

**ANALISIS KEBIJAKAN PENGADAAN *SPAREPART* UNTUK  
MENGURANGI *OPPORTUNITY LOST* MENGGUNAKAN  
*CONTINUOUS REVIEW* DAN *PERIODIC REVIEW*  
(Studi Kasus di PT. Mega Andalan Kalasan)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



**Nama : Sabila Yusrina Hassani**

**No. Mahasiswa : 10 522 055**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2014**

## PERNYATAAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 15 November 2014



Sabila Yusrina Hassani


NIM 10522055

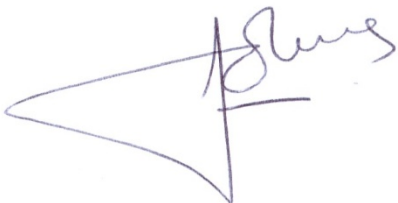
**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING****ANALISIS KEBIJAKAN PENGADAAN SPAREPART UNTUK  
MENGURANGI OPPORTUNITY LOST MENGGUNAKAN  
CONTINUOUS REVIEW DAN PERIODIC REVIEW  
(Studi Kasus di PT. Mega Andalan Kalasan)**

الجامعة الإسلامية  
Yogyakarta, 26 November 2014

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II**

  
**Agus Mansur, H, ST, M.Eng.Sc**

  
**Joko Sulistio, ST., M.Sc**

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**ANALISIS KEBIJAKAN PENGADAAN SPAREPART UNTUK  
MENGURANGI OPPORTUNITY LOST MENGGUNAKAN  
CONTINUOUS REVIEW DAN PERIODIC REVIEW  
(Studi Kasus di PT. Mega Andalan Kalasan)**

### TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Sabila Yusrina Hassani

No. Mahasiswa : 10 522 055

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 26 November 2014

Tim Penguji

Agus Mansur, H, ST, M.Eng.Sc.

Ketua

M. Ridwan Andi Purnomo, ST., M.Sc., Ph.D.

Anggota I

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE.

Anggota II

Joko Sulistio, ST., M.Sc.

Anggota III

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri

Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Kedua orang tuaku tercinta atas segala doa, bantuan, dan kasih sayang yang  
senantiasa mengalir untukku*

## MOTTO

فَإِنَّمَا الْعُسْرُ بِسُرٍّ وَإِنَّمَا الْعُسْرُ بِسُرٍّ

Kerana sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan (QS: Al-Insyirah 5-6)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh*

Alhamdulillah, segala puji syukur hanya milik Allah Tuhan semesta alam penguasa hari pembalasan yang Maha Pengasih dan Penyayang, sholawat serta salam selalu tertuju pada sang revolusioner alam, yakni Nabi Muhammad saw yang telah mengajarkan betapa nikmatnya Dinul Islam.

Dengan Rahmat dan Hidayah Allah SWT akhirnya Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Kebijakan Pengadaan *Sparepart* untuk Mengurangi *Opportunity lost* menggunakan *Continuous review* dan *Periodic review*" dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini, dengan rasa hormat penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

- 1 Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- 2 Ketua Prodi Teknik Industri dan seluruh staf, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- 3 Bapak Agus Mansur, H, ST, M.Eng.Sc dan Bapak Joko Sulistio,ST., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
- 4 Kedua orang tuaku tercinta atas segala doa, bantuan, dan kasih sayang yang senantiasa mengalir untukku.
- 5 Seluruh Asisten Laboratorium Pemodelan dan Simulasi Industri yang selalu memberi dukungan dan membantu dalam jalannya penelitian.
- 6 Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan sehingga dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan pada masa mendatang.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh*

Yogyakarta, 15 November 2014



Sabila Yusrina Hassani

## ABSTRAK

Tingginya produktivitas sebuah perusahaan dipengaruhi oleh kemampuan beroperasi yang baik. Kegiatan *maintenance* sangatlah mempengaruhi sistem operasi. Keberhasilan kegiatan *maintenance* didukung oleh penjadwalan dan juga ketersediaan *sparepart* yang baik. Optimasi system *procurement* akan semakin sulit dilakukan pada system yang kompleks dan mempunyai banyak unit (mesin/technical system). Kompleksitas ini melibatkan tersedianya *inventory sparepart* yang memadai dan alokasi yang cukup dari *procurement* di setiap unit untuk menutupi kebutuhan proses *maintenance* dan jaminan bahwa semua unit mampu mencapai keandalan yang diinginkan dan tidak ada hambatan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kebijakan penyediaan *sparepart* untuk alokasi sebuah sistem *maintenance* yang kompleks. Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *continuous review* dan *periodic review*. Dari hasil perhitungan yang dilakukan, alternatif kebijakan baru yang terpilih adalah menggunakan metode *continuous review* untuk *sparepart carbon brush* dengan nilai Q adalah 9 unit, ROP 5 unit. *V-Belt B34* dengan nilai Q 8 adalah unit, ROP 3 unit. *V-Belt B38* nilai Q adalah 7 unit, ROP 3 unit. *Nozzle d 0,8* dengan nilai Q adalah 12 unit, ROP 2 unit, mengurangi *opportunity lost* yang dikeluarkan oleh perusahaan. Besarnya biaya penghematan yang didapatkan adalah Rp4.500.000 untuk *carbon brush*, Rp5.850.000 untuk *V-Belt B34*, Rp4.050.000 untuk *V-Belt B38*, dan Rp6.300.000 untuk *nozzle d 0,8*.

Kata-kata kunci : *inventory, monte carlo, continuous review*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5

BAB II KAJIAN LITERATUR .....	6
2.1 Kajian Deduktif.....	6
2.1.1 <i>Procurement</i> .....	6
2.1.2 Persediaan .....	7
2.1.3 Biaya-Biaya dalam Persediaan.....	7
2.1.4 Model-Model Persediaan .....	8
2.1.5 Klasifikasi ABC .....	10
2.2 Kajian Induktif.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	14
3.1 Objek Penelitian.....	14
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	14
3.2.1 Pengumpulan data .....	14
3.2.2 Data yang dibutuhkan .....	15
3.3 Pengolahan Data .....	15
3.4 Diagram Alir Penelitian .....	17
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	19
4.1 Pengumpulan Data .....	19
4.1.1 Data Biaya dalam Pengadaan.....	19
4.1.2 Data Penggunaan <i>Sparepart</i> .....	20

4.2 Pengolahan Data .....	22
4.2.1 Klasifikasi ABC .....	22
4.2.2 Perhitungan <i>continuous review</i> dan <i>periodic review</i> .....	26
BAB V PEMBAHASAN .....	51
5.1 Klasifikasi ABC .....	51
5.2 Perhitungan Biaya <i>Inventory</i> .....	52
5.3 Perhitungan <i>continuous review</i> dan <i>periodic review</i> .....	53
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	55
6.1 Kesimpulan .....	55
6.2 Saran .....	55
DAFTAR PUSTAKA .....	56
LAMPIRAN.....	58

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1.1 Data <i>opportunity lost</i> PT. MAK 2011-2013 .....	2
Tabel 2.1 <i>State of the art</i> .....	13
Tabel 4.1 Data Rincian <i>holding cost</i> .....	19
Tabel 4.2 Penggunaan <i>Sparepart</i> 2 tahun .....	20
Tabel 4.3 Prosentase Pemakaian <i>Sparepart</i> .....	22
Tabel 4.4 Klasifikasi ABC .....	25
Tabel 4.5 Hasil perhitungan <i>continuous review</i> carbon brush .....	30
Tabel 4.6 Hasil perhitungan <i>periodic review</i> carbon brush .....	31
Tabel 4.7 Hasil perhitungan <i>continuous review</i> V-Belt B34 .....	36
Tabel 4.8 Hasil perhitungan <i>periodic review</i> V-Belt B38 .....	38
Tabel 4.9 Hasil perhitungan <i>continuous review</i> V-Belt B38 .....	42
Tabel 4.10 Hasil perhitungan <i>periodic review</i> V-Belt B38 .....	44
Tabel 4.11 Hasil perhitungan <i>continuous review</i> nozzle d 0,8 .....	49
Tabel 4.12 Hasil perhitungan <i>periodic review</i> nozzle d 0,8.....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian .....	17
--	----

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Manajemen persediaan merupakan bagian yang penting dalam sistem produksi suatu perusahaan. Sehingga untuk meningkatkan profitabilitas sebuah perusahaan manufaktur, perencanaan *procurement* yang baik merupakan hal yang paling penting karena semua proses produksi diawali dengan *procurement*. Ketika sebuah perusahaan bisa mengatur sistem pengadaan barangnya dengan baik, maka proses selanjutnya tidak akan terhambat.

Menurut Sodikin (2010), terjadinya kerusakan mesin akibat rusaknya komponen tidak dapat diketahui dengan pasti. Kondisi tersebut menyebabkan diperlukannya *sparepart* yang memadai pada saat dibutuhkan. Oleh karena itu, *procurement sparepart* yang digunakan untuk *maintenance* telah menjadi arus utama penelitian di bidang ini. Hal yang paling utama ketika akan melakukan *maintenance* adalah ketepatan waktu ketersediaan *sparepart*.

Sistem *procurement* yang baik akan semakin sulit dilakukan pada sistem yang kompleks dan mempunyai banyak unit. Kompleksitas ini melibatkan tersedianya *inventory sparepart* yang memadai di setiap unit untuk menutupi kebutuhan proses *maintenance* dan jaminan bahwa semua unit mampu mencapai keandalan yang diinginkan dan tidak ada hambatan.

Fungsi manajemen *sparepart* merupakan bagian yang sangat penting dari kegiatan operasional (Baluch, Abdullah, & Mohtar, 2013). Karena jika sebuah perusahaan memiliki persediaan *sparepart* yang terlalu banyak akan memerlukan modal yang besar untuk biaya penyimpanan, sedangkan jika terjadi kekurangan persediaan *sparepart* maka akan menimbulkan kerugian (*opportunity lost*) dikarenakan proses produksi di perusahaan terhenti.

PT. Mega Andalan Kalasan atau biasa disebut PT. MAK merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur khususnya pembuatan peralatan atau

perlengkapan rumah sakit (*hospital equipment*). Beberapa mesin di PT. MAK dapat digolongkan menjadi mesin yang vital, karena apabila mesin ini mengalami kerusakan maka aktivitas produksi selanjutnya dapat terhenti, contohnya adalah mesin Bollina. Aktivitas produksi di perusahaan ini dapat terhenti karena mesin yang mengalami kerusakan belum dapat diperbaiki, hal itu disebabkan tidak tersedianya *sparepart* untuk mesin yang mengalami kerusakan. Permasalahan tersebut timbul didasari dari sistem *procurement sparepart* yang belum tepat. Permasalahan tersebut menyebabkan besarnya biaya *opportunity lost* pada PT. MAK. Berikut merupakan data *opportunity lost* PT. MAK pada tahun 2011-2013.

Tabel 1.1 Data *opportunity lost* PT.MAK 2011-2013

Periode	<i>Opportunity lost</i>	Periode	<i>Opportunity lost</i>
1	Rp 2.700.000	13	Rp 1.800.000
2	Rp 2.700.000	14	Rp 1.800.000
3	Rp -	15	Rp 1.350.000
4	Rp 2.250.000	16	Rp -
5	Rp 1.350.000	17	Rp 450.000
6	Rp 1.800.000	18	Rp -
7	Rp 450.000	19	Rp -
8	Rp -	20	Rp -
9	Rp 1.800.000	21	Rp 2.250.000
10	Rp 2.250.000	22	Rp 900.000
11	Rp 450.000	23	Rp -
12	Rp 1.350.000	24	Rp -
Total	Rp 26.550.000		

*Sparepart* yang digunakan untuk mesin di PT. MAK lebih dari 20 jenis. Oleh sebab itu, untuk mengelola sedemikian banyak *sparepart* perlu dilakukan pemilahan, sebagaimana diketahui tidak semua barang mempunyai tingkat kepentingan dan penggunaan yang sama (Muckstadt, 2010). Metode yang dapat digunakan adalah analisa ABC, dimana merupakan suatu metode klasifikasi yang mengelompokkan barang berdasarkan tingkat kepentingan. Kemudian dilanjutkan menentukan kebijakan

persediaan *sparepart* dengan membandingkan metode *continous review* dan *periodic review* untuk mendapatkan biaya yang lebih rendah dan mengurangi jumlah *stockout* .

Sebelumnya, pernah dilakukan penelitian tentang *procurement sparepart* oleh Meyrika Fitriasaki (2012). Fokus penelitiannya adalah menghitung penjadwalan perawatan mesin yang tepat, menghitung jumlah dan kapan waktu yang tepat melakukan pemesanan *sparepart* untuk menghindari kekosongan persediaan dengan menggunakan metode *age replacement* dan *moving average*.

Penelitian yang dilakukan saat ini bertujuan memodelkan proses pengelolaan *procurement sparepart* untuk mengembangkan kebijakan sumber daya perawatan lebih efektif dengan meminimalkan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Dalam *procurement* ini harus memperhatikan *variable-variable* apasaja yang berhubungan dengan jumlah ketersediaan *sparepart* yang harus ada agar nantinya *inventory* kita tidak membengkak namun juga tidak mengalami kekurangan *sparepart* ketika akan dilakukan *maintenance*. Selain kompleksitas dalam pengalokasian *procurement sparepart*, kebutuhan *sparepart* yang tidak menentu waktunya juga harus dipertimbangkan pada pembuatan kebijakan dalam proses pemodelan. Situasi ini membutuhkan analisis yang rinci dalam menentukan kebutuhan, penyediaan, dan alokasi jumlah *sparepart*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dideskripsikan di atas, dapat diperoleh rumusan masalah di *plant* Komponen Logam (KL) yaitu, “Belum tepatnya alokasi *sparepart* untuk kebutuhan *maintenance* yang mengakibatkan besarnya biaya yang hilang”.

