tinta	54	30-Dec-13	Bearing
3	12-Jan-13	Sarung Roll Tinta	29	17-Jun-13	Seleniod Stopper	55	3-Jan-14	Blanket
4	18-Jan-13	Blanket	30	25-Jun-13	Sikring	56	13-Jan-14	Sarung Roll Air
5	2-Feb-13	Sarung Roll Tinta	31	27-Jun-13	Blanket	57	21-Jan-14	Seleniod Stopper
6	4-Feb-13	Bearing	32	2-Jul-13	Sarung Roll Air	58	3-Feb-14	Sarung Roll Tinta
7	9-Feb-13	Blanket	33	13-Jul-13	Bearing	59	21-Feb-14	Blanket
8	15-Feb-13	Sarung Roll Air	34	18-Jul-13	Blanket	60	1-Mar-14	Seleniod Stopper
9	1-Mar-13	Blanket	35	27-Jul-13	Sarung Roll Air	61	15-Mar-14	Blanket
10	2-Mar-13	Seleniod Stopper	36	2-Aug-13	Sarung Roll Tinta	62	19-Mar-14	Bearing
11	4-Mar-13	Sarung Roll Tinta	37	9-Aug-13	Seleniod Stopper	63	25-Apr-14	Sikring
12	15-Mar-13	Sikring	38	19-Aug-13	Sarung Roll Air	64	17-Apr-14	Seleniod Stopper
13	21-Mar-13	Bearing	39	5-Sep-13	Blanket	65	23-Apr-14	Sarung Roll Tinta
14	21-Mar-13	Blanket	40	7-Sep-13	Bearing	66	1-May-14	Blanket
15	30-Mar-13	Sarung Roll Tinta	41	21-Sep-13	Seleniod Stopper	67	3-May-14	Sarung Roll Air
16	13-Apr-13	Sarung Roll Air	42	24-Sep-13	Sarung Roll Tinta	68	9-May-14	Seleniod Stopper
17	13-Apr-13	Sarung Roll Tinta	43	8-Oct-13	Blanket	69	10-Jun-14	Seleniod Stopper
18	16-Apr-13	Sarung Roll Tinta	44	26-Oct-13	Sarung Roll Air	70	14-Jun-14	Sarung Roll Tinta
19	20-Apr-13	Seleniod Stopper	45	1-Nov-13	Sarung Roll Air	71	25-Jun-14	Sikring
20	29-Apr-13	Blanket	46	18-Nov-13	Blanket	72	26-Jul-14	Blanket
21	1-May-13	Sarung Roll Air	47	19-Nov-13	Sarung Roll Tinta	73	23-Aug-14	Blanket
22	3-May-13	Bearing	48	23-Nov-13	Bearing	74	12-Sep-14	Seleniod Stopper
23	13-May-13	Blanket	49	2-Dec-13	Bearing	75	20-Sep-14	Sarung Roll Air
24	21-May-13	Sarung Roll Tinta	50	7-Dec-13	Seleniod Stopper	76	4-Oct-14	Blanket
25	30-May-13	Sarung Roll Air	51	17-Dec-13	Blanket	77	13-Oct-14	Bearing
26	6-Jun-13	Blanket	52	21-Dec-13	Sarung Roll Air	78	18-Oct-14	Sarung Roll Tinta

**Tabel 2. Data Harga Komponen dan Data Biaya Persediaan**

NO	Komponen	Harga Komponen (Rp)	Ongkos Pesan (Rp)	Biaya Simpan (Rp)	Biaya Kekurangan Persediaan (Rp)
1	Sarung Roll Tinta	2,316,600.00	221,000.00	202,702.50	231,660.00
2	Sarung Roll Air	2,564,807.00		224,420.61	256,480.70
3	Blanket	800,000.00		70,000.00	80,000.00
4	Bearing	50,000.00		4,375.00	27,500.00
5	Seleniod Stopper	75,000.00		6,562.50	7,500.00
6	Sikring	275,000.00		24,062.50	5,000.00

## 4.2 PENGOLAHAN DATA

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian distribusi kerusakan komponen dengan menggunakan uji distribusi *Weibull* dengan *output* parameter dari uji distribusi ini digunakan untuk menghitung nilai ekspektasi permintaan atau nilai *demand*. Setelah nilai *demand* didapatkan kemudian menghitung jumlah pemesanan dan *reorder point* menggunakan model persediaan *Q*.

