

# PENGENDALIAN PERSEDIAAN SUKU CADANG KRITIS PADA KENDARAAN JENIS *TRUCK* BERAT DIDETASEMEN PEMELIHARAAN PANGKALAN KORPS MARINIR JAKARTA

Akhmad Zuliadi  
Siti Rohana

Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jakarta  
[akhmad\\_zuliadi@yahoo.com](mailto:akhmad_zuliadi@yahoo.com)

---

## Abstract

Detasemen Pemeliharaan Pangkalan Korps Marinir Jakarta (Denhar Lanmar Jakarta) is a unit within the Marine Corps that specializes in maintenance and repair services of vehicles owned by the Marine Corps one of which truck type vehicle operation. There is often a lack of spare parts in the warehouse when needed cause truck can not operate because they are waiting to be dealt with care. This study aimed to determine the classification of critical parts with the ABC method and get the booking amount and determine the optimal reorder point with minimum total inventory cost. Critical spare parts selected in this study is the use of shock absorber with a value of 26.5556% and 17.1038% for piston rings of the total overall cost of spare parts for Rp.263.334.000. Based on the two-parameter Weibull distribution it is known that the rate of decay of each critical parts are 0.00167 / day (shock absorber) and 0.0046 / day (Piston Ring). Now we know the rate of damage hence the need for each of the critical parts can be predicted. Inventory control models Economic order quantity was used to optimize the number of orders that minimize the cost of inventory and the cost of ordering spare parts. The results shared that, the expected needs of critical spare parts for one year to 20 vehicles by 20 units and 40 units of Shock absorber piston rings. Total order quantity for Shock absorber is 2 units, reorder point is 1 unit and the order quantity of piston rings is 3 units, while reorder point is 1 unit.

**Keywords:** Inventory control, parts, reliability, Weibull distribution, truck.

---

## PENDAHULUAN

Detasemen Pemeliharaan Pangkalan Korps Marinir Jakarta (Denhar Lanmar Jakarta) merupakan satuan dilingkungan Korps Marinir yang bergerak dalam bidang pelayanan perawatan dan perbaikan kendaraan baik kendaraan tempur (ranpur) maupun kendaraan taktis (rantis) dan kendaraan operasional lain yang dimiliki oleh Korps Marinir. Lokasi Denhar Lanmar Jakarta terletak di area Ksatriaan Marinir Jalan Raya KKO Cilandak Jakarta Selatan. Secara khusus Denhar Lanmar Jakarta hanya melayani perawatan dan perbaikan kendaraan dan material tempur milik Korps Marinir.

*Truck* adalah salah satu kendaraan operasional milik Korps Marinir yang pelaksanaan perawatannya ada di Denhar Lanmar Jakarta. *Truck* biasa digunakan sebagai sarana pendukung kegiatan kedinasan baik dalam rangka latihan maupun tugas kedinasan lainnya. *Truck* yang dimiliki oleh Korps

Marinir bermacam-macam merek dan jumlahnya yang tersebar dibeberapa kesatuan.

Jenis *truck* berat bermerek Reo berjumlah 20 unit, bermerek Mercy berjumlah 5 unit, jenis *truck* sedang bermerek Reo berjumlah 17 unit, bermerek Unimog berjumlah 16 unit, dan untuk jenis *truck* ringan bermerek Land Lover berjumlah 5 unit, bermerek Mitsubhisi berjumlah 2 unit.

Dalam menjaga kesiapan kendaraan operasional TNI Korps Marinir khususnya pada kendaraan jenis *truck* agar selalu siap saat dibutuhkan maka pengelolaan dari kendaraan operasional tersebut harus ditangani dengan baik. Salah satu bagian yang menunjang dalam pengelolaan kendaraan adalah bagian perawatan, aktifitas perawatan yang dilakukan oleh Denhar Lanmar Jakarta diantaranya memperbaiki suku cadang kendaraan operasional yang rusak dan mengganti suku cadang yang rusak tersebut karena tidak dapat diperbaiki lagi.

Salah satu faktor yang sering menghambat aktifitas dibagian perawatan

adalah tidak tersedianya suku cadang saat diperlukan. Pada saat ini dengan jumlah total *truck* yang dimiliki oleh Korps Marinir Jakarta sebanyak 65 unit, sering terjadi kendaraan operasional yang rusak menunggu penyelesaian perbaikan karena tidak adanya suku cadang. Kondisi ini tidak dapat dibiarkan terus karena dapat menghambat kelancaran aktifitas operasional dan kesiapan TNI Korps Marinir dalam melaksanakan kegiatan latihan kedinasan maupun dalam tugas melayani masyarakat pada saat dibutuhkan.

Dengan adanya pengendalian persediaan suku cadang pengganti diharapkan suku cadang dapat tersedia saat dibutuhkan dalam aktifitas perawatan, serta dapat mengurangi kendaraan operasional TNI Korps Marinir yang tidak bisa beroperasi akibat tidak tersedianya suku cadang.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Definisi dan Tujuan Perawatan

Perawatan merupakan suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga peralatan dan mengadakan perbaikan penggantian yang diperlukan agar dicapai suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan dengan apa yang akan direncanakan (Stephens, 2004). Tugas bagian perawatan adalah merencanakan dan menjadwalkan pekerjaan guna mengantisipasi tingkat kerusakan dan mencegah terputusnya kegiatan produksi dengan memberikan ongkos minimal serta guna mencegah meningkatnya frekuensi kerusakan, dimana kerusakan yang terjadi tidak dapat diramalkan kapan terjadinya sehingga mengakibatkan kontinuitas produksi terganggu. Oleh karena ketidakpastian dari terjadinya kerusakan, penentuan waktu perawatan perlu diperhitungkan secara seksama, sehingga diperoleh selang waktu perawatan yang optimal. Untuk keperluan penentuan waktu perawatan optimal sangat berkaitan dengan berbagai faktor, seperti model kegagalan dari sistem, lama waktu memperbaiki sistem hingga berfungsi kembali, lamanya sistem mampu bertahan dalam kondisi optimum, biaya perawatan yang tersedia dan hal-hal lainnya yang berhubungan.