Dari rumusan masalah ini, terdapat beberapa pertanyaan penelitian untuk dianalisis :

1. Bagaimana kebijakan *procurement* dengan alokasi yang tepat sehingga dapat meminimalkan *opportunity lost*?
2. Berapa besar penghematan yang didapatkan ketika menggunakan kebijakan yang baru?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar Penelitian ini lebih terarah, mudah dipahami dan topik yang dibahas tidak meluas, maka perlu dilakukan pembatasan lingkup penelitian. Adapun pembatasan lingkup penelitian ini adalah :

1. Cakupan penelitian *procurement* hanya dilakukan pada *procurement sparepart*
2. Harga setiap unit tetap dan tidak dipengaruhi oleh ukuran pemesanan
3. Tidak pernah dilakukan pemesanan lebih dari satu kali selama pemesanan sebelumnya diterima
4. *Service level* yang ditentukan oleh perusahaan sebesar 95% untuk masing-masing *sparepart*

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun diperoleh tujuan utama dari penelitian ini yaitu “Alokasi *sparepart* yang tepat untuk kebutuhan maintenance yang dapat meminimalkan biaya yang hilang”.

Dari tujuan ini, terdapat hasil dari penelitian yaitu :

1. Kebijakan *procurement* yang tepat sehingga dapat meminimalkan *opportunity lost*.
2. Mengetahui besarnya penghematan antara sistem yang ada di perusahaan dengan metode kebijakan yang baru.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi PT. MAK, maupun pihak yang membaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan. Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat dalam implementasi atau praktik  
Penelitian ini fokus pada bagian *procurement sparepart* yang digunakan untuk *maintenance* sebagai objek penelitian sehingga diharapkan para pengambil keputusan pada perusahaan tersebut maupun pihak yang berkepentingan dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai pertimbangan dalam mengambil keputusan khususnya mengenai kebijakan dalam penyediaan *sparepart* untuk alokasi *maintenance*.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

### **BAB II KAJIAN LITERATUR**

Bab ini berisi kajian deduktif dan induktif yang menjadi landasan dalam penelitian dan menjelaskan posisi penelitian dibandingkan dengan penelitian terdahulu.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menguraikan tentang kerangka dan bagan aliran penelitian, teknik yang dilakukan, analisis model, bahan atau materi penelitian yang digunakan, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan sesuai dengan bagan alir yang telah dibuat.

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini menjelaskan tentang cara pengumpulan data dan bagaimana mengelolah data tersebut menggunakan metode yang akan diterapkan sehingga tujuan penelitian tercapai. Bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis di bab V, yaitu pembahasan.

### **BAB V PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan tentang pembahasan dan analisis tentang pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dengan mengacu pada teori dan alur penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya.

### **BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan terhadap analisa yang dibuat dan saran atas hasil yang telah dicapai untuk direkomendasikan pada objek penelitian. Kemudian, pada bab ini juga berisi tentang rekomendasi penelitian selanjutnya untuk mengembangkan penelitian yang telah dilakukan ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 Kajian Deduktif

##### 2.1.1 *Procurement*

Managemen pengadaan berawal dari fungsi membeli (*buy*) yang dilaksanakan oleh para pembeli (*buyers*) yang melaksanakan kegiatan pembelian barang untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam proses produksi dan mengisi persediaan (*stock/inventory*) untuk kelancaran operasi perusahaan. Prinsip yang selalu harus dipatuhi dalam penyelenggaraan pengadaan barang dan jasa adalah QCD (*Quality, Cost, dan Delivery*) yaitu berorientasi kepada kualitas dan spesifikasi yang tepat, biaya yang optimal serta suplai dan penyelesaian pekerjaan tepat waktu (Siahaya, 2012)

Perusahaan yang mengoperasikan dan memelihara pabrik dan mesin miliknya untuk beberapa lama dan menyimpan catatan gudang dengan benar, akan mempunyai sumber pengetahuan mengenai pemakaian bahan untuk pemeliharaan dan harus sudah bisa menyusun tingkat ketersediaan gudang maksimum/minimum dan mengetahui kuantitas pesanan ekonomis, KPE (EOQ = *Economic Order Quantity*) yang mempertimbangkan biaya pembelian melawan biaya penyimpanan. Jika pemeliharaan pencegahan terencana beroperasi dengan memuaskan, dan sebagaimana seharusnya, menghasilkan pemeliharaan darurat minimum, maka suku cadang yang tepat harus tersedia pada waktu yang tepat, sesuai dengan jadwal pemeliharaan terencana keseluruhan.

Prinsip yang harus selalu diingat ialah bahwa bukan perputaran berkala barang-barang persediaan yang penting dalam pergudangan pemeliharaan, tetapi tersedianya suku cadang yang vital dalam persediaan gudang, yang jika suku cadang tersebut tidak tersedia, maka kerugian yang diderita perusahaan pada waktu terjadi kerusakan dan mesin mengaggur lebih besar daripada ongkos pembelian dan penyimpanan barang tersebut, dan mungkin bisa menyebabkan keterlambatan penyerahan barang ke pelanggan.

### 2.1.2 Persediaan

Persediaan adalah segala sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan. Persediaan adalah komponen, material, atau produk jadi yang tersedia di tangan, menunggu untuk digunakan atau dijual (Baroto, 2002).

Secara fisik, item atau jenis persediaan dapat dikelompokkan dalam kategori yaitu sebagai berikut :

- Bahan mentah (*raw materials*)
- Komponen
- Barang setengah jadi (*work in process*)
- Barang jadi (*finished good*)
- Bahan pembantu (*supplies material*)

Perusahaan mempertahankan 4 jenis persediaan (Render & Heizer, 2001), yaitu :

- a. Persediaan bahan mentah
- b. Persediaan barang dalam proses (*work in process*)
- c. Persediaan MRO (perlengkapan pemeliharaan atau perbaikan atau operasi)
- d. Persediaan barang jadi

### 2.1.3 Biaya-Biaya dalam Persediaan

Terdapat lima kategori biaya yang dikaitkan dengan keputusan persediaan, yaitu sebagai berikut (Yamit, 2003) :

#### 1. Biaya pemesanan (*ordering cost*)

Biaya pemesanan adalah biaya yang dikaitkan dengan usaha untuk mendapatkan bahan dari luar. Biaya pemesanan dapat berupa biaya penulisan pesanan, biaya proses pemesanan, biaya materai / perangko, biaya faktur, biaya pengawasan dan biaya transportasi. Sifat biaya pemesanan ini adalah semakin besar frekuensi pembelian semakin besar biaya pemesanan.

#### 2. Biaya penyimpanan (*carrying cost*)

Beberapa studi menunjukkan bahwa biaya penyimpanan berkisar 35% dari nilai persediaan. Sifat biaya penyimpanan adalah semakin besar biaya pembelian bahan semakin kecil biaya penyimpanan. Komponen utama dari biaya simpan terdiri dari :

- a. Biaya Modal, meliputi : *opportunity cost* atau biaya modal yang diinvestasikan dalam persediaan, gedung dan peralatan yang diperlukan untuk mengadakan dan memelihara persediaan.
  - b. Biaya Simpan, meliputi : biaya sewa gudang, perawatan dan perbaikan bangunan, listrik, gaji personel keamanan, pajak atas persediaan, pajak dan asuransi peralatan, biaya penyusutan dan perbaikan peralatan. Biaya tersebut ada yang bersifat tetap (*fixed*), variabel, maupun semi *fixed* atau semi variabel.
  - c. Biaya Resiko. Biaya resiko persediaan meliputi : biaya keusangan, asuransi persediaan biaya susut secara fisik dan resiko kehilangan.
3. Biaya Kekurangan Persediaan (*stock out cost*)
- Biaya kekurangan persediaan terjadi apabila persediaan tidak tersedia digudang ketika dibutuhkan untuk produksi atau ketika pelanggan memintanya. Biaya yang dikaitkan dengan *stock out* meliputi : biaya penjualan atau permintaan yang hilang, biaya yang dikaitkan dengan proses pemesanan kembali seperti, biaya ekspedisi khusus, penanganan khusus, biaya penjadwalan kembali produksi, biaya penundaan dan biaya bahan pengganti.
4. Biaya yang dikaitkan dengan kapasitas
- Biaya ini terjadi karena perubahan dalam kapasitas produksi. Perubahan kapasitas produksi diperlukan karena perusahaan berusaha untuk memenuhi fluktuasi dalam permintaan. Biaya yang dimaksud meliputi biaya kerja lembur untuk meningkatkan kapasitas, latihan tenaga kerja baru, dan biaya perputaran tenaga kerja.
5. Biaya Bahan atau Barang
- Biaya bahan atau barang adalah harga yang harus dibayar atas item yang dibeli. Biaya ini akan dipengaruhi oleh besarnya diskon yang diberikan *supplier*. Oleh karena itu, biaya bahan atau barang akan bermanfaat dalam menentukan apakah perusahaan sebaiknya menggunakan harga diskon atau tidak.

#### 2.1.4 Model-Model Persediaan

Secara umum model persediaan dibagi menjadi 2 bagian yaitu :

##### 1. Model deterministik

Model yang menganggap semua parameter telah diketahui secara pasti

## 2. Model stokastik (probabilistik)

Model yang menganggap semua parameter tersebut mempunyai nilai-nilai yang pasti dan satu atau lebih parameter dapat merupakan variabel-variabel acak.

Menurut Ristono (2009) *inventory* dengan permintaan yang probabilistik dapat dikelola dengan metode *continuous review* atau *periodic review*.

### a. *Continuous review*

Pada model ini, pesanan sejumlah  $Q$  dilakukan ketika persediaan di dalam gudang menurun jumlahnya pada tingkat yang kurang atau sama dengan suatu jumlah tertentu yang disebut dengan ROP (*reorder point*) dimana mencakup *safety stock* yang dibutuhkan untuk mengantisipasi permintaan selama *lead time*.

- Tota biaya inventornya :

$$T C = T A + T h + T \pi + T P$$

TA = Total Biaya Pemesanan

Th = Total Biaya Penyimpanan

$T\pi$  = Total Biaya Kekurangan Persediaan

TP = Total Biaya Pembelian

- Kuantitas pesanan (*Order Quantity*)

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 D[A + \bar{\pi}(x)]}{h}}$$

$$\int_r^\infty f(x) dx = \frac{hQ^*}{hQ^* + \pi D}$$

$$\bar{S}(x) = \int_0^\infty S(x) f(x) dx = \int_0^\infty (x - r) f(x) dx$$

Q = jumlah pemesanan per siklus (unit/siklus)

D = jumlah permintaan (unit)

H = biaya simpan (Rp/unit)

$\Pi$  = biaya kekurangan persediaan (Rp/unit)

A = biaya pemesanan (Rp/pesan)

r = level pemesanan *inventory/reorder level* (unit)

$f(x)$  = p.d.f dari permintaan x saat *leadtime* (unit)

$S(x)$  = jumlah kekurangan per siklus (unit)

$\bar{S}(x)$  = ekspektasi jumlah kekurangan per siklus (unit)

Pencarian  $Q^*$  dan  $r^*$  dilakukan dengan cara *iterative* dengan langkah-langkah:

1. Set  $\bar{S}(x) = 0$ , dan hitung  $Q^* = Q_1 = \sqrt{\frac{2 D A}{h}}$
2. Hitung  $r_i$  yang berhubungan dengan  $Q_i$
3. Hitung  $\bar{S}(x)$  dan kemudian hitung  $Q_i^*$
4. Hitung  $r_i^*$  dengan menggunakan  $Q_i^*$  hasil langkah 3
5. Ulangi langkah 3 dan 4 sampai didapat nilai  $r$  dan  $Q$  yang hampir sama di setiap iterasinya
6. Tetapkan nilai  $Q$  dan  $r$  hasil langkah 5 sebagai solusi optimal ( $Q^*$  dan  $r^*$ )

b. *Periodic review*

Pada model ini, tingkat persediaan dalam gudang sangat dipengaruhi oleh interval pemesanan ( $T$ ). Jumlah yang harus dipesan adalah selisih antara tingkat persediaan maksimum ( $R$ ) dengan jumlah unit yang berada di dalam gudang pada saat dilakukannya pemeriksaan

- *Optimal Review Period (Economic Review Period)*

$$\bar{S}(R, T) = \int_r^x (x - R) g(x, l + T) d x$$

$$TC(R, T) = \frac{v + A}{T} + h[R - D_1 - \frac{1}{2} + \bar{S}(R, T)] + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T}$$

$T$  = Review Period

$R$  = jumlah pesanan per siklus (unit/siklus)

$V$  = biaya yang digunakan untuk pengulangan

$A$  = biaya pemesanan

$\bar{S}(x)$  = ekspektasi jumlah kekurangan per siklus (unit)

### 2.1.5 Klasifikasi ABC

Menurut Yamit (2003) sistem klasifikasi ABC merupakan suatu prosedur sederhana yang didasarkan pada nilai rupiah pembelian. Klasifikasi sistem ABC merupakan petunjuk bagi manajemen dalam memberikan prioritas pengawasan persediaan. Item kelompok A harus dilakukan pengawasan secara ketat dibandingkan dengan item kelompok B maupun C.

