

# ANALISIS KEBIJAKAN PERAWATAN DAN PENENTUAN JUMLAH PERSEDIAAN SUKU CADANG ROLL KARET YANG OPTIMAL DI PT. MASSCOM GRAPHY SEMARANG

Buyung Widiatama <sup>1)</sup>, Rudi Tjahyono <sup>2)</sup>, Dwi Nurul Izzhati <sup>3)</sup>

Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik

Universitas Dian Nuswantoro Semarang

E-Mail: [Buyung.widiatama@yahoo.com](mailto:Buyung.widiatama@yahoo.com) <sup>1)</sup>, [rudi@dosen.dinus.ac.id](mailto:rudi@dosen.dinus.ac.id) <sup>2)</sup>, [Dwinurul@dosen.dinus.ac.id](mailto:Dwinurul@dosen.dinus.ac.id) <sup>3)</sup>

## Abstrak

PT. Masscom Graphy Semarang merupakan perusahaan percetakan dan penerbitan. Pada awal berdirinya PT. Masscom Graphy hanya mencetak Harian Suara Merdeka, tetapi kemudian berkembang pada pekerjaan lain, antara lain Cetak Surat Kabar, Cetakan Tabloid, Cetakan Majalah, Cetakan Umum, Cetakan Buku yang diproduksi melalui mesin-mesin Goss Urbanite, Goss Community, Manugraf. Penelitian ini mendeskripsikan pemilihan kebijakan *repair* dan *preventive maintenance* untuk mesin cetak Goss Community pada komponen Roll Karet dan penentuan jumlah persediaan suku cadang Roll Karet yang optimal, dimana pada komponen ini frekuensi kerusakan tinggi. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan suatu penelitian untuk memilih kebijakan *repair* dan *preventive maintenance* yang efektif dan efisien dengan mempertimbangkan faktor biaya, frekuensi *breakdown* dan waktu *downtime*. Tahapan yang digunakan dalam penyelesaian masalah dengan menentukan distribusi frekuensi *breakdown*, menghitung biaya kebijakan perawatan, memilih alternatif kebijakan berdasarkan besarnya biaya perawatan untuk komponen Roll Karet. Dari hasil pengolahan dan analisa data, diperoleh alternatif kebijakan *repair* dan *preventive maintenance* sebagai alternatif yang dapat menurunkan biaya perawatan dan frekuensi *breakdown*. Dari hasil perhitungan pada pengolahan data diperoleh hasil *Repair* sebesar Rp. 6.538.461,25. Sedangkan hasil *Preventive Maintenance* dengan periode  $n = 4$  sekali sebesar Rp. 5.089.969,593. Dapat dilihat bahwa biaya *Preventive Maintenance* lebih kecil dibandingkan dengan *Repair*. Sehingga kebijakan *Preventive Maintenance* merupakan kebijakan yang sebaiknya digunakan oleh perusahaan. Sedangkan untuk pengendalian persediaan yang optimal didasarkan interval waktu penggantian konstan untuk *Preventive Maintenance* komponen Roll Karet diperoleh dengan lead time 2 minggu, jumlah pemesanan minimum 3 unit, frekuensi pemesanan 9 kali, waktu interval pemesanan 40 hari, pemesanan kembali 3 unit, dengan total biaya minimum Rp.48.292.420.

**Kata Kunci :** PT. Masscom Graphy, *Preventive Maintenance Policy*, *Repair Policy*, *Breakdown*, Persediaan Suku Cadang Yang Optimal.

