

Model Sistem Pengendalian Persediaan Multi Komponen Berdasarkan Jadwal Perawatan Gabungan

Hendro Prasetiyo, Fifi Herni M., Elfikrie Andross
Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional
Jl. PHH Mustafa No. 23 Bandung
Email: hprasetiyo@yahoo.com, fifi@itenas.ac.id

Abstrak

Suatu mesin produksi pada umumnya terdiri dari beberapa komponen atau disebut multi komponen, yang dapat saling berhubungan satu dengan yang lain (dependent) atau tidak saling berhubungan (independent). Kerusakan suatu komponen dapat mengakibatkan penurunan kinerja mesin yang menyebabkan dihasilkan produk cacat. Untuk menjaga kondisi komponen tetap baik dan menghindari terjadinya penurunan kinerja mesin, dibutuhkan kegiatan perawatan atau maintenance yang terencana. Tindakan perawatan yang dapat dilakukan pada mesin yang terdiri dari multi komponen salah satunya adalah dengan melakukan kebijakan group maintenance. Untuk menjamin ketersediaan komponen (part) yang akan diganti, maka diperlukan suatu model sistem pengendalian persediaan multi komponen berdasarkan jadwal perawatan pencegahan gabungan.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan suatu model optimisasi persediaan multi komponen berdasarkan perawatan gabungan dengan mempertimbangkan 2 tindakan perawatan, yaitu do nothing dan replacement. Metode solusi yang digunakan adalah model optimisasi dengan kriteria minimisasi ekspektasi total ongkos perawatan dan persediaan.

Kata kunci: Multi komponen, perawatan gabungan, sistem persediaan

Abstract

In a general Machine consists of some components or referred as multi component. It consists a dependent component and independent component. A component failure can result in the degradation of machine performance and then causing yielding of the defect product. In order to maintain the condition of component remain to be good and avoid the happening of degradation of machine performance, it requires a maintenance activity. A maintenance activity for machine which consists of multi component can be done with group maintenance. To guarantee the availability of component to change, it requires a inventory control system based on group maintenance schedule.

The aim of the research is to develop an optimization model for multi component inventory system based on group maintenance schedule by considering two maintenance action, that is do-nothing or replacement. An optimization model is used as a solution method with criteria minimization of total expectation maintenance and inventory cost.

Keywords: Multi component, group maintenance, inventory system

1. Pendahuluan

Dalam industri manufaktur efektifitas dan efisiensi merupakan hal yang bisa mendorong kemajuan perusahaan. Efektifitas dan efisiensi harus diaplikasikan pada setiap fasilitas yang dimiliki oleh suatu perusahaan manufaktur. Mesin merupakan salah satu fasilitas yang menghasilkan output berupa produk dalam kondisi berkualitas. Salah satu cara agar kondisi

tersebut tercapai adalah dengan melakukan perawatan terhadap mesin tersebut. Perawatan dapat dibedakan dua macam yaitu perawatan yang terencana (*planned maintenance*), dan perawatan yang tidak terencana (*unplanned maintenance*). Berdasarkan sifatnya, perawatan terdiri atas perawatan pencegahan (*preventive*) dan perawatan perbaikan (*corrective*). Perawatan pencegahan merupakan perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin secara tiba-tiba, sedangkan perawatan perbaikan merupakan perawatan yang terjadi setelah mesin mengalami *breakdown*.

Mesin terdiri dari komponen-komponen (multi komponen) yang berinteraksi membentuk suatu sistem permesinan. Multi komponen diklasifikasikan menjadi dua yaitu multi komponen yang saling berhubungan satu dengan yang lain (*dependent*) dan multi komponen yang tidak saling berhubungan (*independent*). Pada komponen *independent* apabila satu komponen rusak maka tidak akan menyebabkan komponen lainnya rusak sehingga komponen yang rusak itu saja yang harus diganti dengan komponen baru. Pada kasus multi komponen, apabila salah satu komponen mengalami kerusakan maka kemungkinan komponen lain yang tidak rusak atau hampir rusak dapat diganti pada saat bersamaan. Hal ini disebabkan karena ongkos yang dikeluarkan dengan mengganti komponen satu per satu komponen dengan waktu tidak bersamaan akan menimbulkan ongkos yang lebih besar jika dibandingkan pergantian komponen secara bersamaan (Jardine, 1973). Kebijakan ini disebut dengan *group maintenance*.