Menurut Sumayang (2003) metode inventori ABC atau analisis aturan 80-20, adalah metode pengelolaan inventori dengan cara mengelompokkan inventori berdasarkan nilai penggunaan. Metode inventori menjelaskan bahwa jumlah item yang sedikit tetapi dengan nilai penggunaan yang besar akan memegang peranan didalam

inventori. Dengan mengawasi item kelas A sebanyak 20% dengan nilai penggunaan sebesar 80% maka sudah dapat dikelola secara keseluruhan, sedangkan pada item kelas C sebanyak 50% dengan nilai penggunaan sebesar 5% pengawasan tidak perlu terlalu ketat.

Menurut Render dan Heizer (2001) Analisis ABC membagi persediaan ditangan kedalam tiga kelompok berdasarkan *volume* tahunan dalam jumlah uang. Analisis ABC yang merupakan penerapan persediaan dari prinsip pareto. Prinsip pareto menyatakan bahwa “ada beberapa yang penting dan banyak yang sepele”. Untuk menentukan nilai uang tahunan dari *volume* dalam analisis ABC.

Klasifikasi ABC-atau sering disebut juga sebagai analisis ABC merupakan klasifikasi dari suatu kelompok material dalam susunan menurun berdasarkan biaya penggunaan material itu per periode waktu (harga per unit material dikalikan *volume* penggunaan dari material itu selama periode waktu tertentu).

## 2.1. Kajian Induktif

Penelitian tentang *inventory sparepart* pernah dilakukan (Baluch, et al. 2013) di Malaysia. Dalam penelitian ini membahas tentang evaluasi tindakan terbaik pada perawatan dan perbaikan mesin. Selain itu, terdapat juga bahasan tentang skema klasifikasi metode ABC, dan menguraikan tentang peran gudang sebagai sarana penyedia *sparepart* untuk kegiatan *maintenance*. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah, manajemen untuk *inventory sparepart* sangatlah kompleks, hal ini disebabkan karena sulitnya pengumpulan data, jumlah faktor-faktor yang harus dipertimbangkan, dan jumlah item yang terlibat.

Dalam penelitian (Ghodrati, et al. 2012) yang menemukan *new outlook* pada produk pendukung dan peramalan *sparepart* dengan mengambil sistem operasi yang sesungguhnya untuk menjadi pertimbangan. Ini akan membantu *manager* dan *engineers* untuk mengambil tindakan realistis dan pragmatis ketika menganalisis sistem industri. Dalam kasus ini, yang menjadi fokus adalah estimasi dari jumlah *sparepart* yang diperlukan. Kemudian digunakan *Spare Management Software* (SMS) untuk memeriksa hasil yang telah didapatkan.

Purbasari (2013) melakukan penelitian di Depo Aqua Yogyakarta. Permintaan dan *lead time* yang berubah ubah menjadi permasalahan yang diangkat pada judul ini. Untuk menyikapi permasalahan tersebut maka dilakukan perhitungan jumlah dan kapan pemesanan dilakukan dengan menggunakan perhitungan EOQ yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Alternatif yang dilakukan pada penelitian ini, mencari biaya minimum yang dikeluarkan oleh perusahaan dengan mencoba nilai EOQ dan ROP sesuai kebijakan *supplier* dan perusahaan.

Fitriasari (2012) dengan fokus penelitiannya adalah menghitung penjadwalan perawatan mesin yang tepat, menghitung jumlah dan kapan waktu yang tepat melakukan pemesanan *sparepart* untuk menghindari kekosongan persediaan dengan menggunakan metode *age replacement* dan *moving average*.

Dalam hal ini, peneliti akan mengadakan penelitian yang yang berfokus pada perbandingan metode *continuous review* dan *periodic review* dalam kebijakan penyediaan *sparepart* untuk alokasi sebuah sistem *maintenance* dengan merendahkan biaya dan memperkecil *stockout* yang ada.

Tabel 2.1 *State of the art*

Peneliti	Tujuan	Metode
Nazim Baluch, Che Sobry Abdullah, Shahimi Mohtar (2013)	Mengevaluasi keefektifan manajemen inventaris <i>sparepart</i> untuk peralatan keandalan di industri manufaktur.	Mengusulkan metode klasifikasi ABC dan pemeliharaan gudang.
Behzad Ghodrati, Dragan Benjevic, Andrew Jardine (2012)	Memberikan pertimbangan kepada manager tentang peramalan suku cadang yang tepat.	Melakukan perhitungan peramalan kemudian melakukan validasi data dengan menggunakan software SMS.
Octaviana Purbatasari (2013)	Mengevaluasi penentuan jumlah pemesanan untuk mengurangi biaya persediaan	Simulasi <i>Monte Carlo</i> , perhitungan EOQ dan ROP sesuai dengan kebijakan <i>supplier</i> dan perusahaan
Meyrika Fitriasaki (2012)	Penentuan Jadwal Perawatan Mesin dan Pengadaan Suku Cadang yang Optimal	Metode <i>age replacement</i> dan <i>moving average</i>
Peneliti	Menganalisis kebijakan pengadaan suku cadang untuk kegiatan <i>maintenance</i> di salah satu perusahaan Indonesia	Klasifikasi ABC untuk memilih <i>sparepart</i> yang akan dianalisis lebih lanjut, menghitung kuantitas order dengan <i>continuous review</i> dan <i>periodic review</i> .

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Objek Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. Mega Andalan Kalasan (PT. MAK) yang berlokasi di Yogyakarta. PT. MAK merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur khususnya pembuatan peralatan atau perlengkapan rumah sakit (*hospital equipment*). Objek penelitiannya adalah pada bagian *procurement sparepart* untuk kebutuhan *maintenance plant* Komponen Logam. Selanjutnya dari sistem *procurement* yang sudah ada akan dianalisa dengan metode *continuous review* dan *periodic review*.

#### 3.2. Metode Pengumpulan Data

##### 3.2.1. Pengumpulan data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

- a. Wawancara, yaitu pengumpulan data dengan cara tanya jawab langsung tentang masalah terkait dengan penelitian, terutama Kepala Unit “Asset”, Kepala bagian *Maintenance*, Koordinator *Maintenance* di *Plant* KL yang bertanggung jawab terhadap sistem *maintenance* mesin dan pengadaan *sparepart* untuk kegiatan *maintenance*.
- b. Studi kepustakaan, yaitu penelitian yang dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang akan digunakan sebagai referensi untuk landasan teori, sistematika penulisan, dan kerangka berfikir ilmiah yang diambil dari literatur-literatur, baik dari internet maupun dari buku-buku serta dari laporan-laporan penelitian terdahulu.

### 3.2.2. Data yang dibutuhkan

Data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

#### a. Data primer

Data primer adalah data yang didapatkan oleh peneliti secara langsung melalui sumbernya. Dapat berupa wawancara langsung. Adapun data primer adalah sebagai berikut ini:

Data/Informasi dari departemen *Maintenance* dan *Procurement Sparepart*

- 1) Jenis-jenis *sparepart* yang dibutuhkan untuk kegiatan *Corrective Maintenance* (CM).
- 2) Data histori pergantian *sparepart* pada setiap kegiatan CM.
- 3) Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan *sparepart* yang akan digunakan pada kegiatan CM.
- 4) Jumlah *part* yang diorderkan dan yang datang.
- 5) Harga masing-masing *part*
- 6) Selisih yang ada antara kebutuhan *sparepart* dengan jumlah persediaan yang ada (*stockout*)
- 7)  *Holding cost* dari masing-masing *part*
- 8) Biaya sekali pemesanan (biaya administrasi)
- 9) Persediaan awal di gudang
- 10) Biaya yang dibutuhkan untuk penyimpanan produk
- 11) Besarnya biaya yang hilang apabila terjadi *stockout*

### 3.3. Pengolahan Data

#### 1. Perhitungan biaya-biaya persediaan

Dari data – data yang didapat ketika pengumpulan data maka selanjutnya akan dilakukan penghitungan berupa biaya yang berkaitan dengan persediaan. Biaya – biaya tersebut meliputi biaya simpan, biaya pesan dan biaya kehabisan persediaan.

#### 2. Perhitungan biaya pemesanan

Biaya pemesanan dikeluarkan apabila perusahaan melakukan pembelian *part* (*order*) kepada *supplier*. Biaya yang ada meliputi biaya administrasi dan biaya transportasi.

### 3. Klasifikasi ABC

Klasifikasi dilakukan untuk mendapatkan *sparepart* yang akan dilakukan perhitungannya. Dari 26 jenis *part* akan diambil beberapa *part* saja yang termasuk kedalam kelas A.

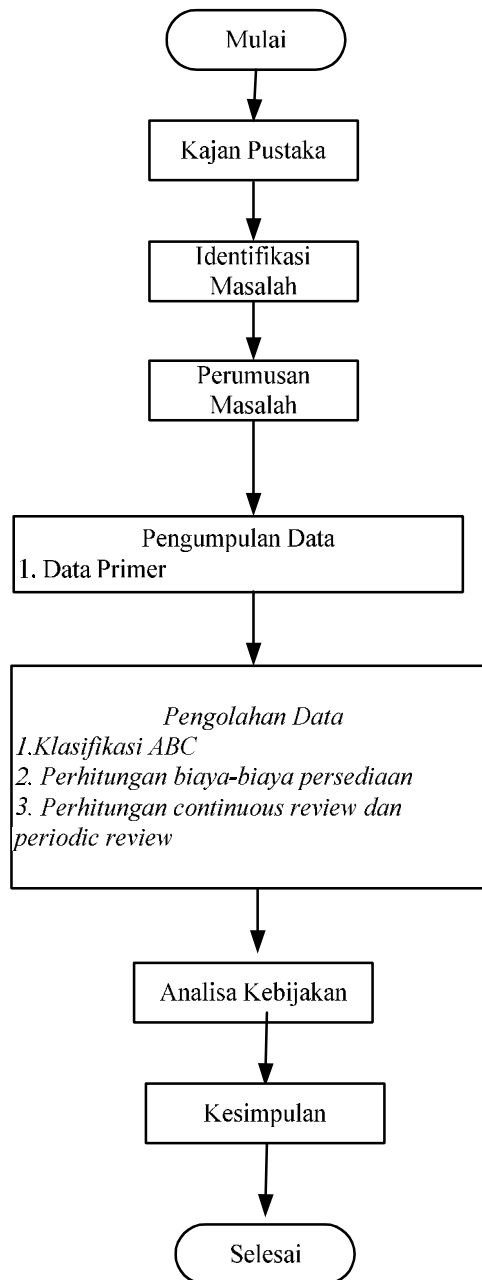
### 4. Menghitung nilai Q dan R

Perhitungan nilai Q dan R dilakukan untuk mendapatkan jumlah *part* yang akan di *order* dan juga kapan waktu yang tepat untuk melakukan *order* tiap *part*.

### 5. Analisa Kebijakan

Analisa kebijakan dilakukan untuk menentukan kebijakan yang akan diambil oleh perusahaan. Didapatkan dari hasil perhitungan yang telah dinyatakan valid dan juga dipilih berdasarkan dari biaya minimum yang dikeluarkan oleh perusahaan.

### 3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan dari langkah-langkah dari diagram alir penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kajian Pustaka

Untuk memperoleh data dan informasi yang akan digunakan sebagai referensi sebagai landasan teori, sistematika penulisan, dan kerangka berfikir alamiah yang diambil dari literatur serta laporan - laporan sebelumnya yang mendukung terhadap penelitian yang dilakukan.

2. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang akan diteliti harus jelas karena ini terkait dengan latar belakang dan pokok permasalahan yang dinilai perlu untuk diselesaikan.

2. Perumusan Masalah

Pada tahap ini harus dilakukan perumusan masalah atas permasalahan yang ada dan akan dibahas untuk mencari solusi terbaik.

3. Pengumpulan data

Data - data yang dikumpulkan adalah data tentang komponen atau variabel dari permasalahan yang tergantung pada perumusan masalah yang telah dibangun.

4. Pengolahan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengklasifikasian ABC, yang dilanjutkan dengan perhitungan biaya-biaya persediaan, perhitungan nilai-nilai pada *continuous review* dan *periodic review*.

5. Analisa Kebijakan

Tujuan dalam langkah ini adalah menganalisa hasil dari masing-masing kebijakan yang telah diperhitungkan.

6. Kesimpulan

Mengambil kesimpulan dari masing-masing kebijakan dan memilih berdasarkan biaya minimum

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Data Biaya dalam Pengadaan

Dalam biaya persediaan terdapat dua biaya paling pokok, yaitu biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Untuk lebih jelas, biaya-biaya tersebut diperinci sebagai berikut:

1. Biaya Pemesanan
  - Biaya transportasi : Rp 10.000,-/pemesanan
  - Biaya administrasi (*form*, dll) : Rp 5.000,-/pemesanan
2. Harga Beli Produk : Dapat dilihat pada tabel 4.1
3. Biaya penyimpanan : 26% dari barang yang ada di gudang

Tabel 4.1 Daftar perincian *holding cost*

<i>HOLDING COST</i>	
<i>Capital cost</i>	18%
<i>Tax</i>	1%
<i>Insurance</i>	1,5%
<i>Obsolescene</i>	1%
<i>Storage</i>	2,5%
<i>Handling</i>	2%
TOTAL	26%





## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1. Klasifikasi ABC

Klasifikasi ABC ini dilakukan untuk membagi *sparepart* yang ada ke dalam kelas A, B, dan C untuk nantinya dilakukan perhitungan pada *sparepart* yang berada di kelas A.