## Abstract

PT. Masscom Graphy Semarang is a printing and publishing company. At the beginning of the establishment of PT. Masscom Graphy scored only Daily Independent Voice, but then developed on other work, including Print newspapers, Tabloid Magazine Prints, Prints, prints, prints General books produced through machines Goss Urbanite, Goss Community, Manugraf. This study describes the selection policy of repair and preventive maintenance for the printing press Goss Community on the component Roll rubber and the determination of the amount of inventory spare parts Rubber Roll that is optimal, which at this frequency component damage is high. These things need to be done on the basis of a research policy for selecting repair and preventive maintenance of effective and efficient taking into account the cost factor, the frequency of breakdown and time of downtime. The stages were used in the settlement of the problem

by determining the frequency distribution breakdown, calculate the cost of care policy, choose alternative policies based on the magnitude of the costs of care for Rubber Roll component. From the results of the processing and analysis of data, obtained an alternative policy of repair and preventive maintenance as an alternative that can lower the cost of care and the frequency of breakdown. From the results of the calculations on the data processing results obtained Repair amounting to Rp. 6,538,461.25. While the results of the Preventive Maintenance with a period of  $n = 4$  once amounted to Rp. 5,089,969.593. It can be seen that the cost of Preventive Maintenance is smaller compared with the Repair. So the policy of Preventive Maintenance is a policy that should be used by the company. As for the optimal inventory control based constant replacement intervals for Preventive Maintenance of components Roll Rubber obtained with a lead time of 2 weeks, the minimum number of bookings 3 units, frequency reservation 9 times, the time interval is 40 days, booking reservations back 3 units, with a total minimum fee of Rp. 48.292.420.

**Keywords:** *PT. Masscom Graphy, Preventive Maintenance Policy, Repair Policy, Breakdown, Optimal Spare Parts Inventory.*

## 1. PENDAHULUAN

Sebuah perusahaan besar tentunya harus memperhatikan kualitas dari produknya. Salah satu perusahaan percetakan terbesar di Indonesia khususnya di daerah provinsi Jawa Tengah, PT. Masscom Graphy tentunya benar-benar memperhatikan kualitas produknya.

Berbicara dengan kualitas produk yang dihasilkan berhubungan erat dengan tenaga sumber daya (karyawan) yang professional dan juga kondisi mesin yang prima dalam digunakan. Kondisi mesin yang prima atau tahan terhadap kerusakan berhubungan erat dengan kebijakan sistem perawatan (*maintenance*) yang diterapkan dalam perusahaan.

Sulitnya memprediksi kapan mesin mengalami kerusakan (*breakdown*). Kondisi tersebut menyebabkan diperlukan tersedianya suku cadang komponen yang memadai pada saat dibutuhkan. Tersedianya bahan dan peralatan / mesin yang dibutuhkan merupakan salah satu faktor yang penting untuk menjamin kelancaran proses produksi. Tanpa adanya sistem persediaan yang baik, perusahaan akan dihadapkan pada permasalahan yang dapat mengganggu kelancaran proses produksinya, maka perlu diadakan persediaan baik bahan maupun peralatan / mesin untuk memenuhi kebutuhan.

Memprediksikan secara tepat memang sulit, oleh karena itu perlu direncanakan agar persediaan tidak terlalu besar dan juga tidak terlalu kecil. Sutrisno (2003:96) mengatakan bila persediaan ditentukan terlalu besar akan menghadapi berbagai resiko seperti besarnya beban biaya yang harus ditanggung, memperbesar biaya penyimpanan dan pemeliharaan di gudang, memperbesar kemungkinan kerugian karena kerusakan dan turunnya kualitas bahan, sehingga semua ini akan memperkecil keuntungan yang akan

didapat perusahaan. Demikian pula sebaliknya, bila persediaan terlalu kecil akan mempunyai efek yang menekan keuntungan juga, karena kemungkinan kekurangan bahan baku mengakibatkan perusahaan tidak bisa bekerja dengan luas produksi yang optimal.

PT. Masscom Graphy adalah perusahaan yang bergerak di bidang percetakan. Tingginya permintaan akan surat kabar di PT. Masscom Graphy tidak diimbangi dengan proses perawatan yang tepat pada setiap mesin. Hal ini dibuktikan masih banyaknya jumlah kerusakan yang terjadi, dari data kerusakan pada mesin cetak *Goss Community* pada bulan April 2013 sampai bulan Maret 2014 dengan total ada 389 kali kerusakan dan komponen yang paling banyak mengalami kerusakan adalah komponen Roll Karet dengan total 86 kali kerusakan.