Pada umumnya kegiatan perawatan menurut Ebeling (1997) dapat dibagi dalam beberapa jenis perawatan. Jenis-jenis perawatan tersebut adalah sebagai berikut :

a). Perawatan pencegahan (*Preventive Maintenance*), Kegiatan perawatan pencegahan adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak dapat diduga, dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan peralatan mengalami kerusakan pada saat digunakan dalam proses produksi. Yang termasuk kedalam jenis perawatan pencegahan adalah perawatan rutin dan perawatan periodik. b). Perawatan Rutin (*Routine Maintenance*); Perawatan rutin adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara terus-menerus. Biasanya perawatan rutin dilakukan sebelum perawatan dioperasikan, c). Perawatan Periodik (*Periodic Maintenance*); Perawatan periodik adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, d). Perawatan Korektif (*Corrective Maintenance*); Kegiatan perawatan ini meliputi perbaikan-perbaikan kecil dalam rencana perawatan jangka panjang. Yang termasuk kedalam jenis perawatan korektif adalah perawatan kerusakan. Kegiatan perawatan ini dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelainan peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik, dengan demikian perawatan kerusakan mengandung sifat ketidakpastian.

Tujuan dilakukan tindakan perawatan antara lain adalah sebagai berikut :

a). Memperpanjang waktu pengoperasian peralatan semaksimal mungkin dengan biaya seminimal mungkin, b). Menjamin keandalan dan kesiapan peralatan yang optimal untuk mendapatkan keuntungan maksimal, c). Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan modal serta menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama kurun waktu yang telah ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut, d). Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi kualitas yang dibutuhkan oleh produk tersebut dan kegiatan produksi tidak terganggu, e). Menjamin tingkat ketersediaan yang optimal dari fasilitas produksi.

### Konsep Keandalan (*Reliability*)

Keandalan adalah probabilitas suatu item atau sistem dapat memberikan performansi sesuai dengan fungsi yang diharapkan pada kondisi operasi dan selang waktu tertentu (Ebeling, 1997). Konsep keandalan banyak digunakan dalam

pendekatan pemecahan masalah-masalah yang berkaitan dengan manajemen perawatan seperti penentuan jadwal penggantian mesin, peralatan, komponen dan jadwal pemeriksaan (inspeksi), manajemen persediaan (terutama untuk persediaan material berupa suku cadang perawatan).

Variabel terpenting yang dapat menggambarkan dengan jelas keandalan suatu sistem adalah waktu, dalam hal ini berkaitan dengan laju kerusakan (*Failure rate*). Faktor waktu biasanya dipakai dalam menilai keandalan suatu sistem yang dikaitkan dengan keandalan tertentu, misalnya selang waktu antara dua kerusakan (*Mean Time between Failure*) atau selang waktu antara dua perbaikan (*Mean Time Between Repair*). Fenomena kerusakan suatu sistem atau item dapat digambarkan dalam probabilitas kerusakan yang mengikuti suatu pola distribusi teoritis tertentu.

Ada beberapa konsep yang digunakan dalam pengukuran keandalan suatu sistem :

a). Fungsi distribusi kumulatif F(t)

Fungsi distribusi kumulatif berdasarkan bentuk distribusinya adalah :

(1). Hiper Exponential

$$F(t) = 1 - k \cdot \exp(-2k \lambda \cdot t) - (1 - k) \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$$

(2). Exponential :  $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$

(3). Normal

$$F(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2 \cdot \pi}} \int_0^t \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2 \cdot \sigma^2}\right] dt$$

(4). Weibull :  $F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right]$

b). Fungsi keandalan R(t)

Fungsi keandalan berdasarkan bentuk distribusinya adalah :

(1). Hyper Exponential

$$R(t) = k \cdot \exp(-2k \lambda \cdot t) + (1 - k) \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$$

(2). Exponential :  $R(t) = e^{-\lambda t}$

(3). Normal:  $R(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2 \cdot \pi}} \int_t^\infty \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2 \cdot \sigma^2}\right] dt$

(4). Weibull:  $R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right]$

c). Fungsi laju kerusakan r(t)

Fungsi laju kerusakan berdasarkan bentuk distribusinya adalah :

(1). Hyper Exponential :

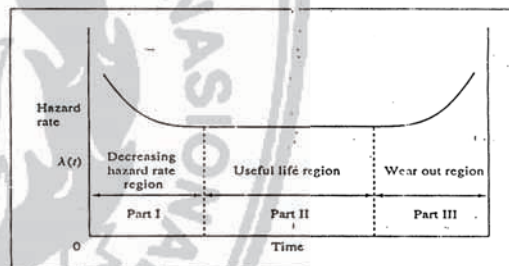
$$h(t) = \frac{2 \cdot \lambda [k^2 + (k)^2] \exp[-2 \cdot \lambda \cdot t (1 - 2k)]}{k + (1 - k) \cdot \exp[-2 \cdot \lambda \cdot t (1 - 2k)]}$$

(2). Exponential :  $h(t) = \lambda$

(3). Normal :  $h(t) = \frac{\exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2 \cdot \sigma^2}\right]}{\int_0^\infty \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2 \cdot \sigma^2}\right] dt}$

(4). Weibull :  $h(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta - 1}$

Pada umumnya laju kerusakan komponen berubah-ubah sejalan dengan pertambahan waktu. Jika laju kerusakan meningkat sejalan dengan bertambahnya waktu, maka h(t) disebut *Increasing Failure Rate* (IFR). Sedangkan jika h(t) menurun terhadap perubahan waktu, maka h(t) disebut *Decreasing Failure Rate* (DFR). Fungsi laju kerusakan komponen akan berubah sepanjang umur teknisnya. Dari hasil pengamatan diketahui bahwa pola kerusakan suatu komponen merupakan kurva yang berbentuk seperti bak mandi atau biasa disebut *Bath-Tub curve*.