### 4.2.1 Pengujian Distribusi *Weibull* dan Penentuan Parameter

Setelah dilakukan perhitungan uji distribusi *Weibull* maka diperoleh nilai rekapitulasi sebagai berikut:

**Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Distribusi *Weibull* Mesin Cetak *Sheet***

No	Komponen	M	F Tabel	Perbandingan	Keterangan
1	Sarung Roll Tinta	0.723	2.484	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>
2	Sarung Roll Air	1.801	2.687	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>
3	Blanket	2.205	2.217	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>
4	Sikring	4.016	6.388	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>
5	Solenoid Stopper	0.895	2.753	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>
6	Bearing	1.365	3.438	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>

**Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Distribusi *Weibull* Mesin Cetak *Roll/Web***

No	Komponen	M	F Tabel	Perbandingan	Keterangan
1	Sarung Roll Tinta	2.041	2.151	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>
2	Sarung Roll Air	1.248	2.151	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>
3	Bearing	1.264	2.124	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>
4	Blanket	4.470	6.944	M<F Tabel	Pola Data Berdistribusi <i>Weibull</i>

Setelah seluruh komponen diketahui berdistribusi *Weibull* maka selanjutnya dilakukan perhitungan parameter-parameter yang akan digunakan dalam menghitung nilai ekspektasi kebutuhan komponen selama satu tahun. berikut adalah rekapitulasi nilai parameter komponen untuk kedua jenis mesin cetak.

**Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter Mesin Cetak *Sheet***

No	Komponen	a	b	$\beta$	$\theta$
1	Sarung Roll Tinta	3.739	0.859	1.165	42.042
2	Sarung Roll Air	3.799	0.714	1.400	44.665
3	Blanket	3.703	0.727	1.368	40.567
4	Sikring	4.803	0.346	2.887	121.919
5	Solenoid Stopper	3.837	0.671	1.490	46.395

**Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Parameter Mesin Cetak *Roll/Web***

No	Komponen	a	b	$\beta$	$\theta$
1	Sarung Roll Tinta	3.570	0.741	1.350	35.521
2	Sarung Roll Air	3.655	0.721	1.386	38.649
3	Bearing	3.563	0.761	1.314	35.278
4	Blanket	4.358	0.667	1.500	78.101

#### 4.2.2 Formulasi Model Distribusi Weibull

Jika parameter sudah didapatkan maka selanjutnya adalah menentukan fungsi keandalan dan laju kerusakan. Rekapitulasi fungsi keandalan dan laju kerusakan dari komponen yang diuji.

**Tabel 7. Rekapitulasi Fungsi Keandalan dan Laju Kerusakan Komponen Mesin Cetak Sheet**

Rekapitulasi Fungsi Keandalan dan Laju Kerusakan Komponen			
No	Komponen	Fungsi Keandalan	Laju Kerusakan
1	Sarung Roll Tinta	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{42,042}\right)^{1,165}}$	$h(t) = \frac{1,165}{42,042} x \left(\frac{t}{42,042}\right)^{0,165}$
2	Sarung Roll Air	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{44,665}\right)^{1,400}}$	$h(t) = \frac{1,400}{44,665} x \left(\frac{t}{44,665}\right)^{0,400}$
3	Blanket	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{40,567}\right)^{1,368}}$	$h(t) = \frac{1,368}{40,567} x \left(\frac{t}{40,567}\right)^{0,368}$
4	Sikring	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{121,9}\right)^{2,887}}$	$h(t) = \frac{2,887}{121,9} x \left(\frac{t}{121,9}\right)^{1,887}$
5	Solenoid Stopper	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{46,395}\right)^{1,490}}$	$h(t) = \frac{1,490}{46,395} x \left(\frac{t}{46,395}\right)^{0,490}$
6	Bearing	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{64,966}\right)^{1,300}}$	$h(t) = \frac{1,300}{64,966} x \left(\frac{t}{64,966}\right)^{0,300}$