Karena banyaknya mesin / peralatan yang digunakan maka dicari yang paling sering mengalami kerusakan dengan membandingkan jumlah kerusakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan ketentuan kebijakan perawatan di PT. Masscom Graphy pada mesin cetak *Goss Community* dan menghasilkan ketentuan level persediaan suku cadang yang sering mengalami kerusakan (*breakdown*) serta waktu pemesanannya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Tidak ada mesin maupun peralatan yang mampu memproduksi selamanya, beberapa mampu bertahan atau bekerja sesuai standar operasional. Kebutuhan perawatan umumnya juga didasarkan pada prediksi kegagalan nyata atau standar idealnya.

### a. Variabel Keputusan Sistem Perawatan

Ada empat variabel keputusan dalam kebijakan sistem perawatan, yaitu :

1. Apa yang harus dirawat ?  
Suatu sistem produksi biasanya terdiri dari banyak komponen dalam bentuk fasilitas kerja, proses produksi dan sistem manusia-mesin. Untuk tujuan dilakukannya perawatan, maka komponen sistem produksi dapat di kelompokkan dengan menggunakan analisis ABC, yang berdasarkan reability secara keseluruhan dan akibatnya pada biaya biaya operasional total.
2. Bagaimana perawatan tersebut dilaksanakan?  
Setelah ditentukannya komponen yang akan dirawat, maka perlu juga untuk menentukan bagaimana perawatan tersebut dilakukan. Dalam menentukannya perlu diperhatikan alternatif yang dapat dilakukan untuk merawat komponen agar kondisi operasinya memuaskan dan juga dengan biaya yang minimum.
3. Oleh siapa perawatan tersebut dilaksanakan?  
Tergantung dari teknologi proses produksi yang digunakan dan permintaan pelayanan perawatan, program perawatan dapat dilakukan oleh pihak internal maupun eksternal perusahaan. Untuk sistem produksi dengan teknologi yang sederhana, sebaiknya dilakukan perawatan oleh pihak internal perusahaan saja. Pertimbangan yang utama dalam menentukan pihak mana yang akan melakukan perawatan adalah tentunya yang membutuhkan biaya yang terendah.
4. Dimana perawatan tersebut dilaksanakan ?  
Kegiatan perawatan yang dilakukan sebaiknya ditentukan tempatnya, apakah akan dilakukan secara sentralisasi ataupun desentralisasi. Keputusan tersebut tergantung dari biaya dan banyaknya perawatan, kemampuan operaor perawatan yang dibutuhkan, tingkat keparahan kerusakan, jarak supplier *sparepart*, dan lain-lain.

**b. Input, Output dan Pembatasan Sistem Perawatan**

Dalam menentukan jadwal yang optimal dalam pelaksanaan perawatan, dibutuhkan informasi mengenai :

1. Data tentang peralatan itu sendiri, yakni mengenai *operating time* dan *repair* yang dilakukan.
2. Biaya untuk sparepart dan kru yang dibutuhkan.
3. Akibat dari downtime terhadap kerugian produksi

Output dari sistem perawatan adalah sebagai berikut :

1. Jadwal dari kebijakan yang telah dipilih
2. Laporan

Semua alternative yang ada memiliki beberapa *Constraint*, yaitu :

1. *Agregat planning* dan *capital budgeting*, memberikan batasan bagi pertanyaan bagaimana. Hal ini berhubungan dengan persediaan sparepart dan jumlah kru yang ada.
2. Desain dari sistem produksiyang ada, hal ini merupakan constraint bagi pertanyaan apa, siapa, dimana dan bagaimana.