7Bt g

*Bath-Tub Curve* terbagi menjadi 3 daerah dengan pola laju kerusakan sebagai berikut :

a). Periode I : *Infant mortality / burn in*, keadaan dimanalaju kerusakanselama semakin lama semakin berkurang. Kerusakan yang terjadi pada periode ini dialamipada masa uji coba produksinya.

b). Periode II : *Useful life*, keadaan dimanalaju kerusakan cenderung konstan. Kerusakan yang terjadi sering mendadak pada masa penggunaannya.

c). Periode III : *Wear out*, keadaan dimana laju kerusakan semakin lama semakin meningkat. Kerusakan yang terjadi karena faktor kurangnya pemeliharaan dan melewati usia ekonomis peralatan atau mesin.

### Pengujian kecocokan Distribusi Weibull

Estimasi pola waktu antar kerusakan perlu dilakukan untuk mengarahkan distribusi yang akan digunakan pada penelitian ini. Untuk itu pada penelitian ini peneliti mengestimasi bahwa pola waktu antar kerusakan berdistribusi *Weibull* karena :

- Distribusi statistik yang paling sering digunakan untuk menaksir keandalan komponen terutama komponen mekanik,
- Distribusi ini bersifat flexibel dalam penggunaannya tergantung nilai parameter bentuk ( $\beta$ ) sehingga memungkinkan distribusi ini mengikuti distribusi lainnya.

Distribusi *Weibull* telah memenuhi ketiga fase dari klasifikasi fungsi laju kerusakan yaitu fase kerusakan awal, fase pengoperasian normal, dan fase *Wear Out* (melebihi umur komponen). Fase kerusakan ini ditunjukkan oleh parameter bentuk ( $\beta$ ). Pengujian pola waktu antar kerusakan yang berdistribusi *Weibull* dua parameter, *Goodness of Fit Test*. Uji statistik ini sangat cocok digunakan untuk komponen mekanik.

Langkah-langkah pengujian kesesuaian tersebut adalah sebagai berikut :

- Menentukan kriteria pengujian yaitu:

$H_0$  = Distribusi kerusakan merupakan distribusi *Weibull* dua parameter.

$H_1$  = distribusi kerusakan bukan merupakan distribusi *Weibull* dua parameter.

- Data waktu kerusakan diurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar.

- Menghitung harga  $X$ , dimana  $X_i = \ln t_i$

- Menentukan tingkat kepercayaan.

- Menghitung selisih  $X_{i+1} - X_i$  dan  $(X_{i+1} - X_i) \cdot M_i$ .

- Menghitung nilai statistik  $-s$  dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rumus : } S_{hit} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i}}{\sum_{i=1}^{n-1} \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i}}$$

Dengan :

$X_i = \ln t_i$

$T_i$  = Waktu kerusakan ke -  $i$  berasal dari  $n$  data.

$r$  = Jumlah komponen yang rusak.

$M_i$  = nilai yang diperoleh dari tabel statistik -  $s$ .

$r, 2$  = dibulatkan kebawah.

Jika nilai statistik  $-s$  hasil perhitungan lebih kecil daripada nilai statistik- $s$  tabel ( $S$  hitung lebih kecil dari  $S$  tabel), maka hipotesa diterima, tetapi jika sebaliknya hipotesa awal ditolak. Penolakan  $H_0$  berarti bahwa distribusi tersebut bukan berdistribusi *Weibull* dua parameter.

### Penentuan Parameter Distribusi Waktu Antar kerusakan

Suatu populasi memiliki suatu fungsi distribusi yang berbeda satu dengan yang lainnya, hal ini dapat dilihat dari harga parameter-parameter. Ada tiga jenis parameter yang digunakan sebagai dasar yang memberi arti fisik suatu distribusi yaitu :

- Parameter skala ( $\alpha$ ), merupakan parameter yang menentukan skala pengukuran variabel acak  $X$ ,
- Parameter bentuk ( $\beta$ ), merupakan parameter yang menentukan bentuk dan fungsi distribusi,
- Parameter lokasi ( $\gamma$ ), merupakan absis dari titik lokasi (biasanya titik terendah atau titik tengah) suatu daerah populasi.

Dalam menentukan nilai konstanta  $\alpha$  dan  $\beta$  digunakan metode *least square* sehingga diperoleh formulasi sebagai berikut :

$$\beta = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sum (X_i)^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$c = \frac{n \sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum Y_i^2}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\alpha = \exp \left[ - \frac{c}{\beta} \right]$$

Nilai  $X_i$  didapat dengan menaksir fungsi distribusi kumulatif :

$$F(t_i) = \frac{(i-0,5)}{(i+n,4)}$$

Dengan :

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$n$  = Jumlah data

Fungsi didapat dari pendekatan dengan menggunakan metode harga tengah atau *medium* (50%). Metode ini cocok untuk penelitian dengan ukuran sampel kecil, data kurang lengkap, atau distribusi waktu kerusakan tidak simetris.