#### 1. Prosentase pemakaian

Tabel 4.3 Prosentase pemakaian *sparepart*

No	Nama Sparepart	Harga	Jumlah Pemakaian 2012	Nilai Pemakaian 2012	Prosentase Pemakaian	Jumlah Pemakaian 2013	Nilai Pemakaian 2013	Prosentase Pemakaian	Rata-rata pemakaian
1	<i>carbon brush</i>	Rp 25.000	33	Rp 825.000	23%	4	Rp 100.000	7%	15%
2	B34	Rp 22.500	20	Rp 450.000	13%	8	Rp 180.000	13%	13%
3	B38	Rp 24.500	14	Rp 343.000	10%	9	Rp 220.500	16%	13%
4	<i>nozzle d8</i>	Rp 12.000	15	Rp 180.000	5%	19	Rp 228.000	16%	11%
5	A99	Rp 48.000	2	Rp 96.000	3%	3	Rp 144.000	10%	7%
6	<i>Bearing 6205</i>	Rp 35.000	10	Rp 350.000	10%	0	Rp -	0%	5%
7	armatur gerinda	Rp 35.000	0	Rp -	0%	3	Rp 105.000	8%	4%
8	keramik	Rp 25.000	0	Rp -	0%	4	Rp 100.000	7%	4%
9	baling" kipas	Rp 35.000	2	Rp 70.000	2%	2	Rp 70.000	5%	4%

No	Nama Sparepart	Harga	Jumlah Pemakaian 2012	Nilai Pemakaian 2012	Prosentase Pemakaian	Jumlah Pemakaian 2013	Nilai Pemakaian 2013	Prosentase Pemakaian	Rata-rata pemakaian
10	B39	Rp 24.500	9	Rp 220.500	6%	0	Rp -	0%	3%
11	A81	Rp 41.000	0	Rp -	0%	2	Rp 82.000	6%	3%
12	<i>Bearing 6202</i>	Rp 27.500	2	Rp 55.000	2%	2	Rp 55.000	4%	3%
13	<i>Bearing 6204</i>	Rp 35.000	5	Rp 175.000	5%	0	Rp -	0%	2%
14	limit switch	Rp 27.500	1	Rp 27.500	1%	2	Rp 55.000	4%	2%
15	<i>Bearing 608</i>	Rp 8.000	10	Rp 80.000	2%	4	Rp 32.000	2%	2%
16	A36	Rp 19.000	6	Rp 114.000	3%	0	Rp -	0%	2%
17	B42	Rp 27.500	4	Rp 110.000	3%	0	Rp -	0%	2%
18	<i>Bearing 6206</i>	Rp 35.000	3	Rp 105.000	3%	0	Rp -	0%	1%
19	<i>Bearing 6001</i>	Rp 20.000	5	Rp 100.000	3%	0	Rp -	0%	1%
20	<i>Bearing 6201</i>	Rp 25.000	1	Rp 25.000	1%	1	Rp 25.000	2%	1%
21	A27	Rp 18.000	4	Rp 72.000	2%	0	Rp -	0%	1%
22	<i>Filter Air Trumpf</i>	Rp 50.000	1	Rp 50.000	1%	0	Rp -	0%	1%
23	per tarik	Rp 12.500	2	Rp 25.000	1%	0	Rp -	0%	0%
24	<i>cool boster</i>	Rp 7.500	3	Rp 22.500	1%	0	Rp -	0%	0%

No	Nama Sparepart	Harga	Jumlah Pemakaian 2012	Nilai Pemakaian 2012	Prosentase Pemakaian	Jumlah Pemakaian 2013	Nilai Pemakaian 2013	Prosentase Pemakaian	Rata-rata pemakaian
25	mitsubishi sn 35	Rp 15.000	1	Rp 15.000	0%	0	Rp -	0%	0%
26	TBA	Rp 1.000	4	Rp 4.000	0%	1	Rp 1.000	0%	0%

## 2. Pemilahan kelas A, B, dan C

Setelah dilakukan perhitungan untuk masing-masing prosentase penggunaan *sparepart*, maka dilakukan pengelompokan ke dalam kelas A, B, dan C. Berdasarkan dari prosentase penggunaan *sparepart* yang termasuk ke dalam kelas A hanya terdapat 2 *sparepart*, yaitu *carbon brush* dan *V-Belt B34* dengan total nilai kelas A 20%, namun pada kenyataannya untuk *sparepart V-Belt B38* dan *Nozzle d 0,8* memiliki frekuensi pemakaian relatif tinggi, sehingga kedua *part* ini juga dimasukkan ke dalam kelas A.

Tabel 4.4 Klasifikasi ABC

Klasifikasi ABC		
A	B	C
<i>carbon brush</i>	B39	<i>Bearing 608</i>
B34	baling - baling kipas	<i>Bearing 6206</i>
B38	<i>Bearing 6202</i>	Mitsubishi sn35
<i>nozzle d 0,8</i>	<i>Bearing 6205</i>	B42
	Keramik	<i>Bearing 6204</i>
	A81	<i>Bearing 6001</i>
	Armaturn Gerinda	TBA
	A99	<i>Cool Boster</i>
		Per tarik
		<i>Limit switch</i>
		A36
		A27
		<i>Bearing 6201</i>
		<i>Filter Air Trumpf</i>

#### 4.2.2. Perhitungan *continuous review* dan *periodic review*

##### *Carbon brush*

a. Perhitungan biaya persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan

1. Kebutuhan total selama 24 bulan (D) = 37 unit
2. Kebutuhan rata-rata per bulan ( $\bar{D}$ ) = 1,542 unit/bulan
3. Standar deviasi (s) = 2,813 unit
4. Biaya beli komponen (P) = Rp 25000
5. Biaya pesan pe sekali pesan (A) = Rp 11500
6. Biaya simpan

$$(h) = 26\% * \text{Rp } 25000 = \text{Rp } 6500/\text{unit/bulan}$$

7. *Lead time* (l) = 1 hari = 0,0333 bulan = 0,00256 tahun

8. *Demand* saat *lead time*

$$D_1 = \frac{\text{lead time}}{\text{hari kerja per bulan}} * \bar{D} = \frac{1}{30} * 2 = 0,067 \frac{\text{unit}}{\text{bulan}}$$

9. Biaya kekurangan persediaan (*stockout cost*)

Biaya yang harus ditanggung perusahaan ketika tidak memenuhi pesanan karena adanya kekurangan sparepart. Perusahaan menetapkan 26% \* Rp 500000 \* 180 tiap komponen.

$$\Pi = 26\% * \text{Rp } 500000 * 180 = \text{Rp } 4500000 / \text{unit}$$

10. Biaya untuk melakukan evaluasi atau *review* (V)

Perusahaan tidak mengeluarkan biaya *review* saat melakukan pemesanan kembali karena dihitung sama dengan pesan baru sehingga biaya *review*nya adalah Rp 0.

b. Perhitungan total biayapersediaan berdasarkan kebijakan perusahaan

Perhitungan total persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan dilihat dari data pemesanan sebelumnya, adapun perhitungannya sebagai berikut :

1. Total biaya pemesanan

$$(T A) = A * N = \text{Rp } 11500 * 6 \text{ kali} = \text{Rp } 69000$$

2. Total biaya penyimpanan

$$(Th) = \frac{\text{total kebutuhan}}{2} * \text{biaya simpan}$$

$$(Th) = \frac{37}{2} * 26\% * \text{Rp } 25000 = \text{Rp } 120250$$

3. Total biaya kekurangan persediaan

$$(T_n) = \text{jumlah kekurangan} \times \text{biaya kekurangan persediaan}$$

$$(T_n) = 22 * Rp4500000 = Rp99000000$$

4. Total biaya pembelian

$$(T_P) = D * P = \text{total komponen} \times \text{harga}$$

$$(T_P) = 37 \text{ unit} * Rp25000 = Rp925000$$

Maka total biaya persediaan komponen untuk *carbon brush* berdasarkan kebijakan perusahaan adalah :

$$\begin{aligned} TC &= TA + Th + T_n + T_P = Rp69000 + Rp120250 + Rp99000000 + \\ & \quad Rp925000 \\ &= Rp100114250 \end{aligned}$$

- c. Perhitungan biaya persediaan dengan model *continuous review*

Model *continuous review* dilakukan untuk menghitung ekspektasi jumlah kekurangan persediaan ( $\bar{S}$ ), tingkat pemesanan kembali ( $r$ ) dan jumlah pemesanan optimal setiap siklus ( $Q^*$ ) serta total biaya persediaan (TC) dengan  $D_1$  dari range 0 sampai 1 unit dan leadtime 0,067 bulan

$$\begin{aligned} (\bar{S}) &= \int_0^\infty S(x)f(x)dx = \int_0^\infty (x-r)f(x)dx \\ &= \int_0^\infty (x-r) \frac{1}{D_1} = \int_r^{0,067} (x-r) \frac{1}{0,067} dx \\ &= \frac{1}{0,067} \left[ \frac{1}{2} x^2 - r x \right]_r^{0,067} \\ &= \frac{1}{0,067} \left[ (4,489 * 10^{-3} - 0,067r) - \left( \frac{1}{2} r^2 - r^2 \right) \right] \\ &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \end{aligned}$$

Reorder Level

$$\begin{aligned} (r) &= \int_r^\infty f(x)dx = \frac{hQ}{\pi D} \\ &= \int_r^{0,067} \frac{1}{0,067} dx = \frac{4000Q}{250000} \\ &= \left[ \frac{x}{0,067} \right]_r^{0,067} = \frac{6500Q}{16650000} \\ &= 1 - \frac{r}{0,067} = \frac{6500Q}{16650000} \\ &= \frac{r}{0,067} = 1 - \frac{6500Q}{16650000} \\ &= \frac{r}{0,067} = \frac{16650000 - 6500Q}{16650000} \end{aligned}$$

$$166500000r = 11155500 - 435,5Q^*$$

$$r = 0,067 - 2,6156 \cdot 10^{-6} Q^*$$

jumlah pemesanan setiap siklus ( $Q^*$ ) :

$$\begin{aligned} Q^* &= \sqrt{\frac{2DA + \bar{\pi}(x)}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \cdot 3711500 + 25(0)00}{6500}} \\ &= \sqrt{131 + 285\bar{S}(x)} \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan harga  $r^*$  dan  $Q^*$  ( $r$  optimal dan  $Q$  optimal), maka dilakukan beberapa iterasi sebagai berikut :

Iterasi 1

Jumlah pemesanan persiklus ( $Q^*$ )

$$(Q^*) = \sqrt{\frac{2DA}{h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3711500}{6500}} = 11,5 \text{ unit}$$

Reorder level ( $r$ )

$$\begin{aligned} r &= 0,067 - 2,6156 \cdot 10^{-6} Q^* \\ &= 0,067 - 2,0062 \cdot 10^{-6} \cdot 11,5 \\ &= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$\begin{aligned} (\bar{S}(x)) &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \\ &= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134} \\ &= 6,5 \text{ unit} \end{aligned}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$\begin{aligned} T_C &= \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P) \\ T_C &= \frac{1150000 \cdot 37}{115} + 6500 \left( \frac{115}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{450000 \cdot 0,067}{115} \cdot 6,5 + (37 * \\ &\quad 25000) \\ T_C &= 37000 + 43439 + 94108695 + 925000 \\ T_C &= 95114134 \end{aligned}$$

Dengan frekuensi pemesanan :  $N = \frac{D}{Q} = \frac{37 \text{ unit}}{115} = 3,2 \approx 4$  kali

Iterasi 2

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$\begin{aligned}(\bar{S}(x)) &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \\ &= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134} \\ &= 6,5 \text{ unit}\end{aligned}$$

Jumlah pemesanan persiklus (Q\*)

$$\begin{aligned}Q_2 &= \sqrt{131 + 285 \bar{S}(x)} \\ &= \sqrt{131 + 285 * 8,78} \\ &= 51,31\end{aligned}$$

Reorder level (r)

$$\begin{aligned}r &= 0,067 - 2,6156 * 10^{-6} Q^* \\ &= 0,067 - 2,6156 * 10^{-6} * 51,31 \\ &= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}\end{aligned}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$T C = \frac{A D}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P)$$

$$T C = \frac{115000}{5131} + 6500 \left( \frac{5131}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{4500000}{5131} 6,5 + (37 * 25000)$$

$$T C = 8292 + 172822 + 21092379 + 925000$$

$$T C = 22198493$$

$$\text{Dengan frekuensi pemesanan : } N = \frac{D}{Q} = \frac{37 \text{ unit}}{5131} = 0,7 \approx 1 \text{ kali}$$

Iterasi 3

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$\begin{aligned}(\bar{S}(x)) &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \\ &= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134} \\ &= 6,5 \text{ unit}\end{aligned}$$

Jumlah pemesanan persiklus (Q\*)

$$\begin{aligned}Q_3 &= \sqrt{131 + 285 \bar{S}(x)} \\ &= \sqrt{131 + 285 * 8,78} \\ &= 51,31\end{aligned}$$

Reorder level (r)

$$r = 0,067 - 2,6156 * 10^{-6} Q^*$$

$$= 0,067 - 2,6156 * 10^{-6} * 51,31$$

$$= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$T C = \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P)$$

$$T C = \frac{1150000}{5131} + 6500 \left( \frac{5131}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{4500000}{5131} 6,5 + (37 * 25000)$$

$$T C = 8292 + 172822 + 21092379 + 925000$$

$$T C = 22198493$$

Dengan frekuensi pemesanan :  $N = \frac{D}{Q} = \frac{37 \text{ unit}}{5131} \approx 0,7 \approx 1 \text{ kali}$

Karena nilai  $r_2$  dan  $r_3$  serta nilai  $Q_2$  dan  $Q_3$  sudah sama, maka iterasi dihentikan dan didapatkan nilai-nilai untuk solusi akhir yang optimal

Tabel 4.5 Hasil perhitungan *continuous review carbon brush*

Iterasi	Nilai Q (unit)	Nilai r (unit)	Total Opportunity lost (Rp)	Total Cost (Rp)	Frekuensi pemesanan
1	11,5	1	94108695	95.114.134	4
2	51,31	1	21092379	22.198.493	1
3	51,31	1	21092379	22.198.493	1

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat keputusan yang optimal pada iterasi kedua. Dimana didapat nilai  $Q^*$  sebesar 51,31 unit,  $r^*$  sebesar 1 unit dengan total biaya sebesar Rp 29.597.152 dan jumlah pemesanan sebanyak 1 kali dalam 24 bulan.

d. Perhitungan biaya persediaan dengan model *periodic review*

Model *periodic review* dilakukan untuk menghitung ekspektasi jumlah kekurangan persediaan ( $\bar{S}$ ), jumlah pemesanan optimal setiap siklus ( $R^*$ ) serta total biaya persediaan (TC).