**Tabel 8. Rekapitulasi Fungsi Keandalan dan Laju Kerusakan Komponen Mesin Cetak Roll/Web**

Rekapitulasi Fungsi Keandalan dan Laju Kerusakan Komponen			
No	Komponen	Fungsi Keandalan	Laju Kerusakan
1	Sarung Roll Air	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{26,714}\right)^{5,152}}$	$h(t) = \frac{5,152}{26,714} x \left(\frac{t}{26,714}\right)^{4,152}$
2	Sarung Roll Tinta	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{23,438}\right)^{4,685}}$	$h(t) = \frac{4,685}{23,438} x \left(\frac{t}{23,438}\right)^{3,685}$
3	Bearing	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{35,278}\right)^{1,314}}$	$h(t) = \frac{1,314}{35,278} x \left(\frac{t}{35,278}\right)^{0,314}$
4	Blanket	$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{78,101}\right)^{1,500}}$	$h(t) = \frac{1,500}{78,101} x \left(\frac{t}{78,101}\right)^{0,500}$

#### 4.2.3 Penentuan Ekspektasi Permintaan Dalam Selang Perencanaan dan Lead Time

Penentuan Ekspektasi Permintaan dalam Selang Perencanaan ( $D$ ) Komponen Sarung Roll Tinta Mesin Cetak Sheet.

$$D = N \int_0^{365} h(t) dt$$

$$D = 99,154 \sim 100 \text{ unit}$$

Penentuan Ekspektasi Permintaan Selama Lead Time ( $\mu$ ) Komponen Sarung Roll Tinta Mesin Cetak Sheet.

$$\mu = N \frac{L}{T} \int_0^{365} h(t) dt$$

$$\mu = 1,871 \sim 2 \text{ unit}$$

#### 4.2.4 Penentuan Ukuran Pemesanan ( $Q$ ) dan Titik Pemesanan Ulang ( $r$ ) Optimal

Jumlah pemesanan optimal ( $Q$ ) dan titik pemesanan ulang atau *reorder point* ( $r$ ) akan dihitung dengan pendekatan *Hadley* dan *Whithin*. Prosedur perhitungan ukuran pemesanan ( $Q$ ) dan titik pemesanan optimal ( $r$ ) komponen sarung roll tinta adalah sebagai berikut:

##### Iterasi 1

1. Hitung harga  $Q_1$  dengan model Wilson.

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 221.000 \times 100}{202.702,5}} = 14,766$$

$$Q_1 = \mathbf{15 \text{ Unit}}$$

2. Perhitungan peluang terjadinya kekurangan persediaan adalah:

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = \sum_{x=0}^{\infty} p(x) - \sum_{x=0}^r p(x)$$

Maka,

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 1 - \frac{hxQ_1}{Dxk} = \frac{202.702,5 \times 15}{100 \times 231660} = 0,868$$

3. Perhitungan *reorder point* ( $r$ ) dengan bantuan tabel Poisson (Tersine,1988).

Diketahui :  $\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 0,868$   
 $\mu = 2$  unit

Nilai  $\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 0,868$  dengan  $\mu = 2$  unit pada tabel poisson nilai yang mendekati

adalah  $r = 3$  dengan nilai 0,857. Maka nilai  $r$  adalah **3 unit**.

4. Menghitung ekspektasi kekurangan persediaan

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} (x-r)p(x) = \text{dengan } \mu = 2 \text{ dan } r = 3, \text{ dalam tabel poisson}$$

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = \sum_{x=0}^{\infty} p(x) = 1, \text{ hanya sampai } P(x) = 9.$$

Maka,

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} (x-r)p(x) = [(4-3)p(4)] + [(5-3)p(5)] + [(6-3)p(6)] + [(7-3)p(7)] + [(8-3)p(8)] + [(9-3)p(9)] = 0,218$$

## Iterasi 2

1. Hitung nilai  $Q_2$  dengan persamaan :

$$Q_2 = \sqrt{\frac{2AD + 2kD \cdot \sum_{x=r+1}^{\infty} (x-r)p(x)}{h}}$$

$$Q_2 = 16,367 \text{ unit} \sim \mathbf{17 \text{ unit}}$$

2. Perhitungan peluang Terjadinya kekurangan persediaan adalah:

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = \sum_{x=0}^{\infty} p(x) - \sum_{x=0}^r p(x)$$