## Sistem Persediaan

Kebutuhan suku cadang awalnya berdasar pada konsep pemeliharaan sistem. Dukungan tersedianya suku cadang serta hubungannya dengan persediaan adalah tindakan dari bagian pemeliharaan. Penentuan jenis dan jumlah item dari suku cadang yang akan dibeli dan disediakan harus dilakukan, juga waktu pemesanan dan ukuran jumlah pemesanan pada saat pesan dari item tersebut. Secara esensial, jumlah suku cadang adalah fungsi dari laju kerusakan.

Persediaan adalah material, dapat berupa bahan baku, barang setengah jadi, atau produk jadi, yang disimpan dalam gudang atau pada suatu tempat dimana barang itu menunggu untuk diproses atau digunakan lebih lanjut. Pada umumnya persoalan yang dihadapi dalam pengendalian persediaan selalu berkaitan dengan usaha untuk menentukan besarnya persediaan yang optimal yang meminimumkan biaya penyimpanan dan memaksimalkan tingkat ketersediaan, dan usaha untuk menentukan ukuran pemesanan yang optimal yang meminimumkan biaya pesan dan biaya penyimpanan.

Untuk mencapai tujuan tersebut, terdapat beberapa faktor yang harus diperlukan yaitu: a). Sifat barang yang akan dibeli, b). Jumlah barang yang akan dibeli, c). Jumlah persediaan keamanan, d). Kapan pemesanan dilakukan dan selang waktu pemesanan.

## Struktur Biaya Dalam Sistem Persediaan

Unsur biaya yang terdapat dalam sistem persediaan dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya kekurangan persediaan.

a). Biaya pemesanan, Biaya pemesanan (*ordering cost, set up cost, procurement cost*) adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan kegiatan pemesanan part, sejak dari pemesanan sampai tersedianya barang di gudang. Biaya pemesanan ini meliputi biaya yang dikeluarkan dalam rangka mengadakan pemesanan barang tersebut, yang dapat menyangkut biaya administrasi dan penempatan *order*, biaya pemilihan vendor atau pemasok, biaya pengangkutan, biaya penerimaan, dan biaya pemeriksaan barang. Biaya pemesanan tidak tergantung dari jumlah yang dipesan, tetapi tergantung dari berapa kali pesanan dilakukan.

b). Biaya penyimpanan, Biaya penyimpanan (*carrying cost, holding cost*) adalah biaya yang dikeluarkan berkenaan dengan diadakannya persediaan barang. Yang termasuk biaya ini antara lain biaya sewa gudang, biaya administrasi pergudangan, gaji pegawai gudang, biaya listrik, biaya modal yang tertanam dalam persediaan, biaya asuransi, ataupun biaya kerusakan, kehilangan atau penyusutan barang selama dalam penyimpanan. Biaya modal merupakan komponen biaya penyimpanan terbesar, baik itu berupa biaya bunga kalau modalnya berasal dari pinjaman maupun biaya oportunitas apabila modalnya milik sendiri. Biaya penyimpanan dapat dinyatakan dalam dua bentuk, yaitu sebagai persentase dari nilai rata-rata persediaan per-tahun dalam bentuk rupiah per-tahun per-unit barang.

c). Biaya kekurangan persediaan

d). Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost, stock out cost*) adalah biaya yang timbul sebagai akibat tidak tersedianya barang saat diperlukan. Biaya kekurangan persediaan ini pada dasarnya bukan biaya nyata (*riil*), merupakan berupa biaya kehilangan kesempatan. Termasuk dalam biaya ini, antara lain semua biaya kesempatan yang timbul karena terhentinya proses produksi sebagai akibat tidak adanya bahan yang diproses, biaya administrasi tambahan, biaya tertundanya penerimaan keuntungan, bahkan biaya kehilangan pelanggan.

## Identifikasi Material Menggunakan Klasifikasi ABC

Klasifikasi ABC adalah suatu cara yang digunakan untuk menentukan material mana yang sistem persediaannya harus diawasi dengan ketat dan material mana yang sistem persediaannya tidak perlu diawasi dengan ketat. Perbedaan tingkat pengawasan ini dipengaruhi oleh besarnya investasi dalam persediaan (Assauri,1999) .

Dalam klasifikasi ABC ini, pengelompokan material berdasarkan tingkat harga tertinggi dari biaya penggunaan material per periode waktu tertentu (harga per unit material dikalikan volume penggunaan dari material itu sampai periode waktu tertentu). Klasifikasi ABC mengikuti prinsip 80-20, atau hukum *pareto* dimana sekitar 80% dari nilai inventori material dipresentasikan (diwakili) 20% material inventori.

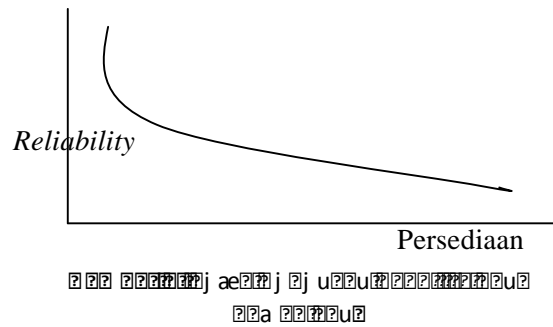
Tujuan dari analisis ABC ini adalah untuk menentukan :

a). Frekuensi perhitungan inventori (*cycle counting*), dimana material kelas A harus diuji lebih sering dalam hal akurasi catatan inventori dibandingkan material-material kelas B dan C; b). Prioritas rekayasa (*engineering*), dimana material kelas A dan B memberikan petunjuk pada bagian rekayasa dalam peningkatan program reduksi biaya ketika mencari material-material tertentu yang perlu difokuskan; c). Prioritas pembelian, dimana aktifitas pembeli seharusnya difokuskan pada bahan-bahan baku bernilai tinggi (*high cost*) dan penggunaan dalam jumlah tinggi (*high usage*). Fokus pada material-material kelas A untuk pemasokan (*sourcing*) dan negosiasi; d). Keamanan : meskipun nilai biaya per unit merupakan indikator yang lebih baik dibandingkan nilai penggunaan (*usage value*), namun analisis ABC boleh digunakan sebagai indikator dari material-material mana (kelas A dan B) yang seharusnya lebih aman disimpan dalam ruangan terkunci untuk mencegah kehilangan, kerusakan, atau pencurian.