Jika  $T = 4$  bulan

$$\int_0^r g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + h_1 T} = \frac{4500000}{4500000 + 0,2 \cdot 65000} = \frac{4500000}{4502160} = 0,99975$$

$$\mu = 37 (0,00256 + 0,167) = 6,26$$

$$\frac{R^* - \mu}{\sigma} = Z(0,99975)$$

$$\frac{R^* - 62,6}{\sqrt{1,34}} = 3,48$$

$$R^* = 10,28$$

Rata-rata kehilangan penjualan adalah

$$S\left(10,28, \frac{1}{6}\right) = 1,158 \phi(3,48) - (10,28 - 6,26)[1 - \phi(3,48)] \\ = 1,158(0,000935) - (4,02)[0,09958] = 0,39$$

$$TC\left(10,28, \frac{1}{6}\right) = \frac{11500}{6} + 6500\left[10,28 - 37\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2(3)\left(\frac{1}{6}\right)} + 0,39\right] + \\ \frac{450000}{0,167} * 0,39 \\ = 105040314$$

Kurangkan T dengan 0,5 bulan menjadi 3,5 bulan

$$D(1+T) = 37(0,5 + 0,146) = 23,902$$

$$\sigma^2 = 7,9(0,5 + 0,146) = 5,1034$$

$$\int_0^r g(x, 1+T) dx = \frac{\pi}{\pi + h_1 T} = \frac{450000}{450000 + 0,2\phi\left(\frac{3,5}{2,4}\right)} \\ = \frac{450000}{4500948} = 0,99978$$

$$\mu = 37(0,00256 + 0,1458) = 5,48$$

$$\frac{R^* - \mu}{\sigma} = Z(0,99978)$$

$$\frac{R^* - 54,8}{\sqrt{1,34}} = 3,49$$

$$R^* = 9,52$$

$$S(9,52, 0,1458) = 1,08(0,000903) - (9,52 - 5,48)(0,099525) = 0,401$$

$$TC(9,52, 0,1458) = \frac{11500}{2,4} + 6500\left[9,52 - 37\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2(3)\left(\frac{3,5}{2,4}\right)} + 0,4\right] + \\ \frac{450000}{0,1458} * 0,4 \\ = 100451340$$

Langkah diatas diulang untuk nilai yang lain pada T.

Tabel 4.6 Hasil perhitungan *periodic review carbon brush*

T (Bulan)	R*	TC
4	10,28	105040314
3,5	9,52	100451340

T (Bulan)	R*	TC
<b>3</b>	<b>6,21</b>	<b>86759523</b>
2.5	4,89	89067381

Nilai optimal dari T\* dan R\* adalah 3 bulan dan 7 unit

#### V-Belt B34

a. Perhitungan biaya persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan

1. Kebutuhan total selama 24 bulan (D) = 28 unit
2. Kebutuhan rata-rata per bulan ( $\bar{D}$ ) = 2,24 unit/bulan
3. Standar deviasi (s) = 5,53 unit
4. Biaya beli komponen (P) = Rp 22500
5. Biaya pesan pe sekali pesan (A) = Rp 11500
6. Biaya simpan

$$(h) = 26\% * \text{Rp } 22500 = \text{Rp } 5850/\text{unit/bulan}$$

7. *Lead time* (l) = 1 hari = 0,0333 bulan = 0,00256 tahun

8. *Demand saat lead time*

$$D_1 = \frac{\text{lead time}}{\text{hari kerja per bulan}} * \bar{D} = \frac{1}{30} * 2 = 0,067 \frac{\text{unit}}{\text{bulan}}$$

9. Biaya kekurangan persediaan (*stockout cost*)

Biaya yang harus ditanggung perusahaan ketika tidak memenuhi pesanan karena adanya kekurangan sparepart. Perusahaan menetapkan 26% \* Rp 500000 \* 180 tiap komponen.

$$\Pi = 26\% * \text{Rp } 500000 * 180 = \text{Rp } 4500000 / \text{unit}$$

10. Biaya untuk melakukan evaluasi atau *review* (V)

Perusahaan tidak mengeluarkan biaya *review* saat melakukan pemesanan kembali karena dihitung sama dengan pesan baru sehingga biaya *review*nya adalah Rp 0.

11. Perhitungan total biayapersediaan berdasarkan kebijakan perusahaan

b. Perhitungan total persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan dilihat dari data pemesanan sebelumnya, adapun perhitungannya sebagai berikut :

1. Total biaya pemesanan

$$(T A) = A * N = \text{Rp } 11500 * 10 \text{ kali} = \text{Rp } 115000$$

## 2. Total biaya penyimpanan

$$(Th) = \frac{\text{total kehangatan} + \text{biaya simpanan}}{2}$$

$$(Th) = \frac{28}{2} * 26\% * Rp 22500 = Rp 81900$$

## 3. Total biaya kekurangan persediaan

$$(T\pi) = \text{jumlah kekurangan persediaan} * \text{biaya kekurangan persediaan}$$

$$(T\pi) = 14 * Rp 4500000 = Rp 63000000$$

## 4. Total biaya pembelian

$$(TP) = D * P = \text{total komponen} * \text{harga}$$

$$(TP) = 28 \text{ unit} * Rp 22500 = Rp 630000$$

Maka total biaya persediaan komponen untuk *carbon brush* berdasarkan kebijakan perusahaan adalah :

$$\begin{aligned} TC &= TA + Th + T\pi + TP = Rp 115000 + Rp 81900 + Rp 63000000 + \\ &\quad Rp 630000 \\ &= Rp 63826900 \end{aligned}$$

c. Perhitungan biaya persediaan dengan model *continuous review*

Model *continuous review* dilakukan untuk menghitung ekspektasi jumlah kekurangan persediaan ( $\bar{S}$ ), tingkat pemesanan kembali ( $r$ ) dan jumlah pemesanan optimal setiap siklus ( $Q^*$ ) serta total biaya persediaan (TC) dengan  $D_1$  dari range 0 sampai 1 unit dan leadtime 0,067 bulan

$$\begin{aligned} (\bar{S}) &= \int_0^{\infty} S(x) f(x) dx = \int_0^{\infty} (x - r) f(x) dx \\ &= \int_0^{\infty} (x - r) \frac{1}{D_1} = \int_r^{0,067} (x - r) \frac{1}{0,067} dx \\ &= \frac{1}{0,067} \left[ \frac{1}{2} x^2 - r x \right]_r^{0,067} \\ &= \frac{1}{0,067} \left[ (4,489 * 10^{-3} - 0,067r) - \left( \frac{1}{2} r^2 - r^2 \right) \right] \\ &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \end{aligned}$$

Reorder Level

$$\begin{aligned} (r) &= \int_r^{\infty} f(x) dx = \frac{h Q^*}{\pi D} \\ &= \int_r^{0,067} \frac{1}{0,067} dx = \frac{5850 Q^*}{450000} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left[ \frac{x}{0,067} \right] 0,067 = \frac{5850Q}{126000000} \\
&= 1 - \frac{r}{0,067} = \frac{5850Q}{126000000} \\
&= \frac{r}{0,067} = 1 - \frac{5850Q}{126000000} \\
&= \frac{r}{0,067} = \frac{126000000 - 5850Q}{126000000} \\
126000000r &= 8442000 - 392Q^* \\
r &= 0,067 - 3,11 \cdot 10^{-6} Q^*
\end{aligned}$$

jumlah pemesanan setiap siklus ( $Q^*$ ) :

$$\begin{aligned}
Q^* &= \sqrt{\frac{2D[A + \bar{\pi}(x)]}{h}} \\
&= \sqrt{\frac{2 \cdot 2811500 + 2 \cdot \bar{\pi}(x)}{5850}} \\
&= \sqrt{110 + 215 \bar{S}(x)}
\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan harga  $r^*$  dan  $Q^*$  ( $r$  optimal dan  $Q$  optimal), maka dilakukan beberapa iterasi sebagai berikut :

Iterasi 1

Jumlah pemesanan persiklus ( $Q^*$ )

$$(Q^*) = \sqrt{\frac{2DA}{h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2811500}{5850}} = 10,4 \text{ unit}$$

Reorder level ( $r$ )

$$\begin{aligned}
r &= 0,067 - 3,11 \cdot 10^{-6} Q^* \\
&= 0,067 - 3,11 \cdot 10^{-6} \cdot 10,4 \\
&= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}
\end{aligned}$$

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$\begin{aligned}
(\bar{S}(x)) &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \\
&= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134} \\
&= 6,5 \text{ unit}
\end{aligned}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$\begin{aligned}
T_C &= \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P) \\
T_C &= \frac{11500 \cdot 28}{104} + 5850 \left( \frac{104}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{45000 \cdot 28}{104} 6,5 + (28 * \\
&\quad 22500)
\end{aligned}$$

$$T C_1 = 30962 + 35878 + 78750000 + 630000$$

$$T C_1 = 79446840$$

Dengan frekuensi pemesanan :  $N = \frac{D}{Q} = \frac{28 \text{ unit}}{104} = 2,7 \approx 3$  kali

Iterasi 2

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$\begin{aligned} \bar{S}(x) &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \\ &= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134} \\ &= 6,5 \text{ unit} \end{aligned}$$

Jumlah pemesanan persiklus ( $Q^*$ )

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{110 + 215 \bar{S}(x)} \\ &= \sqrt{110 + 215 * 4.1} \\ &= 31,5 \end{aligned}$$

Reorder level ( $r$ )

$$\begin{aligned} r &= 0,067 - 3,11 * 10^{-6} Q^* \\ &= 0,067 - 3,11 * 10^{-6} * 31,5 \\ &= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$\begin{aligned} T C_2 &= \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P) \\ T C_2 &= \frac{1150000}{315} + 5850 \left( \frac{315}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{45000000}{315} 6,5 + (28 * \\ & \quad 22500) \end{aligned}$$

$$T C_2 = 10222 + 97578 + 26000000 + 630000$$

$$T C_2 = 26737800$$

Dengan frekuensi pemesanan :  $N = \frac{D}{Q} = \frac{28 \text{ unit}}{315} = 0,89 \approx 1$  kali

Iterasi 3

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$\begin{aligned} \bar{S}(x) &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \\ &= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134} \\ &= 6,5 \text{ unit} \end{aligned}$$

Jumlah pemesanan persiklus ( $Q^*$ )

$$\begin{aligned} Q_3 &= \sqrt{110 + 215 \bar{S}(x)} \\ &= \sqrt{110 + 215 * 4.1} \\ &= 31,5 \end{aligned}$$

Reorder level ( $r$ )

$$\begin{aligned} r &= 0,067 - 3,11 * 10^{-6} Q^* \\ &= 0,067 - 3,11 * 10^{-6} * 31,5 \\ &= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$\begin{aligned} T C &= \frac{A D}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P) \\ T C &= \frac{1150000}{315} + 5850 \left( \frac{315}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{4500000}{315} 31,5 + (28 * \\ &\quad 22500) \\ T C &= 10222 + 97578 + 26000000 + 630000 \\ T C &= 26737800 \end{aligned}$$

Dengan frekuensi pemesanan :  $N = \frac{D}{Q} = \frac{28 \text{ unit}}{315} = 0,89 \approx 1 \text{ kali}$

Karena nilai  $r_2$  dan  $r_3$  serta nilai  $Q_2$  dan  $Q_3$  sudah sama, maka iterasi dihentikan dan didapatkan nilai-nilai untuk solusi akhir yang optimal adalah

Tabel 4.7 Hasil perhitungan *continuous review V-Belt B34*

Iterasi	Nilai $S(x)$ (unit)	Nilai $Q$ (unit)	Nilai $r$ (unit)	Total <i>Opportunity lost</i> (Rp)	Total <i>Cost</i> (Rp)	Frekuensi pemesanan
1	4,1	10,4	1	78750000	79.446.840	3
2	4,1	31,5	1	26000000	26.737.800	1
3	4,1	31,5	1	26000000	26.737.800	1

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat keputusan yang optimal pada iterasi kedua. Dimana didapat nilai  $Q^*$  sebesar 31,5 unit,  $r^*$  sebesar 1 unit, nilai  $S(x)$  sebesar 4,1 unit dengan total biaya sebesar Rp 17.137.624 dan jumlah pemesanan sebanyak 1 kali dalam 24 bulan.

d. Perhitungan biaya persediaan dengan model *periodic review*

Model *periodic review* dilakukan untuk menghitung ekspektasi jumlah kekurangan persediaan ( $\bar{S}$ ), jumlah pemesanan optimal setiap siklus ( $R^*$ ) serta total biaya persediaan (TC).