Sistem perawatan akan menimbulkan kebutuhan masing-masing komponen yang akan diganti. Komponen tersebut harus disediakan sebelum terjadi penggantian, sehingga perlu suatu sistem persediaan. Fungsi sistem persediaan ini adalah menjamin kelancaran mekanisme pemenuhan permintaan komponen sesuai dengan perencanaan perawatan sehingga mesin dapat mencapai kinerja yang optimal. Persediaan komponen dapat dikategorikan sebagai modal kerja yang berbentuk barang. Kekurangan dan kelebihan persediaan komponen dapat mengakibatkan efek negatif terhadap proses operasi, sehingga perlu dilakukan perencanaan persediaan dalam pengadaan komponen-komponen yang diganti.

Kekurangan persediaan komponen akan menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi (*breakdown*) karena tidak tersedianya komponen yang diganti saat terjadi keputusan *replacement* pada sistem perawatan, sedangkan apabila terjadi kelebihan persediaan maka akan menimbulkan sumber daya yang menganggur (*idle*). Kelebihan komponen akan mengakibatkan menimbulkan ongkos simpan komponen dan komponen menjadi sumber daya yang tersimpan sehingga tidak bernilai guna. Selain itu juga, permintaan akan persediaan tidak selalu dapat dengan segera dipenuhi pada saat permintaan itu tiba. Hal ini disebabkan oleh mengadakan komponen dibutuhkan waktu, baik untuk proses pembuatan komponen maupun mendatangkannya.

Penelitian ini membahas persoalan pengambilan keputusan terhadap penurunan kemampuan kerja (*deteriorasi*) akibat kerusakan komponen. Hubungan antar komponen yang digunakan dalam penelitian bersifat *independent* atau saling berhubungan dan *nonreparable*, yaitu komponen tidak dapat diperbaiki lagi apabila mengalami kerusakan pada saat mengalami proses operasi. Penjadwalan perawatan dilakukan secara berkala dalam horizon waktu terbatas dengan pembagian titik-titik inspeksi. Pada titik inspeksi terdapat dua alternatif tindakan perawatan atau keputusan yang dapat dilakukan terhadap komponen, yaitu *do nothing* (DN) dan *replacement* (R). *Do nothing* merupakan tindakan dengan mempertahankan penggunaan komponen yang lama karena komponen tersebut masih berada dalam keadaan

yang baik atau tidak mengalami kerusakan yang berarti, sedangkan *replacement* (R) adalah tindakan penggantian komponen-komponen yang rusak dengan komponen yang baru. Untuk menjamin ketersediaan komponen pengganti, maka perlu dibuat sistem persediaan komponen (*part*) yang akan diganti berdasarkan jadwal perawatan pencegahan gabungan.

2. Pendekatan pengembangan model

Model yang dijadikan dasar dalam penelitian ini adalah

1. Model optimasi perawatan pencegahan gabungan pada multi komponen *independent* yang dikembangkan oleh Yudistiyawati (2007).
2. Model pengembangan pemesanan *multiple item* yang dikembangkan oleh Amelia dan Parung (1999).

Berdasarkan model di atas, posisi penelitian mengenai model sistem pengendalian persediaan multi komponen *independent* pada *single* suplier berdasarkan jadwal perawatan pencegahan gabungan dengan kriteria minimasi total ongkos, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Posisi Penelitian

Pengembangan model dilakukan dalam dua tahapan,

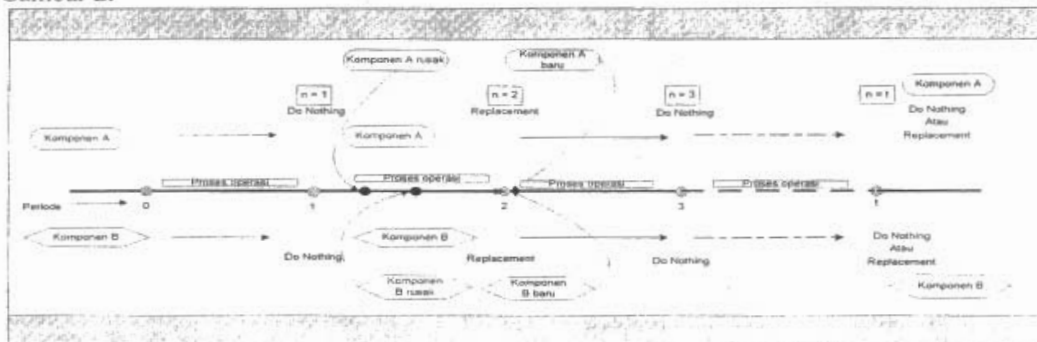
- a. **Tahap Pertama** yaitu tahap penentuan jumlah masing-masing komponen yang akan diganti selama horizon perencanaan perawatan, untuk menentukan demand komponen. Jumlah komponen yang diganti ditentukan dengan menggunakan teknik pemrograman dinamis probabilistik dengan menghitung total biaya optimal secara mundur (*backward procedure*). Penggantian komponen diperoleh dari keputusan replacement dari setiap titik inspeksi (*stage*) selama horizon perencanaan.
- b. **Tahap kedua** yaitu formulasi berdasarkan model ke satu untuk menentukan sistem pengendalian persediaan multi komponen independent pada single supplier dengan minimasi ongkos total. Kriteria model sistem pengendalian persediaan ini adalah kuantitas pemesanan dan frekuensi pemesanan optimal dengan kriteria ekpektasi minimasi total ongkos persediaan dalam suatu interval perencanaan perawatan.