#### Hubungan *Reliability* dan Persediaan

Persediaan adalah sumber daya menganggur sebelum mengalami proses selanjutnya. Secara garis besar kebijaksanaan pemeriksaan persediaan ada dua yaitu pemeriksaan yang didasarkan pada periode tertentu (*periodic review*) dan pemeriksaan persediaan yang terus menerus (*continuous review*).

Berdasarkan konsep keandalan dapat ditentukan probabilitas kerusakan komponen mesin. Persediaan dapat ditentukan berdasarkan probabilitas kerusakan komponen sistem. Berdasarkan laju kerusakan, hubungan antara persediaan dan *reliability* berbanding terbalik. Semakin tinggi tingkat keandalan maka persediaan semakin sedikit dan sebaliknya. Berdasarkan bentuk kurva hubungan persediaan (Q) dan *reliability* (R), maka dipakai distribusi statistik yaitu distribusi *Weibull* seperti terlihat pada Gambar 2.



Persediaan suku cadang mesin merupakan tujuan akhir dari penerapan teori keandalan. Keandalan berupaya melakukan studi, pengukuran dan analisis terhadap kegagalan dan perbaikan kembali komponen kritis mesin dalam rangka meningkatkan penggunaan operasionalnya. Peningkatan dilakukan melalui reduksi atau eliminasi kemungkinan munculnya kegagalan.

#### Penentuan Persediaan Suku Cadang Berdasarkan *Reliability*

Penentuan kebutuhan persediaan didasarkan pada laju kerusakan rata-rata komponen dalam selang waktu tertentu. Jumlah kebutuhan rata-rata komponen dalam selang waktu t adalah :

$$D = N \times \lambda \times t$$

Dimana :

N = jumlah komponen tersedia;  $\lambda$  = laju kerusakan rata-rata selama selang waktu t;  $\lambda = \frac{1}{t} \int_0^t f(x) dx$ ;  $\alpha$  = parameter skala;  $\beta$  = parameter bentuk

Untuk menentukan kuantitas jumlah pesanan ( $Q^*$ ) dan titik pemesanan kembali (r) digunakan pendekatan dengan metode Q (*Continuous Review System*). Dalam model Q, pemesanan dilakukan jika jumlah persediaan mencapai titik pemesanan kembali (*Re order point*) atau dalam arti pemesanan berdasarkan kuantitas yang sama/tetap dan memiliki titik pemesanan kembali.

Pada sistem Q ini, digunakan beberapa kondisi, antara lain :

a). Besarnya pemesanan tetap, sesuai dengan ukuran lot ekonomis, b). Selang waktu pemesanan berturut-turut adalah tidak tetap, tergantung pada kecepatan pemakaian barang dalam persediaan, c). Pemesanan kembali dilakukan jika jumlah barang dalam persediaan telah mencapai suatu batas tertentu yang disebut titik pemesanan kembali (*Reorder point*), d).

Adanya sistem persediaan pengaman, yaitu sejumlah persediaan yang disiapkan untuk menghadapi adanya perubahan permintaan.

Perhitungan yang dilakukan dalam metode Q untuk menentukan kuantitas pesanan (Q\*) dan titik pemesanan kembali (r) adalah sebagai berikut :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2.C_o.A}{C_h}} = \sqrt{\frac{2.C_o.A}{i.C}}$$

Dimana :

- Co = Ordering Cost
- Ch = Holding Cost (unit / tahun)
- i = Holding Cost / tahun dalam % / harga barang / tahun.
- C = Unit Cost
- A = Permintaan / (Demand)

Sedangkan titik pemesanan kembali (Re-Order Point) dapat dihitung dengan mengalikan tenggang waktu (Lead Time) dengan permintaan per hari. Jika asumsi satu tahun sama dengan 365 hari, maka perhitungan per hari adalah A/365. Jadi, rumus untuk pemesanan ulang adalah :

$$r = A/365 \times LT$$

Dimana :

- A = Permintaan / (Demand)
- LT = Lead Time

## METODE PENELITIAN

### Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan selama penelitian adalah hasil observasi langsung, wawancara, dan hasil pencatatan data masa lalu yang telah diarsipkan. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut : a). Data pemakaian suku cadang dari Oktober 2008 sampai dengan Oktober 2012, b). Data kerusakan suku cadang, c). Data harga pembelian suku cadang, d). Data biaya pengendalian persediaan suku cadang yaitu biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya-biaya lainnya yang berkaitan, e). *Leadtime* pemesanan suku cadang.

### Pengolahan Data

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mengolah data pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a). Menentukan komponen kritis dengan metode ABC, b). Melakukan uji distribusi waktu antar kerusakan suku cadang, c).

- d). Menentukan parameter distribusi waktu antar kerusakan, d). Menentukan ekspektasi jumlah kebutuhan suku cadang, e). Menentukan jumlah persediaan yaitu jumlah pemesanan (Q) dan menentukan titik pemesanan kembali (r).