Maka,

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 1 - \frac{hxQ_2}{Dxk} = \frac{202.702,5 \times 17}{100 \times 231660} = 0,851$$

3. Perhitungan *reorder point* ( $r$ ) dengan bantuan tabel Poisson (Tersine,1988).

Diketahui :  $\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 0,851$   
 $\mu = 2$  unit

Nilai  $\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 0,851$  dengan  $\mu = 2$  unit pada tabel poisson nilai yang mendekati

adalah  $r = 3$  dengan nilai 0,857. Maka nilai  $r$  adalah **3 unit**. Perhitungan dihentikan sampai iterasi ke-2, karena nilai  $r$  yang diperoleh dari iterasi 1 dan 2 tidak mengalami perubahan atau tetap. Maka nilai  $Q$  dan  $r$  optimal berturut-turut adalah 17 unit komponen dan 3 unit komponen.

### 4.2.5 Perhitungan Ongkos Total ( $O_T$ )

Selanjutnya adalah menghitung total ongkos berdasarkan nilai  $Q$  dan  $r$  optimal yang telah



didapatkan, perhitungan ongkos total adalah sebagai berikut:

$$O_T = (O_p) + (O_s) + (O_k)$$

$$O_T = \frac{A}{Q} \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt + h \left( \frac{Q}{2} + r - \frac{L}{T} \int_{t_1}^t h(t) dt \right) + \frac{k}{Q} \sum_{x=r}^{\infty} (x-r) p(x) \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt$$

$$O_T = \frac{221.000}{17} \times 100 + 202.702,5x \left[ \frac{17}{2} + 3 - 2 \right] + \left[ \frac{231660}{17} \times 100 \times 0,851 \right]$$

$$O_T = 4.385.677,132$$

Maka, total ongkos yang harus dikeluarkan untuk pemesanan komponen sarung roll tinta pada mesin cetak *Sheet* dengan jumlah pemesanan optimal 17 unit dan *reorder point* 3 unit adalah sebesar Rp. 4.385.677,13

#### 4.2.6 Tingkat Ketersediaan Komponen (TK) dan *Safety Stock (ss)*

Tingkat ketersediaan komponen ditentukan berdasarkan nilai ekspektasi permintaan kekurangan komponen dan nilai ekspektasi permintaan komponen selama selang perencanaan. Maka, tingkat ketersediaan komponen adalah sebagai berikut:

$$TK = 1 - \frac{1}{Q} \sum_{x=r+1}^{\infty} (x-r) p(x)$$

$$TK = 1 - \left( \frac{1}{17} \times 0,851 \right) = 0,9499$$

Tingkat ketersediaan komponen sarung roll tinta untuk mesin cetak *Sheet* adalah sebesar 0,9499 atau 94,99%. Sedangkan besarnya *safety stock* adalah  $s = r - u = 3 - 2 = 1$  unit komponen.

#### 4.2.7 Perhitungan Ongkos Total ( $O_T$ ) Perusahaan

Perhitungan ongkos total perusahaan dilakukan sebagai pembandingan total ongkos pada penelitian yang dilakukan. Nilai  $Q$  dan  $r$  yang ditetapkan oleh perusahaan dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.  $Q$  dan  $r$  Perusahaan**

Komponen	$Q$ (unit)	$r$ (unit)
Sarung Roll Tinta	15	3
Sarung Roll Air	10	3
Blanket	24	3
Sikring	30	3
Solenoid Stopper	100	3
Bearing	75	3

Maka perhitungan ongkos total perusahaan untuk komponen sarung roll tinta pada mesin cetak *Sheet* adalah sebagai berikut:

Perhitungan peluang terjadinya kekurangan persediaan komponen:

$$\sum_{x=r+1}^{\infty} p(x) = 1 - \frac{hxQ}{Dxk} = \frac{202.702,5 \times 15}{100 \times 231660} = 0,868$$