**c. Pemilihan Kebijakan Sistem Perawatan**

Dalam memilih antara kebijakan *repair maintenance* dan *preventive maintenance*, dapat dilakukan dengan perhitungan menggunakan metode-metode yang telah ada dengan tujuan untuk mencari biaya total *maintenance (Total Maintenance Cost)* yang paling rendah. Metode tersebut antara lain :

1. Metode *Repair Policy (Kebijakan Repair)*  
Metode Repair Policy (kebijakan repair) dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TMC (repair policy) = TCr$$

$$TCr = B \cdot Cr$$

$$B = \frac{N}{TB}$$

$$TB = \sum_{1}^n p_i T_i$$

Dimana :

TCr = Biaya perbaikan yang diperkirakan / minggu.

B = Jumlah rata-rata breakdown / minggu untuk N mesin.

Cr = Biaya perbaikan.

Tb = Rata-rata runtime per mesin sebelum rusak.

N = Jumlah mesin.

2. Metode *Preventive Maintenance Policy (Kebijakan Preventive Maintenance)*

Metode *Preventive Maintenance* (kebijakan *preventive*) dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TMC (n) = TCr (n) + TCM (n)$$

Dimana :

TMC (n) = Biaya total perawatan per minggu

TCr (n) = Biaya repair per periode

TCM (n) = Biaya preventive maintenance per minggu

n = Jumlah periode

Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam menentukan kebijakan preventive maintenance adalah sebagai berikut :

1. Hitung jumlah *breakdown* kumulatif yang diharapkan dari kerusakan (Bn) untuk semua

- mesin selama periode *preventive maintenance* (n).
2. Tentukan jumlah rata-rata *breakdown* per minggu (B) dengan menentukan perbandingan jumlah *breakdown* kumulatif (Bn) dengan periode *preventive maintenance* (n).
  3. Perkiraan biaya *repair* per periode
 
$$TCr(n) = \left(\frac{Bn}{n}\right) Cr$$
  4. Perkiraan biaya *preventive maintenance* per periode
 
$$TCm(n) = \frac{N \cdot Cm}{n}$$
  5. Biaya total perawatan
 
$$TMC(n) = TCr(n) + TCm(n)$$

Setiap perusahaan, baik perusahaan perdagangan atau perusahaan industri selalu memerlukan persediaan. Tanpa adanya persediaan, perusahaan akan dihadapkan pada resiko bahwa perusahaannya pada suatu waktu tidak dapat memenuhi keinginan para pelanggannya, dan terhambatnya proses produksi. Hal ini mungkin terjadi, karena tidak selamanya suku cadang tersedia pada setiap saat, yang berarti perusahaan akan kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan yang seharusnya didapat.

### 1. Economic Order Quantity (EOQ)

Jumlah pemesanan yang dapat meminimumkan total biaya persediaan disebut *Economic Order Quantity* (EOQ).

Untuk memperoleh biaya minimum setiap kali pemesanan (EOQ), dapat dilakukan dengan cara menderivikasikan total biaya dengan jumlah pemesanan (Q) dan disamakan dengan nol.

$$\frac{dTC(Q)}{dQ} = \frac{H}{2} - \frac{CR}{Q} = 0$$

Dari persamaan tersebut dapat ditemukan rumus EOQ sebagai berikut :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2CR}{PT}} = EOQ$$

Dari EOQ tersebut dapat diketahui jumlah frekuensi pemesanan selama satu atau F, dan interval antara pemesanan atau V, dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Frekuensi pemesanan selama satu tahun} = F = \frac{R}{Q^*} = \sqrt{\frac{HR}{2C}}$$

$$\text{Waktu interval pemesanan} = V = \frac{1}{F} = \frac{Q^*}{R} = \sqrt{\frac{2C}{HR}}$$

Formulasi berikut ini dapat digunakan untuk menentukan kapan melakukan pemesanan kembali apabila tenggang waktu pemesanan L ditentukan dalam bulan maupun minggu.

$$B = \frac{RL}{12} = \text{ROP unit}$$

$$B = \frac{RL}{52} = \text{ROP unit}$$

Jika jumlah pemesanan kembali (B) lebih kecil dari jumlah pemesanan (Q) atau  $B < Q$ , maka tidak akan pernah terjadi kekurangan persediaan. Jika jumlah pemesanan kembali (B) lebih besar dari jumlah pemesanan (Q) atau  $B > Q$ , maka akan terjadi kekurangan persediaan dalam setiap pemesanan.