Jika  $T = 4$  bulan

$$\begin{aligned} \int_0^r g(x, 1+T) dx &= \frac{\pi}{\pi + h_1 T} = \frac{4500000}{450000(2+5)(0,2)\theta(\frac{1}{6})} \\ &= \frac{4500000}{4502166} = 0,99975 \end{aligned}$$

$$\mu = 28(0,00256 + 0,167) = 4,74$$

$$\frac{R^* - \mu}{\sigma} = z(0,99975)$$

$$\frac{R^* - 4,74}{\sqrt{1,88}} = 3,48$$

$$R^* = 9,51$$

Rata-rata kehilangan penjualan adalah

$$\begin{aligned} S\left(9,51, \frac{1}{6}\right) &= 1,371 \phi(3,48) - (9,51 - 4,74)[1 - \phi(3,48)] \\ &= 1,371(0,000935) - (4,77)[0,09958] = 0,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} TC\left(9,51, \frac{1}{6}\right) &= \frac{11500}{6} + 5850\left[9,51 - 28\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2(2)\theta(\frac{1}{6})} + 0,47\right] + \frac{4500000}{0,167} 0,47 \\ &= 75084759 \end{aligned}$$

Kurangkan T dengan 0,5 bulan menjadi 3,5 bulan

$$D(1+T) = 28(0,5 + 0,146) = 18,08$$

$$\sigma^2 = 1,88(0,5 + 0,146) = 1,21$$

$$\begin{aligned} \int_0^r g(x, 1+T) dx &= \frac{\pi}{\pi + h_1 T} = \frac{4500000}{450000(2+5)(0,2)\theta(\frac{3,5}{2})} \\ &= \frac{4500000}{4500853} = 0,99981 \end{aligned}$$

$$\mu = 28(0,00256 + 0,1458) = 4,15$$

$$\frac{R^* - \mu}{\sigma} = z(0,99978)$$

$$\frac{R^* - 4,15}{\sqrt{1,88}} = 3,49$$

$$R^* = 9,5$$

$$S(9,5, 0,1458) = 1,37(0,000903) - (9,5 - 4,15)(0,099525) = 0,43$$

$$\begin{aligned}
 TC(9.5,0.1458) &= \frac{11500}{\frac{3.5}{2.4}} + 5850 \left[ 9.5 - 28 \left( \frac{1}{2} \right) - \frac{1}{2 \left( 2 \cdot 9 \left( \frac{3.5}{2.4} \right) \right)} + 0.43 \right] + \\
 &\quad \frac{45000 \cdot 0.0}{0.1458} 0.43 \\
 &= 68457845
 \end{aligned}$$

Langkah diatas diulang untuk nilai yang lain pada T.

Tabel 4.8 Hasil perhitungan *periodic review V-Belt B34*

T (Bulan)	R*	TC
4	10,28	75084759
3,5	9,52	68457845
<b>3</b>	<b>6,27</b>	<b>43746856</b>
2.5	3,46	58684794

Nilai optimal dari T\* dan R\* adalah 3 bulan dan 7 unit

#### *V-Belt B38*

a. Perhitungan biaya persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan

1. Kebutuhan total selama 24 bulan (D) = 23 unit
2. Kebutuhan rata-rata per bulan ( $\bar{D}$ ) = 1,84 unit/bulan
3. Standar deviasi (s) = 4,67 unit
4. Biaya beli komponen (P) = Rp 24500
5. Biaya pesan pe sekali pesan (A) = Rp 11500
6. Biaya simpan

$$(h) = 26\% * Rp 24500 = Rp 6370/\text{unit/bulan}$$

7. *Lead time* (l) = 1 hari = 0,0333 bulan = 0,00256 tahun

8. *Demand saat lead time*

$$D_1 = \frac{\text{lead time}}{\text{hari kerja per bulan}} * \bar{D} = \frac{1}{30} * 2 = 0,067 \frac{\text{unit}}{\text{bulan}}$$

9. Biaya kekurangan persediaan (*stockout cost*)

Biaya yang harus ditanggung perusahaan ketika tidak memenuhi pesanan karena adanya kekurangan sparepart. Perusahaan menetapkan 26% \* Rp 500000 \* 180 tiap komponen.

$$\Pi = 26\% * Rp 500000 * 180 = Rp 4500000 / \text{unit}$$

10. Biaya untuk melakukan evaluasi atau *review* (V)

Perusahaan tidak mengeluarkan biaya *review* saat melakukan pemesanan kembali karena dihitung sama dengan pesan baru sehingga biaya *review*nya adalah Rp 0.

- b. Perhitungan total biaya persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan  
Perhitungan total persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan dilihat dari data pemesanan sebelumnya, adapun perhitungannya sebagai berikut :

1. Total biaya pemesanan

$$(T A) = A * N = R p11500 * 6 k a l i R p69000$$

2. Total biaya penyimpanan

$$(T h) = \frac{\text{total k e h a m a n a b u l a n}}{2} * b i a y a s i m p a n$$

$$(T h) = \frac{23}{2} * 26\% * R p24500 = R p73255$$

3. Total biaya kekurangan persediaan

$$(T \pi) = j u m l h k e k u r a n * g a n y a k e k u r a n g a n p e r s e d i a a n$$

$$(T \pi) = 11 * R p4500000 = R p49500000$$

4. Total biaya pembelian

$$(T P) = D * P = t o t a l k o m p o n e n s e b e l a c a n h a r g a$$

$$(T P) = 23 u n i t * R p 24500 = R p 563500$$

Maka total biaya persediaan komponen untuk *carbon brush* berdasarkan kebijakan perusahaan adalah :

$$\begin{aligned} T C &= T A + T h + T \pi + T P = R p69000 + R p73255 + R p49500000 + \\ &R p563500 \\ &= R p 50205755 \end{aligned}$$

- c. Perhitungan biaya persediaan dengan model *continuous review*

Model *continuous review* dilakukan untuk menghitung ekspektasi jumlah kekurangan persediaan ( $\bar{S}$ ), tingkat pemesanan kembali ( $r$ ) dan jumlah pemesanan optimal setiap siklus ( $Q^*$ ) serta total biaya persediaan (TC) dengan  $D_1$  dari *range* 0 sampai 1 unit dan leadtime 0,067 bulan

$$(\bar{S}) = \int_0^{\infty} S(x) f(x) d x = \int_0^{\infty} (x - r) f(x) d x$$

$$= \int_0^{\infty} (x - r) \frac{1}{D_1} = \int_r^{0,067} (x - r) \frac{1}{0,067} d x$$

$$= \frac{1}{0,067} \left[ \frac{1}{2} x^2 - r x \right]_r^{0,067}$$

$$= \frac{1}{0,06} \left[ (4,489 * 10^{-3} - 0,067r) - \left( \frac{1}{2}r^2 - r^2 \right) \right]$$

$$= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134}$$

Reorder Level

$$(r) = \int_r^{\infty} f(x) dx = \frac{h Q^*}{\pi D}$$

$$= \int_r^{0,067} \frac{1}{0,06} dx = \frac{6370Q^*}{45000000}$$

$$= \left[ \frac{x}{0,06} \right]_r^{0,067} = \frac{6370Q^*}{103500000}$$

$$= 1 - \frac{r}{0,067} = \frac{6370Q^*}{103500000}$$

$$= \frac{r}{0,067} = 1 - \frac{6370Q^*}{103500000}$$

$$= \frac{r}{0,067} = \frac{103500000 - 6370Q^*}{103500000}$$

$$103500000r = 6934500 - 427Q^*$$

$$r = 0,067 - 4,126 * 10^{-6}$$

jumlah pemesanan setiap siklus ( $Q^*$ ) :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 D[A + \bar{\pi}(x)]}{h}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 * 2311500 + 2 \bar{\pi}(x)}{6370}}$$

$$= \sqrt{83 + 177 \bar{S}(x)}$$

Untuk mendapatkan harga  $r^*$  dan  $Q^*$  ( $r$  optimal dan  $Q$  optimal), maka dilakukan beberapa iterasi sebagai berikut :

Iterasi 1

Jumlah pemesanan persiklus ( $Q^*$ )

$$(Q^*) = \sqrt{\frac{2 D A}{h}} = \sqrt{\frac{2 * 2311500}{6370}} = 9,1 \text{ unit}$$

Reorder level ( $r$ )

$$r = 0,067 - 4,126 * 10^{-6} Q$$

$$= 0,067 - 4,126 * 10^{-6} * 9,1$$

$$= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}$$

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$(\bar{S}(x)) = 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134}$$

$$= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134}$$

$$= 6,5 \text{ unit}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$T Q = \frac{A D}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P)$$

$$T Q = \frac{1150000}{9,1} + 6370 \left( \frac{9,1}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{4500000}{9,1} 6,5 + (23 * 24500)$$

$$T Q = 29066 + 34927 + 73928571 + 563500$$

$$T Q = 74556064$$

Dengan frekuensi pemesanan :  $N = \frac{D}{Q} = \frac{23 \text{ unit}}{9,1} = 2,5 \approx 3 \text{ kali}$

Iterasi 2

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$(\bar{S}(x)) = 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134}$$

$$= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134}$$

$$= 6,5 \text{ unit}$$

Jumlah pemesanan persiklus (Q\*)

$$Q_2 = \sqrt{83 + 177 \bar{S}(x)}$$

$$= \sqrt{83 + 177 * 6,5}$$

$$= 35,12$$

Reorder level (r)

$$r = 0,067 - 4,126 * 10^{-6} Q$$

$$= 0,067 - 4,126 * 10^{-6} * 35,12$$

$$= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$T Q = \frac{A D}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P)$$

$$T Q = \frac{1150000}{3512} + 6370 \left( \frac{3512}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{4500000}{3512} 6,5 + (23 * 24500)$$

$$T Q = 7531 + 117800 + 19155751 + 563500$$

$$T Q = 19844582$$

Dengan frekuensi pemesanan :  $N = \frac{D}{Q} = \frac{23512}{3512} = 0,65 \approx 1$  kali

Iterasi 3

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$\begin{aligned} \bar{S}(x) &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \\ &= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134} \\ &= 6,5 \text{ unit} \end{aligned}$$

Jumlah pemesanan persiklus ( $Q^*$ )

$$\begin{aligned} Q_3 &= \sqrt{83 + 177 \bar{S}(x)} \\ &= \sqrt{83 + 177 * 6,5} \\ &= 35,12 \end{aligned}$$

Reorder level ( $r$ )

$$\begin{aligned} r &= 0,067 - 4,126 * 10^{-6} Q \\ &= 0,067 - 4,126 * 10^{-6} * 35,12 \\ &= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$T C_3 = \frac{A D}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P)$$

$$T C_3 = \frac{11500 * 23}{3512} + 6370 \left( \frac{3512}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{45000 * 23}{3512} 6,5 + (23 * 24500)$$

$$T C_3 = 7531 + 117800 + 19155751 + 563500$$

$$T C_3 = 19844582$$

Dengan frekuensi pemesanan :  $N = \frac{D}{Q} = \frac{23512}{3512} = 0,65 \approx 1$  kali

Karena nilai  $r_2$  dan  $r_3$  serta nilai  $Q_2$  dan  $Q_3$  sudah sama, maka iterasi dihentikan dan didapatkan nilai-nilai untuk solusi akhir yang optimal adalah

Tabel 4.9 Hasil perhitungan *continuous review V-Belt B38*

Iterasi	Nilai S(x) (unit)	Nilai Q (unit)	Nilai r (unit)	Total Opportunity lost (Rp)	Total Cost (Rp)	Frekuensi pemesanan
1	6,5	9,1	1	73928571	74.556.064	3
2	6,5	35,12	1	19155751	19.844.582	1

Iterasi	Nilai S(x) (unit)	Nilai Q (unit)	Nilai r (unit)	Total Opportunity lost (Rp)	Total Cost (Rp)	Frekuensi pemesanan
3	6,5	35,12	1	19155751	19.844.582	1

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat keputusan yang optimal pada iterasi kedua. Dimana didapat nilai  $Q^*$  sebesar 35 unit,  $r^*$  sebesar 1 unit, nilai  $S(x)$  sebesar 6,5 unit dengan total biaya sebesar Rp 19.844.582 dan jumlah pemesanan sebanyak 1 kali dalam 24 bulan.

d. Perhitungan biaya persediaan dengan model *periodic review*

Model *periodic review* dilakukan untuk menghitung ekspektasi jumlah kekurangan persediaan ( $\bar{S}$ ), jumlah pemesanan optimal setiap siklus ( $R^*$ ) serta total biaya persediaan (TC).