Maka,

$$O_T = (O_p) + (O_s) + (O_k)$$

$$O_T = \frac{A}{Q} \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt + h \left( \frac{Q}{2} + r - \frac{L}{T} \int_{t_1}^t h(t) dt \right) + \frac{k}{Q} \sum_{x=r}^{\infty} (x-r) p(x) \int_{t_1}^{t_2} h(t) dt$$

$$O_T = \frac{221.000}{15} \times 100 + 202.702,5x \left[ \frac{15}{2} + 3 - 2 \right] + \left[ \frac{231660}{15} \times 100 \times 0,868 \right]$$

$$O_T = 4.538.002,08$$

Maka, total ongkos yang harus dikeluarkan perusahaan untuk pemesanan komponen sarung roll tinta pada mesin cetak *Sheet* adalah sebesar Rp. 4.538.002,08.

## 5. ANALISIS

### 5.1 ANALISIS TERHADAP PENGUJIAN DISTRIBUSI KERUSAKAN

Alasan digunakannya pengujian distribusi menggunakan distribusi *Weibull* adalah untuk mengetahui laju kerusakan untuk masing-masing komponen dan parameter-parameter dari uji distribusi ini yaitu parameter  $\beta$  (*betha*) dan  $\theta$  (*theta*) digunakan sebagai inputan untuk menghitung nilai *demand* yang dibutuhkan dalam perhitungan nilai *Q*. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan, semua komponen terbukti berdistribusi *Weibull*. Situasi pada nilai  $\beta$  (*betha*) tersebut mengkonfirmasi teori berdasarkan studi literatur berkaitan dengan parameter-parameter  $\beta$  (*betha*) dan laju kerusakannya adalah benar.

### 5.2 ANALISIS JUMLAH PEMESANAN (*Q*) DAN REORDER POINT (*r*) OPTIMAL

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan didapatkan nilai *Q* dan *r* optimal untuk masing-masing komponen, berikut adalah rekapitulasi nilai sistem persediaan yang telah dihitung.

**Tabel 10. Rekapitulasi Nilai Sistem Persediaan Komponen Mesin Cetak *Sheet***

Komponen	D (Unit)	<i>u</i> (Unit)	<i>Q</i> (unit)	<i>r</i> (Unit)	OT (Rp)	TK (%)
Sarung Roll Tinta	100	2	17	3	4.385.677,13	94,9
Sarung Roll Air	152	3	19	5	6.174.979,62	95,3
Blanket	162	4	35	5	2.617.845,71	97,6
Sikring	190	4	61	5	1.507.922,64	98,8
Solenoid Stopper	174	4	111	3	709.282,93	99,6
Bearing	76	2	101	1	383.626,41	99,8

**Tabel 11. Rekapitulasi Nilai Sistem Persediaan Komponen Mesin Cetak *Roll/Web***

Komponen	D (Unit)	<i>u</i> (Unit)	<i>Q</i> (unit)	<i>r</i> (Unit)	OT (Rp)	TK (%)
Sarung Roll Tinta	186	4	23	6	6.194.422,98	96,1
Sarung Roll Air	180	4	21	6	6.671.513,55	95,7
Bearing	173	4	136	2	571.860,29	99,7
Blanket	81	2	24	3	1.855,87	96,9

### 5.3 ANALISIS PERHITUNGAN ONGKOS TOTAL

Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan, didapatkan nilai perhitungan ongkos total yang dikeluarkan pada penelitian, dan ongkos total yang dikeluarkan oleh perusahaan. Dapat dilihat pada Tabel 12 maupun Tabel 13, hasil total biaya penelitian lebih rendah dibandingkan dengan total biaya perusahaan. Hal ini disebabkan oleh jumlah pemesanan (*Q*) dan *reorder point* (*r*) yang tidak tepat pada perusahaan, karena total biaya yang dikeluarkan sangat dipengaruhi oleh banyaknya jumlah pemesanan (*Q*) dan (*r*).