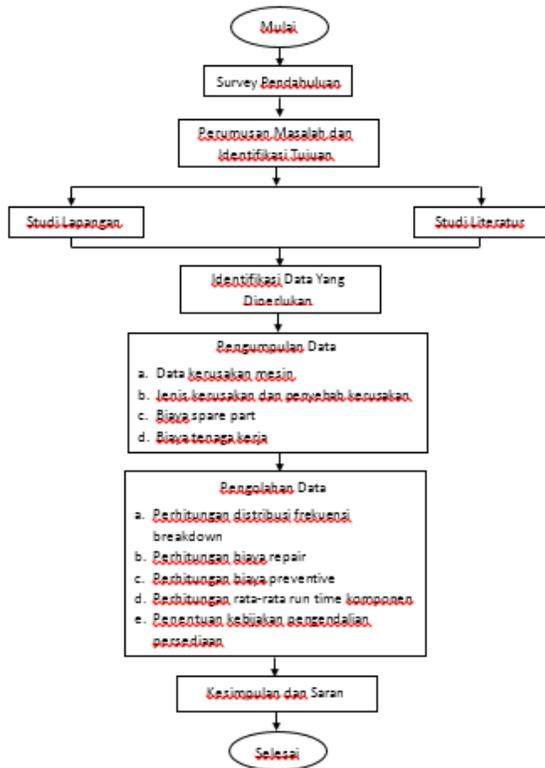
Total biaya minimum per tahun dapat ditentukan dengan mengganti Q menjadi  $Q^*$  yang terdapat dalam rumus *total annual cost*. Rumus total biaya minimum per tahun adalah sebagai berikut :

$$TC(Q^*) = PR + HQ^*$$

### 3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di PT. Masscom Graphy yang berlokasi di Jln. Raya Kaligawe km 5 Semarang. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya data primer dan data sekunder, dimana data primer berasal langsung dari obyek penelitian, sedangkan data sekunder berasal dari jurnal dan buku-buku pustaka.

Langkah-langkah alur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data yang digunakan :

Tabel 1. Harga Komponen Roll Karet

Jenis Komponen	Harga	Jumlah
Roll Karet	Rp. 500.000	1

Perhitungan frekuensi distribusi *breakdown* komponen roll karet ini dilakukan dengan cara membagi jumlah komponen yang mengalami *breakdown* pada periode tertentu dengan jumlah seluruh *breakdown* komponen yang ada.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Breakdown

Periode	Kurun Waktu (Tahun 2012)	Jumlah Breakdown	Probabilitas
1	1 April - 14 April	9	0.138
2	15 April - 28 April	6	0.092
3	29 April - 12 Mei	7	0.108
4	13 Mei - 26 Mei	5	0.077
5	27 Mei - 9 Juni	8	0.123
6	10 Juni - 23 Juni	5	0.077
7	24 Juni - 7 Juli	6	0.092
8	8 Juli - 21 Juli	9	0.138
9	5 Agustus - 18 Agustus	8	0.123
10	19 Agustus - 31 Agustus	2	0.031
	Jumlah	65	100%

#### Perhitungan Biaya Repair (Cr)

Biaya perbaikan atau *repair Cost* (Cr) diperoleh dari biaya tenaga kerja ditambah biaya komponen, seperti persamaan dibawah ini.

$$Cr = ( ( \text{Biaya Tenaga Kerja} \times \text{Waktu Kerja} \times \text{Jumlah Tenaga Kerja} ) + ( \text{Biaya Komponen} ) )$$

Biaya *repair* yang diperoleh untuk komponen Roll Karet sebesar Rp. 523.076,9/*repair*.