3. Karakteristik sistem pengembangan model

Sistem perawatan dilakukan terhadap mesin yang multi komponen. Sifat dari komponen mesin adalah *independent*, artinya antara satu komponen dengan komponen lainnya tidak saling mempengaruhi atau berhubungan. Penelitian ini, memodelkan sistem perawatan untuk

meminimasi ongkos perawatan gabungan multi komponen pada mesin dalam horizon perencanaan perawatan yang terbatas. Sebagai contoh model ini diterapkan pada mesin produksi dua komponen mesin dan yang perlu dilakukan perencanaan perawatan untuk menghindari terjadi *breakdown* terhadap mesin pada proses produksi.

Perawatan dilakukan pada titik-titik inspeksi selama t periode dalam selang waktu perencanaan perawatan menggunakan kebijakan perawatan *group maintenance*, maksudnya inspeksi dilakukan pada waktu bersamaan ketika berada pada titik inspeksi (dilakukannya pemeriksaan komponen). Komponen yang digunakan adalah komponen yang bersifat *nonreparable*, sehingga terdapat dua kebijakan perawatan yang akan diambil yaitu *do nothing* (DN) dan *replacement* (R). *Do nothing* (DN) merupakan keputusan mempertahankan komponen lama karena komponen ini tidak mengalami kerusakan atau masih mampu menjalankan fungsinya, sedangkan *replacement* (R) merupakan keputusan menggantikan komponen lama yang rusak dengan komponen yang baru untuk melanjutkan proses produksi. Ilustrasi sistem perawatan multi komponen yang menjadi objek penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi Sistem Perawatan Multi Komponen yang Diteliti

Dari Gambar 2 dapat dilihat, komponen A dan B melakukan proses operasi pada saat bersamaan pada selang 0 sampai t . Kerusakan komponen A dan B bisa terjadi pada saat proses produksi selama mesin menyala. Selang inspeksi pada sistem ini diasumsikan selama 1 periode, jadi mesin akan dilakukan inspeksi setiap 1 periode sekali. Kondisi komponen A dan B dalam keadaan berfungsi dengan baik, selama selang 0 sampai inspeksi 1 ($t=1$) kondisi kedua komponen dalam keadaan baik. Sehingga kebijakan perawatan yang diambil pada titik inspeksi satu adalah *do nothing* (DN).

Kerusakan komponen A dan B terjadi secara acak dan tidak saling berhubungan satu sama lain, maksudnya kerusakan yang terjadi saat ini tidak akan mempengaruhi kerusakan yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Apabila terjadi kerusakan pada selang titik inspeksi maka kerusakan itu dianggap terjadi pada titik inspeksi pada periode berikutnya. Kerusakan antara selang periode $n=1$ dan $n=2$ akan diasumsikan terjadi pada titik inspeksi $n=2$. Kerusakan komponen dapat dilihat dari berhentinya mesin beroperasi, sehingga tindakan perawatan akan dilakukan pada titik inspeksi periode berikutnya.