Jika  $T = 4$  bulan

$$\int_0^r g(x, 1+T) dx = \frac{\pi}{\pi + h_1 T} = \frac{4500000}{4500000 + 0,2 \cdot 4 \cdot \left(\frac{1}{6}\right)}$$

$$= \frac{4500000}{4501061} = 0,99976$$

$$\mu = 23 (0,00256 + 0,167) = 3,89$$

$$\frac{R^* - \mu}{\sigma} = z (0,99976)$$

$$\frac{R^* - 3,89}{\sqrt{1,23}} = 3,48$$

$$R^* = 7,74$$

Rata-rata kehilangan penjualan adalah

$$S\left(7,74, \frac{1}{6}\right) = 1,109 \phi(3,48) - (7,74 - 3,89)[1 - \phi(3,48)]$$

$$= 1,109 (0,000935) - (4,77)[0,09958] = 0,47$$

$$TC\left(7,74, \frac{1}{6}\right) = \frac{11500}{6} + 6370\left[7,74 - 23\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2 \cdot 3\left(\frac{1}{6}\right)} + 0,47\right] + \frac{4500000 \cdot 0,47}{0,167}$$

$$= 64745854$$

Kurangkan T dengan 0,5 bulan menjadi 3,5 bulan

$$D(1+T) = 28 (0,5 + 0,146) = 18,08$$

$$\sigma^2 = 1,88 (0,5 + 0,146) = 1,21$$

$$\int_0^r g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + h_1 T} = \frac{4500000}{4500000 + 0,2 \cdot \left(\frac{3,5}{2}\right)}$$

$$= \frac{4500000}{4500928} = 0,99979$$

$$\mu = 28 (0,00256 + 0,1458) = 4,15$$

$$\frac{R^* - \mu}{\sigma} = z (0,99978)$$

$$\frac{R^* - 41,5}{\sqrt{1,14}} = 3,49$$

$$R^* = 6,18$$

$$S(6.18, 0.1458) = 1,2 (0,000903) - (6,18 - 4,15)(0,099525) = 0,2$$

$$TC(6.18, 0.1458) = \frac{11500}{2,4} + 6370 \left[ 6,18 - 23 \left( \frac{1}{2} \right) - \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot \left( \frac{3,5}{2} \right)} + 0,2 \right] + \frac{4500000 \cdot 0,2}{0,1458}$$

$$= 4589521$$

Langkah diatas diulang untuk nilai yang lain pada T.

Tabel 4.10 Hasil perhitungan *periodic review V-Belt B38*

T (Bulan)	R*	TC
4	7,74	64745854
<b>3,5</b>	<b>6,18</b>	<b>45895213</b>
3	4,71	49057866
2.5	3,11	52897576

Nilai optimal dari T\* dan R\* adalah 3,5 bulan dan 7 unit

Nozzle d 0,8

- a. Perhitungan biaya persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan
  1. Kebutuhan total selama 24 bulan (D) = 34 unit
  2. Kebutuhan rata-rata per bulan ( $\bar{D}$ ) = 1,4 unit/bulan
  3. Standar deviasi (s) = 6,7 unit
  4. Biaya beli komponen (P) = Rp 12000
  5. Biaya pesan pe sekali pesan (A) = Rp 11500
  6. Biaya simpan (h) = 26% \* Rp 12000 = Rp 3120/unit/bulan
  7. Lead time (l) = 1 hari = 0,0333 bulan = 0,00256 tahun
  8. Demand saat lead time

$$D_1 = \frac{\text{lead time}}{\text{hari kerja per bulan}} * \bar{D} = \frac{1}{30} * 2 = 0,067 \frac{\text{unit}}{\text{bulan}}$$

9. Biaya kekurangan persediaan (*stockout cost*)

Biaya yang harus ditanggung perusahaan ketika tidak memenuhi pesanan karena adanya kekurangan sparepart. Perusahaan menetapkan 26% \* Rp 500000 \* 180 tiap komponen.

$$\Pi = 26\% * \text{Rp } 500000 * 180 = \text{Rp } 4500000 / \text{unit}$$

10. Biaya untuk melakukan evaluasi atau *review* (V)

Perusahaan tidak mengeluarkan biaya *review* saat melakukan pemesanan kembali karena dihitung sama dengan pesan baru sehingga biaya *review*nya adalah Rp 0.

b. Perhitungan total biayapersediaan berdasarkan kebijakan perusahaan

Perhitungan total persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan dilihat dari data pemesanan sebelumnya, adapun perhitungannya sebagai berikut :

1. Total biaya pemesanan

$$(T A) = A * N = \text{Rp } 11500 * 8 = \text{Rp } 92000$$

2. Total biaya penyimpanan

$$(Th) = \frac{\text{total komponen} * \text{biaya simpan}}{2}$$

$$(Th) = \frac{34}{2} * 26\% * \text{Rp } 12000 = \text{Rp } 53040$$

3. Total biaya kekurangan persediaan

$$(T \pi) = \text{jumlah kekurangan} * \text{biaya kekurangan persediaan}$$

$$(T \pi) = 12 * \text{Rp } 4500000 = \text{Rp } 54000000$$

4. Total biaya pembelian

$$(T P) = D * P = \text{total komponen} * \text{harga}$$

$$(T P) = 23 \text{ unit} * \text{Rp } 24500 = \text{Rp } 563500$$

Maka total biaya persediaan komponen untuk *carbon brush* berdasarkan kebijakan perusahaan adalah :

$$\begin{aligned} T C &= T A + Th + T \pi + T P = \text{Rp } 92000 + \text{Rp } 53040 + \text{Rp } 54000000 + \\ &\quad \text{Rp } 408000 \\ &= \text{Rp } 54553040 \end{aligned}$$

c. Perhitungan biaya persediaan dengan model *continuous review*

Model *continuous review* dilakukan untuk menghitung ekspektasi jumlah kekurangan persediaan ( $\bar{S}$ ), tingkat pemesanan kembali ( $r$ ) dan jumlah pemesanan optimal setiap siklus ( $Q^*$ ) serta total biaya persediaan (TC) dengan  $D_1$  dari *range* 0 sampai 1 unit dan leadtime 0,067 bulan

$$\begin{aligned}(\bar{S}) &= \int_0^{\infty} S(x)f(x)d x = \int_0^{\infty} (x - r)f(x)d x \\ &= \int_0^{\infty} (x - r) \frac{1}{D_1} = \int_r^{0,067} (x - r) \frac{1}{0,067} d x \\ &= \frac{1}{0,067} \left[ \frac{1}{2} x^2 - r x \right]_r^{0,067} \\ &= \frac{1}{0,067} \left[ (4,489 * 10^{-3} - 0,067r) - \left( \frac{1}{2} r^2 - r^2 \right) \right] \\ &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134}\end{aligned}$$

Reorder Level

$$\begin{aligned}(r) &= \int_r^{\infty} f(x)d x = \frac{h Q}{\pi D} \\ &= \int_r^{0,067} \frac{1}{0,067} d x = \frac{3120Q}{4500000} \\ &= \left[ \frac{x}{0,067} \right]_r^{0,067} = \frac{3120Q}{15300000} \\ &= 1 - \frac{r}{0,067} = \frac{3120Q}{15300000} \\ &= \frac{r}{0,067} = 1 - \frac{3120Q}{15300000} \\ &= \frac{r}{0,067} = \frac{15300000 - 3120Q}{15300000} \\ 15300000r &= 10251000 - 209Q^* \\ r &= 0,067 - 1,366 * 10^{-6}\end{aligned}$$

jumlah pemesanan setiap siklus ( $Q^*$ ) :

$$\begin{aligned}Q^* &= \sqrt{\frac{2 D[A + \bar{\pi}(S)]}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 * 34[11500 + 12(0)]}{3120}} \\ &= \sqrt{250 + 261 \bar{S}(x)}\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan harga  $r^*$  dan  $Q^*$  ( $r$  optimal dan  $Q$  optimal), maka dilakukan beberapa iterasi sebagai berikut :

Iterasi 1

Jumlah pemesanan persiklus ( $Q^*$ )

$$(Q^*) = \sqrt{\frac{2DA}{h}} = \sqrt{\frac{2 * 34 * 11500}{3120}} = 15,8 \text{ unit}$$

Reorder level (r)

$$\begin{aligned} r &= 0,067 - 1,366 * 10^{-6}Q \\ &= 0,067 - 1,366 * 10^{-6} * 15,8 \\ &= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$\begin{aligned} (\bar{S}(x)) &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \\ &= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134} \\ &= 6,5 \text{ unit} \end{aligned}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$\begin{aligned} TQ &= \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P) \\ TQ &= \frac{11500 * 34}{158} + 3120 \left( \frac{158}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{45000 * 0,134}{158} 6,5 + (34 * \\ &12000) \\ TQ &= 24746 + 27559 + 62943038 + 408000 \\ TQ &= 63403343 \end{aligned}$$

$$\text{Dengan frekuensi pemesanan : } N = \frac{D}{Q} = \frac{34 \text{ unit}}{158} = 2,15 \approx 3 \text{ kali}$$

Iterasi 2

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$\begin{aligned} (\bar{S}(x)) &= 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134} \\ &= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134} \\ &= 6,5 \text{ unit} \end{aligned}$$

Jumlah pemesanan persiklus (Q\*)

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{250 + 261 \bar{S}(x)} \\ &= \sqrt{250 + 261 * 6,5} \\ &= 44,12 \end{aligned}$$

Reorder level (r)

$$\begin{aligned} r &= 0,067 - 1,366 * 10^{-6}Q \\ &= 0,067 - 1,366 * 10^{-6} * 44,12 \end{aligned}$$

$$= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$T \zeta = \frac{A D}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P)$$

$$T \zeta = \frac{1150000}{4412} + 3120 \left( \frac{4412}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{4500000}{4412} 6,5 + (34 * 12000)$$

$$T \zeta = 8862 + 71729 + 22540797 + 408000$$

$$T \zeta = 23029388$$

$$\text{Dengan frekuensi pemesanan : } N = \frac{D}{Q} = \frac{34 \text{ unit}}{4412} = 0,77 \approx 1 \text{ kali}$$

Iterasi 3

Ekspektasi jumlah kekurangan persediaan persiklus

$$(\bar{S}(x)) = 0,067 - r + \frac{r^2}{0,134}$$

$$= 0,067 - 1 + \frac{1^2}{0,134}$$

$$= 6,5 \text{ unit}$$

Jumlah pemesanan persiklus (Q\*)

$$Q_2 = \sqrt{250 + 261 \bar{S}(x)}$$

$$= \sqrt{250 + 261 * 6,5}$$

$$= 44,12$$

Reorder level (r)

$$r = 0,067 - 1,366 * 10^{-6} Q$$

$$= 0,067 - 1,366 * 10^{-6} * 44,12$$

$$= 0,06 \text{ unit} \approx 1 \text{ unit}$$

Total biaya persediaan (TC) ditambah total biaya pembelian

$$T \zeta = \frac{A D}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r - D_l \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}(x) + (D * P)$$

$$T \zeta = \frac{1150000}{4412} + 3120 \left( \frac{4412}{2} + 1 - 0,067 \right) + \frac{4500000}{4412} 6,5 + (34 * 12000)$$

$$T \zeta = 8862 + 71729 + 22540797 + 408000$$

$$T \zeta = 23029388$$

$$\text{Dengan frekuensi pemesanan : } N = \frac{D}{Q} = \frac{34 \text{ unit}}{4412} = 0,77 \approx 1 \text{ kali}$$

Karena nilai  $r_2$  dan  $r_3$  serta nilai  $Q_2$  dan  $Q_3$  sudah sama, maka iterasi dihentikan dan didapatkan nilai-nilai untuk solusi akhir yang optimal adalah

Tabel 4.11 Hasil perhitungan *continuous review nozzle* d 0,8

Iterasi	Nilai S(x) (unit)	Nilai Q (unit)	Nilai r (unit)	Total Opportunity lost (Rp)	Total Cost (Rp)	Frekuensi pemesanan
1	6,5	15,8	1	62943038	63.403.343	3
2	6,5	44,12	1	22540797	23.029.388	1
3	6,5	44,12	1	22540797	23.029.388	1

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat keputusan yang optimal pada iterasi kedua. Dimana didapat nilai  $Q^*$  sebesar 44 unit,  $r^*$  sebesar 1 unit, nilai  $S(x)$  sebesar 6,5 unit dengan total biaya sebesar Rp 23.029.388 dan jumlah pemesanan sebanyak 1 kali dalam 24 bulan.

d. Perhitungan biaya persediaan dengan model *periodic review*

Model *periodic review* dilakukan untuk menghitung ekspektasi jumlah kekurangan persediaan ( $\bar{S}$ ), jumlah pemesanan optimal setiap siklus ( $R^*$ ) serta total biaya persediaan (TC).