#### Perhitungan Biaya Perawatan Preventive (Cm)

Biaya perawatan *preventive* (Cm) adalah biaya yang dikeluarkan setiap perawatan rutin, meliputi biaya tenaga kerja dan biaya perawatan. Sehingga biaya perawatan *preventive* untuk komponen Roll Karet sebesar Rp. 48.632,46 / 2 minggu.

#### Biaya Repair yang Diperkirakan

Biaya yang timbul dalam *repair policy* ini adalah biaya *repair* dan biaya *downtime*, dimana persamaannya matematisnya dapat dilihat dibawah ini.

$$TMC (\text{repair policy}) = TC_r + TC_d$$

Oleh karena itu dalam penentuan biaya produksi sebuah Koran harian jadi memerlukan proses yang cukup panjang, maka dapat diasumsikan bahwa *cost of downtime* dapat diabaikan ( $TC_d = 0$ ). Sehingga biaya *repair* untuk komponen Roll Karet sebesar Rp.6.538.461,25 per 2 minggu /1 periode.

#### Biaya Preventive Maintenance Policy yang Diperkirakan

Biaya *preventive maintenance Policy* yang diperkirakan terdiri dari biaya perbaikan dan biaya perawatan. Hasil perhitungan lengkapnya dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Biaya preventive – maintenance policy yang diperkirakan

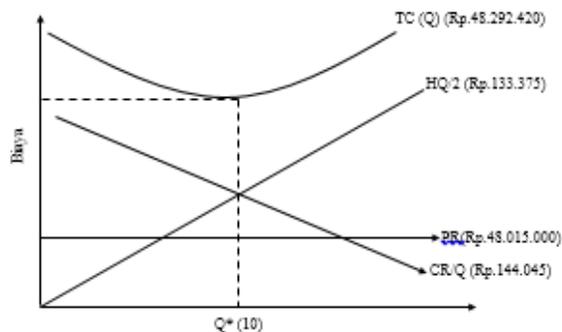
No	N	B <sub>n</sub>	B	TC <sub>r</sub> (n)	TC <sub>m</sub> (n)	TC <sub>d</sub> (n)	TMC
		Roll Karet /n minggu	Roll Karet /n minggu	(Rp/minggu)	(Rp/minggu)	(Rp/minggu)	(Rp/minggu)
1	1	8,97	8,97	4.691.999,793	3.161.109,9	0	7.853.109.693
2	2	16,19	8,098	4.235.876,736	1.580.554,95	0	5.816.431.686
3	3	25,02	8,34	4.362.461,346	1.033.703,3	0	5.416.164.646
4	4	32,88	8,22	4.299.692.118	790.277.475	0	5.089.969.593
5	5	44,25	8,85	4.629.230.565	632.221,98	0	5.261.452.543
6	6	53,07	8,84	4.623.999.796	526.831,65	0	5.150.831.446
7	7	65,10	9,36	4.893.999.784	451.387.128	0	5.347.386.912
8	8	81,30	10,16	5.314.461.304	395.138.737	0	5.709.600.041
9	9	98	10,88	5.691.076.672	351.234.433	0	6.042.311.103
10	10	110,71	11,071	5.790.984.38	316.110,99	0	6.107.095.33

Dari hasil perhitungan pada pengolahan data diatas diperoleh hasil *Preventive / Total Maintenance Cost* yang termurah pada alternative penjadwalan

*preventive maintenance* adalah dengan periode  $n = 4$  sekali sebesar Rp. 5.089.969,593. Sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan *repair* lebih tinggi dibandingkan dengan melakukan *Total Maintenance Cost* (TMC) yaitu sebesar Rp. 6.538.461,25. Kebijakan yang paling optimal adalah kebijakan yang mempunyai total biaya terkecil.