**Tabel 12. Perbandingan Ongkos Total Penelitian dan Perusahaan Komponen Mesin Cetak Sheet**

Komponen	Penelitian (Rp)	Perusahaan (Rp)
Sarung Roll Tinta	4,385,677.13	4,538,002.08
Sarung Roll Air	6,174,979.63	7,508,809.75
Blanket	2,617,845.71	2,672,634.77
Sikring	1,507,922.64	1,886,645.83
Solenoid Stopper	709,282.94	746,146.03
Bearing	383,626.41	393,075.83
Jumlah	15,779,334.47	17,745,314.31
Saving (%)	11.079	

**Tabel 13. Perbandingan Ongkos Total Penelitian dan Perusahaan Komponen Mesin Cetak Roll/Web**

Komponen	Penelitian (Rp)	Perusahaan (Rp)
Sarung Roll Tinta	6,194,422.99	6,727,847.75
Sarung Roll Air	6,671,513.55	7,136,493.79
Bearing	571,860.29	676,619.17
Blanket	1,855,875.00	1,855,875.00
Jumlah	15,293,671.84	16,396,835.71
Saving (%)	6.728	

Perbaikan ongkos total *inventory (saving)* yang didapatkan untuk masing-masing mesin cetak *Sheet* dan *Roll/Web* berturut-turut sebesar 11,079 % dan 6,728 %.

#### 5.4 ANALISIS TINGKAT KETERSEDIAAN KOMPONEN

Hasil perhitungan keseluruhan komponen memiliki rata-rata tingkat ketersediaan sebesar 97,44%. Maka tingkat ketersediaan cukup tinggi namun, masih memiliki kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan meskipun nilainya sangatlah kecil.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 KESIMPULAN

1. Berdasarkan pengujian distribusi yang telah dilakukan, seluruh komponen memiliki laju kerusakan distribusi *Weibull*.
2. Situasi pada nilai  $\beta$  (*betha*) yang didapatkan mengkonfirmasi teori berdasarkan studi literatur berkaitan dengan parameter-parameter  $\beta$  (*betha*) dan laju kerusakannya adalah benar.
3. Semakin tinggi laju kerusakan, maka semakin besar pula jumlah kebutuhan komponen. Karena laju kerusakan berbanding lurus dengan jumlah kebutuhan komponen.
4. Berdasarkan rancangan sistem persediaan yang telah dibuat untuk komponen mesin cetak *Sheet* dan *Roll/Web*. Hasil perhitungan keseluruhan komponen memiliki rata-rata tingkat ketersediaan sebesar 97,44%. Hal ini menandakan bahwa tingkat ketersediaan cukup tinggi. tapi masih memiliki peluang terjadinya kekurangan persediaan dengan nilai peluang yang relatif kecil.
5. Berdasarkan rancangan sistem persediaan yang telah dibuat, perusahaan dapat menghemat biaya dibandingkan dengan kondisi perusahaan yang sekarang.
6. Perbaikan ongkos total *inventory (saving)* yang didapatkan untuk masing-masing mesin cetak *Sheet* dan *Roll/Web* berturut-turut sebesar 11,079 % dan 6,728 %.

### 6.2 SARAN

Perusahaan sebaiknya menentukan rancangan sistem persediaan komponen mesin berdasarkan laju kerusakan komponen mesin tersebut agar jumlah persediaannya optimal dan dapat meminimasi kekurangan persediaan komponen, maupun kelebihan persediaan komponen dan perbaikan ongkos total (*saving*) masih dapat diminimasi dengan melakukan satu kali pemesanan untuk keseluruhan komponen (*multy item*).

## **REFERENSI**

Bahagia, S.N., 1994, Pengembangan Model Persediaan Komponen Suku Cadang Yang Mempunyai Laju Kerusakan Tidak Konstan, *Teknik dan Manajemen Industri*, no 10, hal 11-18, Januari 1994.

Bahagia, S.N., 2006, Sistem Inventori, Penerbit ITB, Bandung.

Ebeling, Charles E. 1997, *An Introduction to Reability and Maintainability Engineering*, McGraw Hill, Singapore.

Hadley, G dan Within, T. M. 1963, *Analysis of Inventory Systems*, Prentice Hall, USA.

Tersine, Richard J., Principles of Inventory and Material Management, Prentice Hall International Inc, New Jersey, 1994.