## PEMBAHASAN

Obyek penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah kendaraan jenis *truck* berat bermerek Reo. Adapun alasan pemilihan tipe tersebut adalah karena jumlah *truck* bermerek Reo terbanyak yang dimiliki oleh Korps Marinir dan dari data kerusakan kendaraan jenis *truck* yang diperoleh dari perusahaan dapat disimpulkan bahwa kendaraan jenis *truck* ini yang jumlah kerusakannya paling tinggi dibanding dengan kendaraan jenis *truck* merek lainnya.

Data suku cadang *truck* dalam penelitian ini diambil dari data penggunaan suku cadang selama empat tahun, mulai dari bulan Oktober 2008 sampai dengan bulan Oktober 2012. Berikut adalah data kerusakan keseluruhan suku cadang pada Tabel 1 : (2.36)

Tabel 1. Data kerusakan keseluruhan suku cadang pada Tabel 1 : (2.36)

No	Nama Suku Cadang	Jumlah Kerusakan	Frekuensi
1	Asam Roda Depan	10	0,10
2	Asam Roda Belakang	10	0,10
3	Asam Roda Depan	10	0,10
4	Asam Roda Belakang	10	0,10
5	Asam Roda Depan	10	0,10
6	Asam Roda Belakang	10	0,10
7	Asam Roda Depan	10	0,10
8	Asam Roda Belakang	10	0,10
9	Asam Roda Depan	10	0,10
10	Asam Roda Belakang	10	0,10
11	Asam Roda Depan	10	0,10
12	Asam Roda Belakang	10	0,10
13	Asam Roda Depan	10	0,10
14	Asam Roda Belakang	10	0,10
15	Asam Roda Depan	10	0,10
16	Asam Roda Belakang	10	0,10
17	Asam Roda Depan	10	0,10
18	Asam Roda Belakang	10	0,10
19	Asam Roda Depan	10	0,10
20	Asam Roda Belakang	10	0,10

## Penentuan Komponen Kritis dengan Metode ABC

Berdasarkan hasil analisis ABC terdapat suku cadang yang menghabiskan 80% biaya kerusakan dan 20 % item terpenting (suku cadang kelompok A). Berikut suku cadang kritis berdasarkan hasil analisis ABC pada Tabel 2 :

Tabel 2. Suku Cadang Kritis

No	Nama Suku Cadang	Harga (Rp)	Total Biaya	Total Biaya (%)
1	Shock absorber	9.900.000	69.930.000	26,5556
2	Ring piston	5.600.000	45.040.000	17,1038

Tabel 3. Jumlah Suku Cadang Kritis

No	Shock Absorber	Ring piston
1	236	203
2	144	231
3	273	240
4	157	102
5	210	215
6	247	211
7	190	136
8		122

## Pengujian Kecocokan Distribusi Weibull

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pola distribusi kerusakan suku cadang mengikuti distribusi Weibull dua parameter. Berikut adalah tabel perhitungan uji kecocokan distribusi Weibull untuk masing-masing komponen :

1

Tabel 4. Perhitungan Uji Kecocokan Distribusi Weibull

No	TTF (hari)	Rank (ti)	Xi = ln ti	X(i+1) - Xi	Mi	X(i+1) - Xi / Mi
1	203	102	4,6249	0,1791	1,0682	0,1677
2	231	122	4,8040	0,1086	0,5773	0,1949
3	240	136	4,9127	0,4006	0,4228	0,9475
4	102	203	5,3132	0,0387	0,3569	0,1084
5	215	211	5,3519	0,0188	0,3340	0,0563
6	211	215	5,3706	0,0718	0,3499	0,2052
7	136	231	5,4424	0,0382	0,4493	0,0850
8	122	240	5,4806			
Total			41,3003	0,8558	3,5584	1,7650

Dari Tabel 4 diperoleh

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{r-1} \left[ \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i} \right]}{\sum_{i=1}^{r-1} \left[ \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i} \right]}$$

$$i = (r/2) + 1$$

$$= (7/2) + 1 = 4,5 \approx 5$$

$$S_{test} = \frac{0,10 - 0 - 0,1172 + 0,2203}{0,000112,1224 - 0,226112,1243 - 0,117612,1201}$$

$$S_{test} = \frac{0,6214}{1,2592}$$

$$S_{tabel} = 0,50$$

$$S_x = 0,74$$

Karena  $S_{test} < S_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima. Artinya distribusi kerusakan komponen mengikuti distribusi Weibull dua parameter.

Tabel 5. Perhitungan Uji Kecocokan Distribusi Weibull

Uji t K v r u t u r r a d a d

No	TTF (hari)	Rank (ti)	Xi = ln ti	X(i+1) - Xi	Mi	X(i+1) - Xi / Mi
1	203	102	4,6249	0,1791	1,0682	0,1677
2	231	122	4,8040	0,1086	0,5773	0,1949
3	240	136	4,9127	0,4006	0,4228	0,9475
4	102	203	5,3132	0,0387	0,3569	0,1084
5	215	211	5,3519	0,0188	0,3340	0,0563
6	211	215	5,3706	0,0718	0,3499	0,2052
7	136	231	5,4424	0,0382	0,4493	0,0850
8	122	240	5,4806			
Total			41,3003	0,8558	3,5584	1,7650

Dari Tabel 4.8. diperoleh

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{r-1} \left[ \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i} \right]}{\sum_{i=1}^{r-1} \left[ \frac{X_{i+1} - X_i}{M_i} \right]}$$

$$i = (r/2) + 1$$

$$= (8/2) + 1 = 5$$

$$S_{test} = \frac{0,0562 + 0,2052 + 0,0052}{0,167712,1549 - 0,247512,1234 - 0,056212,1215}$$

$$S_{test} = 0,19$$

$$S_x = 0,80$$

Karena  $S_{test} < S_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima. Artinya distribusi kerusakan komponen mengikuti distribusi Weibull dua parameter.