### Perhitungan Pengendalian Persediaan Suku Cadang Roll Karet yang Optimal

Persediaan didasarkan pada permintaan tetap interval waktu penggantian konstan hasil perhitungan waktu penggantian interval konstan untuk *preventive maintenance* sebagai dasar perusahaan dapat membeli atau membuat item jumlah yang paling ekonomis dari perhitungan didapatkan interval *preventive maintenance* yang optimal untuk komponen Roll Karet adalah dengan periode  $n = 4$  sekali, dimana diketahui perusahaan mengeluarkan biaya pemesanan 3% dari harga barang per unit. Dengan adanya barang yang disimpan maka perlu membayar biaya lain yang berkaitan dengan penyimpanan sebesar 5%, sehingga pengendalian persediaan optimal dengan solusi model deterministik, adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.** Total Biaya Persediaan Per tahun

Pengendalian persediaan optimal didasarkan interval waktu penggantian konstan untuk *preventive maintenance* komponen Roll Karet diperoleh dengan lead time 2 minggu, jumlah pemesanan minimum 3 unit, frekuensi pemesanan 9 kali, waktu interval pemesanan 40 hari, pemesanan kembali 3 unit, dengan total biaya minimum Rp.48.292.420.

## 5. KESIMPULAN

Dari pembahasan dan analisa yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kebijakan *preventive maintenance* lebih optimal dari pada kebijakan perbaikan / *repair policy* karena biaya *preventive maintenance* dengan

periode  $n = 4$  sekali untuk roll karet sebesar Rp. 5.089.969,593 lebih murah dibandingkan dengan biaya perbaikan / *repair policy* yaitu sebesar Rp. 6.538.461,25 per 2 minggu atau 1 periode. Penerapan kebijakan *preventive maintenance* dinilai lebih tepat digunakan PT. Masscom Graphy karena dapat mengurangi frekuensi breakdown, meningkatkan produktivitas mesin, dan menghemat total biaya perawatan komponen roll karet yang dikeluarkan perusahaan sebesar 22,15 % sehingga perusahaan dapat mengalokasikan dana pada hal – hal yang berguna.

2. Pengendalian persediaan optimal didasarkan interval waktu penggantian konstan untuk *preventive maintenance* komponen Roll Karet diperoleh dengan lead time 2 minggu, jumlah pemesanan minimum 3 unit, frekuensi pemesanan 9 kali, waktu interval pemesanan 40 hari, pemesanan kembali 3 unit, dengan total biaya minimum Rp.48.292.420.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofian, 1999, *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Keempat, Jakarta : Erlangga.
- Asyari Daryus, 2007, *Manajemen Pemeliharaan Mesin*, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Darma Persada Jakarta.
- Barry, Jay. 2001, *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi*. Edisi 1. Jakarta : Salemba Empat.
- Corder, Anthony, 1992, *Teknik Manajemen Pemeliharaan*, Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Dhillon, 2006, *Maintainability, Maintenance, and Reliability For Engineers*, ERC / Taylor & Francis.
- Freddy, Rangkuti. 2004. *Manajemen Persediaan*, Penerbitan PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Kostas, Dervitsiotis, 1981. *Operating Management. 2<sup>nd</sup> Edition*. New York : Mc Graw Hill International Book Company.
- Manahan P. Tampubolon, 2004. *Manajemen Operasional*, Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Supandi. 1990. *Manajemen Perawatan Industri*. Bandung : Ganeca Exact Bandung.
- Sutrisno, 2003. *Manajemen Keuangan (Teori, Konsep dan Aplikasi)*. Edisi Pertama. Yogyakarta : Ekonisia
- Yamit Zulian, 1999, *Manajemen Persediaan*, Penerbit Ekonisia UII, Yogyakarta.