Jika  $T = 4$  bulan

$$\int_0^r g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + h_1 T} = \frac{4500000}{450000(102+0)(0,2)(\frac{1}{6})}$$

$$= \frac{4500000}{45000520} = 0,99988$$

$$\mu = 34(0,00256 + 0,167) = 5,76$$

$$\frac{R^* - \mu}{\sigma} = z(0,99988)$$

$$\frac{R^* - 576}{\sqrt{1,32}} = 3,55$$

$$R^* = 9,8$$

Rata-rata kehilangan penjualan adalah

$$S\left(9,8, \frac{1}{6}\right) = 1,14 \phi(3,55) - (9,8 - 5,76)[1 - \phi(3,55)]$$

$$= 1,14(0,000899) - (4,77)[0,09923] = 0,47$$

$$TC\left(9,8, \frac{1}{6}\right) = \frac{11500}{6} + 3120\left[9,8 - 34\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2(3)(\frac{1}{6})}\right] + 0,47 + \frac{4500000}{0,167} = 65084734$$

Kurangkan T dengan 0,5 bulan menjadi 3,5 bulan

$$D(1+T) = 34 (0,5 + 0,146) = 21,96$$

$$\sigma^2 = 3,2 (0,5 + 0,146) = 2,0672$$

$$\begin{aligned} \int_0^r g(x, 1+T) dx &= \frac{\pi}{\pi + h_1 T} = \frac{4500000}{45000(102+0)(0,2)\theta\left(\frac{3,5}{2,4}\right)} \\ &= \frac{4500000}{4500455} = 0,99989 \end{aligned}$$

$$\mu = 28 (0,00256 + 0,1458) = 4,15$$

$$\frac{R^* - \mu}{\sigma} = Z (0,99989)$$

$$\frac{R^* - 41,5}{\sqrt{1,26}} = 3,56$$

$$R^* = 8,14$$

$$S(8,14, 0,1458) = 1,12 (0,000874) - (8,14 - 4,15)(0,09912) = 0,37$$

$$\begin{aligned} TC(8,14, 0,1458) &= \frac{11500}{2,4} + 3120 \left[ 8,14 - 34 \left( \frac{1}{2} \right) - \frac{1}{2(3,4)\left(\frac{3,5}{2,4}\right)} + 0,37 \right] + \\ &\quad \frac{4500000}{0,1458} = 0,37 \\ &= 51267396 \end{aligned}$$

Langkah diatas diulang untuk nilai yang lain pada T.

Tabel 4.12 Hasil perhitungan *periodic review nozzle* d 0,8

T (Bulan)	R*	TC
4	9,8	65084734
3,5	8,14	51267396
<b>3</b>	<b>6,13</b>	<b>39724674</b>
2.5	3,11	41826301

Nilai optimal dari T\* dan R\* adalah 3 bulan dan 7 unit

## BAB V

### PEMBAHASAN

Hasil pengumpulan dan pengolahan data pada bab sebelumnya dapat dianalisa dimana pada PT. MAK Yogyakarta ini memiliki jumlah pemakaian *sparepart* yang berubah-ubah mengikuti dengan kerusakan mesin yang terjadi. Hal ini dikarenakan dari kerusakan mesin yang sering terjadi tidak terduga. Apabila tidak ada persediaan *sparepart* maka perusahaan tidak dapat melakukan proses produksi karena mesin yang rusak belum dapat diperbaiki sehingga pihak perusahaan bisa mengalami kerugian dari produk yang seharusnya dapat dihasilkan per harinya.

#### 5.1 Klasifikasi ABC

Klasifikasi ABC merupakan metode untuk menentukan tingkatan kritis suatu produk. Dalam hal ini, *sparepart* yang ada di plant KL akan diklasifikasikan ke dalam masing-masing kelas. *Sparepart* yang berada di kelas A lah yang akan dianalisis. Teknik klasifikasi ABC yang digunakan pada penelitian ini adalah berdasarkan dari nilai pemakaian *sparepart* dilihat dari 2 tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan persediaan yang akan dianalisis lebih lanjut adalah untuk *part* yang bersifat lebih sering digunakan dan harganya pun juga relatif lebih mahal. Nilai pemakaian didapatkan dari frekuensi pergantian *sparepart* tersebut dikalikan dengan harga dari masing-masing *sparepart*. Harga masing-masing *sparepart* juga berbeda-beda, dalam kasus ini tidak ada perubahan harga dalam kurun waktu 4 tahun sehingga untuk peramalan 2 tahun yang akan datang harga *sparepart* sama dengan 2 tahun sebelumnya. 26 jenis *sparepart* yang ada dalam klasifikasi ABC merupakan *sparepart* yang dipakai untuk 2 tahun sebelumnya.

##### 1. Prosentase pemakaian

Prosentase pemakaian terdiri dari jumlah pemakaian di tiap tahunnya dan juga harga dari masing-masing *sparepart*. Jumlah pemakaian dikalikan dengan harga *sparepart* sehingga menjadi nilai pemakaian, dari situ bisa didapatkan prosentase

pemakaian dari masing-masing *sparepart*. Besarnya prosentase pemakaian *sparepart* akan menentukan kelas dari masing-masing *sparepart*.

## 2. Pemilahan kelas A, B, dan C

Pemilahan *sparepart* ke dalam kelas A, B, dan C dilakukan berdasarkan besarnya prosentase pemakaian *sparepart*. Kelas A terdiri dari 4 *sparepart*, kelas B 8 *sparepart*, dan kelas C terdiri dari 14 *sparepart*. Pada kelas A sebanyak 20% dengan nilai penggunaan sebesar 80%. Yang termasuk dalam kelas A adalah *sparepart carbon brush* dan *V-Belt B34*, namun pada kenyataannya terdapat 2 *part* yang memiliki nilai frekuensi penggunaan relatif tinggi, sehingga kedua *part* ini juga dimasukkan ke dalam kelas A. Sehingga total *part* yang ada di kelas A 4 *sparepart*, yaitu *carbon brush*, *V-Belt B34*, *V-Belt B38*, dan *Nozzle d 0,8*. Nilai pemakaian pada masing-masing *part* bisa dikatakan kecil, hal ini dikarenakan dalam satu bulannya belum tentu ada pergantian *part*. Lain halnya dengan bahan baku produksi, apabila bahan baku produksi terdapat pemakaian setiap harinya, berbeda dengan *sparepart*. *Sparepart* akan digunakan hanya ketika terjadi kerusakan pada mesin, padahal kerusakan pada mesin sendiri belum tentu terjadi setiap hari. Dalam sekali kerusakan mesin pun, tidak selalu membutuhkan *sparepart* dalam jumlah yang besar, hanya berkisar antara 1-5 saja. Kerusakan mesin dengan membutuhkan *sparepart* yang sama juga belum tentu terjadi setiap bulannya.

## 5.2 Perhitungan Biaya *Inventory*

Sehubungan dengan persediaan *sparepart* dalam suatu perusahaan terdiri dari biaya-biaya tetap maupun biaya yang tidak tetap. Biaya tersebut didapatkan dari penghitungan biaya-biaya yang timbul dari produk yang ada, diantaranya :

### 1. Biaya pemesanan

Biaya pemesanan pada PT.MAK Yogyakarta ini terdiri dari biaya administrasi dan telepon yang dilakukan pada saat melakukan pemesanan ke toko. Biaya pemesan dalam kasus ini, dapat terbilang kecil dikarenakan tempat untuk memesan *sparepart* tidak terlalu jauh, masih berada di dalam kota. Hal yang dilakukan ketika akan melakukan pemesanan adalah mengajukan lembar pembelian *sparepart* kepada kepala bagian *maintenance*, apabila disetujui kan

dibuatkan lembar *Purchase Order* (PO), setelah mendapatkan lembar PO, *sparepart* yang dibutuhkan dapat dibeli di tempat yang sudah ditentukan oleh perusahaan.

## 2. Biaya penyimpanan

Biaya penyimpanan merupakan biaya yang harus ditanggung perusahaan karena adanya *sparepart* yang tersimpan di dalam gudang. Perusahaan telah menetapkan beberapa komponen untuk menghitung biaya penyimpanan. Biaya yang menjadi komponen biaya penyimpanan ini meliputi biaya tenaga kerja gudang, biaya listrik, biaya pemeliharaan & kerusakan serta biaya modal produk beserta suku bunganya. Besarnya biaya penyimpanan tergantung dari masing-masing harga *sparepart* dan juga jumlah yang ada di gudang, semakin mahal harga *sparepart* dan semakin banyak jumlahnya di gudang maka akan semakin membuat biaya penyimpanan membengkak, sedangkan semakin sedikit jumlah *sparepart* yang ada di gudang akan membuat biaya penyimpanan kecil, namun hal ini juga bisa menyebabkan terjadinya *stockout* *sparepart* ketika terjadi kerusakan mesin secara tiba-tiba.

## 3. Biaya *opportunity lost*

Biaya *opportunity lost* termasuk potensi kerugian terhadap pemasukan. Untuk biaya kekurangan persediaan telah ditetapkan dari perusahaan berdasarkan produk yang dapat dihasilkan tiap harinya selama mesin mengalami kerusakan.

### 5.3 Perhitungan *continuous review* dan *periodic review*

Perhitungan dilakukan dengan metode *continuous review* dan *periodic review*. Pada metode *continuous review* dilakukan perhitungan untuk nilai Q dan r, sedangkan pada metode *periodic review* dilakukan perhitungan untuk nilai P dan R\*. Kedua metode tersebut nantinya akan dibandingkan pada *opportunity lost* nya. Untuk metode yang memiliki *opportunity lost* terendah maka akan dipilih. Dari hasil perhitungan *continuous review*, seluruh *sparepart* ditemukan nilai total *cost* terendah pada iterasi kedua. Untuk *carbon brush* dengan metode *continuous review* memiliki total *cost* sebesar Rp 22.198.493, *V-Belt B34* Rp 26.737.800, *V-Belt B38* Rp 19.844.582, dan *nozzle d 0,8* Rp 23.029.388. Sedangkan dengan menggunakan metode *periodic review* dilakukan percobaan sebanyak 4 kali dengan periode *review* 4 bulan, 3,5 bulan, 3 bulan, dan 2,5

bulan. Didapatkan nilai total *cost* untuk *carbon brush* sebesar Rp 86.759.523 dengan lama periode *review* 3 bulan. *V-Belt* B34 sebesar Rp 43.746.856 dengan lama periode *review* 3 bulan. *V-Belt* B38 sebesar Rp 45.895.213. *Nozzle* d 0,8 sebesar Rp 39.724.674 dengan lama periode *review* 3 bulan.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data, serta berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kebijakan yang dapat diterapkan oleh perusahaan adalah dengan metode *continuous review* untuk mendapatkan biaya *opportunity lost* yang lebih rendah.
2. Besarnya biaya penghematan yang dikeluarkan oleh perusahaan selama 2 tahun ketika menggunakan kebijakan yang baru untuk total *costnya* yaitu sebesar Rp77.915.757 untuk *carbon brush*, Rp37.089.100 untuk *V-Belt B34*, Rp30.361.173 untuk *V-Belt B38*, dan Rp31.523.652 untuk *nozzle d 0,8*. Sedangkan untuk penghematan pada *opportunity lostnya* Rp77.907.621 untuk *carbon brush*, Rp37000000 untuk *V-Belt B34*, Rp30.344.249 untuk *V-Belt B38*, dan Rp31.459.203 untuk *nozzle d 0,8*. Sehingga, besarnya penghematan *opportunity lost* untuk keempat sparepart selama dua tahun adalah Rp176.711.073.

#### 6.2. Saran

1. Saran yang dapat diberikan sehubungan dengan penelitian ini adalah untuk kebijakan pengadaan *sparepart carbon brush, V-Belt B34, B38, dan nozzle d 0,8* dihitung menggunakan metode *continuous review*.
2. Pada penelitian ini harga semua *sparepart* diasumsikan sama (tidak ada potongan harga). Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan menggunakan potongan harga untuk pembelian dalam jumlah yang besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baluch, N., Abdullah, C. S., & Mohtar, S. (2013). Evaluating Effective Spare-parts Inventory Management for Equipment Reliability in Manufacturing Industries. *European Journal of Business and Management* , 69-75.
- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Fitriasari, M. (2012). *Penentuan Jadwal Perawatan Mesin dan Pengadaan Suku Cadang yang Optimal*. Yogyakarta.
- Ghodrati, B., Benjevic, D., & Jardine, A. (2012). Product Support Improvement by Considering System Operating Enviroment. *International Journal of Quality & Reliability Management* , 29, 436-450.
- Muckstadt, J.A, Sapra, A. (2010) *Principles of Inventory Management: When You Are Down to Four, Order More*, Springer Series in Operation Research and Financial Engineering.
- Purbatasari, O. (2013). *Evaluasi Penentuan Jumlah Pemesanan untuk Mengurangi Biaya Persediaan Menggunakan Simulasi Monte Carlo*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
- Render, B., & Heizer, J. (2001). *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta: PT. Salemba Emban Patria.
- Ristono, A. (2009). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Siahaya, W. (2012). *Manajemen Pengadaan*. Alfabeta.
- Sodikin, I. (2010). Analisis Penentuan Waktu Perawatan dan Jumlah Persediaan Suku Cadang Rantai Garu yang Optimal. *Jurnal Teknologi* , 3, 44-52.
- Sumayang, L. (2003). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.

Yamit, Z. (2003). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: Ekonisia.

## LAMPIRAN