## Penentuan Parameter Distribusi Weibull

Dalam distribusi Weibull dua parameter terdapat parameter skala  $\alpha$  dan  $\beta$ . Untuk menaksir nilai parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  dilakukan perhitungan dengan cara regresi linier  $Y = a + bt$ . Berikut adalah perhitungan parameter distribusi Weibull untuk masing-masing komponen :



Urut	i	R(t)	F(t)	R(t)	Yi	ln(R(t))		Yi.Xi	Xi <sup>2</sup>
						ln(1/R(t))	ln(R(t))		
1	203	102	4,6250	0,0833	0,9167	-2,4421	-11,2946	21,3904	
2	231	122	4,8040	0,2024	0,7976	-1,4866	-7,14166	23,0786	
3	240	136	4,9127	0,3214	0,6786	-0,9475	-4,65474	24,1342	
4	102	203	5,3132	0,4405	0,5595	-0,5435	-2,88773	28,2302	
5	215	211	5,3519	0,5595	0,4405	-0,1986	-1,06288	28,6424	
6	211	215	5,3706	0,6786	0,3214	0,1267	0,68046	28,8438	
7	136	231	5,4424	0,7976	0,2024	0,4684	2,549228	29,6199	
8	122	240	5,4806	0,9166	0,0834	0,9099	4,986833	30,0374	
Total			41,3004			-4,1133	-18,8251	213,9768	

Nilai konstanta a dan b dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\beta = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum (X_i)^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\beta = \frac{7x(-17,3875) - (37,2020)x(-3,5565)}{7x(198,0595) - (1304,0483)}$$

$$\beta = 4,4756$$

$$\epsilon = \frac{n \sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\epsilon = \frac{7x(198,0595x - 3,5565) - (37,2020x - 17,3875)(7x(198,0595) - 1304,0483)}{(7x(198,0595) - 1304,0483)}$$

$$\epsilon = -25,3937$$

$$\alpha = \exp\left(-\frac{\epsilon}{\beta}\right)$$

$$\alpha = \exp\left(-\frac{-25,3937}{4,4756}\right)$$

$$\alpha = 291,1395$$

Uji Ujung Kiri dan Kanan pada Uji Rasio

No	TTF (hari)	Rank (ti)	Xi	F(t)	R(t)	Yi	Yi.Xi	Xi <sup>2</sup>
						(ln(1/R(t)))		
1	203	102	4,6250	0,0833	0,9167	-2,4421	-11,2946	21,3904
2	231	122	4,8040	0,2024	0,7976	-1,4866	-7,14166	23,0786
3	240	136	4,9127	0,3214	0,6786	-0,9475	-4,65474	24,1342
4	102	203	5,3132	0,4405	0,5595	-0,5435	-2,88773	28,2302
5	215	211	5,3519	0,5595	0,4405	-0,1986	-1,06288	28,6424
6	211	215	5,3706	0,6786	0,3214	0,1267	0,68046	28,8438
7	136	231	5,4424	0,7976	0,2024	0,4684	2,549228	29,6199
8	122	240	5,4806	0,9166	0,0834	0,9099	4,986833	30,0374
Total			41,3004			-4,1133	-18,8251	213,9768

Nilai konstanta a dan b dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\beta = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum (X_i)^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\beta = \frac{8x(-18,8251) - (41,3004)x(-4,1133)}{8x(213,9768) - (1705,7230)}$$

$$\beta = 3,1651$$

$$\epsilon = \frac{n \sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$\epsilon = \frac{8(x - 213,9768) - (41,3004)x(-18,8251)}{8x(213,9768) - (1705,7230)}$$

$$\epsilon = -16,6518$$

$$\alpha = \exp\left(-\frac{\epsilon}{\beta}\right) = 192,6862$$

### Jumlah Kebutuhan Suku Cadang

Jumlah kebutuhan suku cadang kritis untuk kendaraan *truck* merek Reo didasarkan pada tingkat laju kerusakan yang dialami oleh masing-masing komponen kritis dalam jangka waktu satu tahun. Laju kerusakan untuk masing-masing komponen kritis dianggap konstan.

### Jumlah Kebutuhan Untuk Shock Absorber

Untuk menentukan jumlah kebutuhan komponen Shock absorber selama satu tahun ditentukan berdasarkan pada nilai laju kerusakan rata-ratanya dengan menggunakan selang waktu antar kerusakan rata-rata.

Selang waktu antar kerusakan rata-rata adalah :

$$\frac{236 + 144 + 273 + 157 + 210 + 247 + 190}{7} = \frac{1457}{7} = 208$$

Laju kerusakan selama selang waktu  $t = 208$

$$\lambda = \frac{(t/u)^{\beta}}{t} = \frac{(208/291,1395)^{1,4754}}{208} =$$

0,00167/hari

Rata-rata terjadinya kerusakan selama satu tahun adalah sebagai berikut : selama empat tahun terakhir dari Tabel 1. terjadi kerusakan sebanyak tujuh kali jadi rata-rata tiap tahunnya adalah 1,75. Jadi, ekspektasi kebutuhan komponen Shock absorber untuk satu tahun adalah :

$$DT = 1,75 \times 0,00167 \times 365 \\ = 1,0667 \approx 1 \text{ unit}$$

Ekspektasi kebutuhan komponen Shock absorber untuk satu kendaraan selama satu tahun adalah satu unit, diasumsikan waktu antar kerusakan kendaraan adalah sama. Maka ekspektasi kebutuhan komponen Shock absorber untuk 20 kendaraan selama satu tahun adalah  $1 \times 20 = 20$  unit.

### Jumlah Kebutuhan Untuk Ring Piston

Untuk menentukan jumlah kebutuhan komponen Ring piston selama satu tahun ditentukan berdasarkan pada nilai laju kerusakan rata-ratanya dengan menggunakan selang waktu antar kerusakan rata-rata.

Selang waktu antar kerusakan rata-rata adalah :

$$\frac{203 + 231 + 240 + 102 + 215 + 211 + 136 + 122}{8} = \frac{1460}{8} = 182,5$$

Laju kerusakan selama selang waktu  $t = 182,5$

$$\lambda = \frac{(t/u)^{\beta}}{t} = \frac{(182,5/192,6862)^{3,1451}}{182,5} =$$

$$= 0,0046/\text{hari}$$

Rata-rata terjadinya kerusakan selama satu tahun adalah sebagai berikut : selama empat tahun terakhir dari Tabel 4.3. terjadi kerusakan sebanyak delapan kali jadi rata-rata tiap tahunnya adalah 2. Jadi, ekspektasi kebutuhan komponen Ring piston adalah :

$$DT = 2 \times 0,0046 \times 360$$

$$= 1,66 \approx 2 \text{ unit}$$

Ekspektasi kebutuhan komponen Ring piston untuk satu kendaraan selama satu tahun adalah 2 unit, diasumsikan waktu antar kerusakan kendaraan adalah sama. Maka ekspektasi kebutuhan komponen Ring piston untuk 20 kendaraan selama satu tahun adalah  $2 \times 20 = 40$  unit.

### HASIL

Berdasarkan nilai biaya simpan, biaya pesan dan jumlah kebutuhan barang/tahun dapat ditentukan berapa jumlah pemesanan ( $Q^*$ ) dan pemesanan kembali ( $r$ ) barang yang optimal dari segi biaya untuk masing-masing komponen.

### Komponen Shock Absorber

a). Menentukan biaya simpan komponen Shock absorber setiap tahun adalah :

$$22\% \times \text{Rp.9.990.000,-} = \text{Rp.2.197.800,-}$$

b). Biaya pemesanan untuk setiap komponen = Rp.80.000,-; c). Jumlah permintaan per tahun (A) 20 unit.

d). Lead time 15 hari, Berdasarkan biaya tersebut maka besarnya pemesanan untuk komponen shock absorber untuk satu kali pesan selama satu tahun adalah :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot C_u \cdot A}{C_h}} = \sqrt{\frac{2 \times (20) \times (\text{Rp.80.000})}{\text{Rp.2.197.800}}} = 1,5 \approx 2 \text{ unit / pesan}$$

Pemesanan kembali dilakukan (re-order point):

$$r = (A/\text{jumlah hari/tahun}) \times \text{LT} \\ = (2 \text{ unit} / 365) \times 15 \text{ hari} = 1 \text{ unit}$$

### Komponen Ring piston

a). Menentukan biaya simpan komponen Ring piston setiap tahun. Besar biaya simpan komponen Ring piston adalah :

$$22\% \times \text{Rp.5.630.000,-} = \text{Rp.1.238.600,-}$$

b). Biaya pemesanan untuk setiap komponen = Rp.80.000,-; c). Jumlah permintaan per tahun (A) 40 unit, d). Lead time 15 hari, Berdasarkan biaya tersebut maka besarnya pemesanan untuk komponen ring piston untuk satu kali pesan selama satu tahun adalah :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot C_u \cdot A}{C_h}} = \sqrt{\frac{2 \times (40) \times (\text{Rp. } 80.000)}{\text{Rp. } 1.238.600}} = 2,3 \approx 3 \text{ unit / pesan}$$

Pemesanan kembali dilakukan (*Re-order point*):

$$r = (A/\text{jumlah hari/tahun}) \times \text{LT} \\ = (3 \text{ unit} / 365) \times 15 \text{ hari} = 1 \text{ unit}$$

## SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan analisis ABC, komponen kritis yang diteliti adalah Shock absorber, Ring piston, Nozzle, Piston pin. Didasarkan pada analisis ABC, dimana komponen tersebut berada pada kelompok A dengan total nilai penggunaan biaya sebesar 59,8602 % .
- Pemesanan persediaan ( $Q^*$ ) untuk masing-masing komponen dalam satu kali pesan adalah Shock absorber sebanyak  $Q^* = 2$  unit/pesan dan Ring piston sebanyak  $Q^* = 3$  unit/pesan.
- Titik pemesanan kembali ( $r$ ) untuk komponen Shock absorber dan Ring piston dilakukan jika telah mencapai titik  $r = 1$  unit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan, 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Jakarta : Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Ebeling, Charles E, 1997. *An Introduction to Reliability and maintainability Engineering*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Hoyanto, (1994), *Optimasi Pengadaan Suku Cadang Utama di PT "XYZ" Dengan Mempertimbangkan Keandalannya*, Depok : Tesis Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Indrajit, Richardus Eko, Djokopranoto, Richardus., 2003, *Manajemen Persediaan*, Jakarta : Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Jardine, A.K.S. 1990. *Maintenance, Replacement and Reliability*. New York : Pitman Publishing.

Montgomei, Douglas C., 1993, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Stephens, Matthew P, 2004. *Productivity and Reliability-based Maintenance management*. New Jersey: Pearson Education Inc.

T. Hani Handoko, 2000. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta.

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

<http://www.statsoft.com/textbook/process-analysis/wgoodness/> diakses 09 Januari 2013