Pada saat inspeksi dilakukan pada saat mesin berhenti beroperasi (*off*). Operator akan memeriksa kondisi komponen A dan B. Tindakan perawatan akan dilakukan oleh operator pada saat titik inspeksi. Komponen A dan B yang rusak atau hampir rusak akan diganti

(*replacement*) dengan komponen A dan B yang baru pada saat yang bersamaan, hal ini untuk meminimasi ongkos breakdown yang akan dikeluarkan. Setelah perawatan dilakukan mesin dihidupkan (*on*) untuk beroperasi kembali. Begitu selanjutnya untuk inspeksi berikutnya. Proses inspeksi berlangsung selama horizon waktu perencanaan perawatan. Terdapat 4 kebijakan perawatan yang terjadi pada komponen A dan komponen B. Kemungkinan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebijakan Perawatan yang Mungkin Terjadi

No	A	B
1	DN	DN
2	R	DN
3	R	R
4	R	R

Sistem persediaan yang digunakan adalah sistem persediaan multi komponen dengan pemesanan yang dilakukan pada satu suplier. Komponen yang dibahas adalah multi komponen *independent*, yaitu apabila terjadi suatu kerusakan pada salah satu komponen maka kerusakan komponen tersebut tidak mempengaruhi komponen yang lainnya. Komponen-komponen memiliki karakteristik yang berbeda antar satu komponen dengan komponen lainnya dan dinotasikan oleh i ($i=1,2,3,\dots,j$).

Komponen-komponen ini dipesan untuk persediaan selama interval horizon perencanaan perawatan. Pemesanan dilakukan pada satu suplier, semua komponen dapat terpenuhi kebutuhannya di-suplier tersebut. Selain itu, interval waktu pemesanan tidak dipengaruhi oleh sistem perawatan, tetapi berdasarkan kemampuan suplier dalam memenuhi permintaan komponen yang akan diganti. Sistem persediaan komponen memiliki sifat probabilistik karena pada sistem perawatan juga melakukan pendekatan dengan penjadwalan perawatan programa dinamis probabilistik, sehingga pendekatan persediaannya juga dilakukan dengan probabilistik. Konsep persediaan dimodelkan oleh Amelia dan Parung (1999) yang memodelkan persediaan dengan jumlah item lebih dari satu dengan kriteria minimasi ongkos pemesanan dengan frekuensi dan kuantitas optimal pemesanan.

4. Formulasi model

4.1 Ongkos-ongkos dalam perawatan

Perawatan yang dilakukan untuk menghindari deteriorasi pada suatu sistem produksi akan mengeluarkan berbagai macam ongkos produksi, baik itu yang disebabkan oleh perawatan terencana ataupun perawatan tidak terencana yang dilakukan apabila terjadi kerusakan tiba-tiba. Elemen-elemen ongkos yang berpengaruh terhadap sistem perawatan pada penelitian ini adalah:

1. Ongkos keputusan disesuaikan dengan keputusan tindakan perawatan pencegahan yang dilakukan. Ongkos keputusan ada dua macam yaitu:
 - a. Ongkos untuk keputusan *do nothing* (c_1), dengan $c_1 = 0$
 - b. Ongkos untuk *replacement*, terdiri dari ongkos ganti komponen A (c_2) dan Ongkos ganti komponen B (c_3)
2. Ongkos *searching* (c_4)
3. Ongkos operasi (c_5)
4. Ongkos *set up* (c_6)

5. Ongkos reject (c_7)

6. Ongkos kerugian / kehilangan pendapatan akibat reject.

Ongkos kerugian ditentukan berdasarkan jenis tindakan yang dilakukan pada tahap- n dan memperhitungkan ongkos reject, yaitu:

- a. Apabila pada tahap n variabel keputusan *do nothing* (DN), maka ongkos kerugian produk gagal (c_8) sebagai berikut :

$$c_8 = \left(\int_t^{t+s} r(t) dt \right) \text{ongkos reject}$$

$$c_8 = \left(\int_t^{t+s} r(t) dt \right) c_7 \tag{1}$$

- b. Apabila pada tahap ke n variabel keputusan adalah *replacement* (R), maka ongkos kerugian produk gagal (c_9) sebagai berikut :

$$c_9 = \left[\left(\int_0^s r(t) dt \right) \text{ongkos reject} \right] + \text{Ongkos replacement}$$

Komponen A $c_9 = \left[\left(\int_t^{t+s} r(t) dt \right) c_7 \right] + c_2$ (2)

Komponen B $c_9 = \left[\left(\int_t^{t+s} r(t) dt \right) c_7 \right] + c_3$ (3)

4.2 Formulasi model pemrograman dinamis probabilistik

Dalam penelitian ini, model yang digunakan untuk pengambilan keputusan yang terbaik diformulasikan dengan teknik pemrograman dinamis sebagai berikut:

- Tahap (n) :
Tahap disini adalah titik inspeksi ke- n yang dilakukan pada periode tertentu sebagai tahap pengambilan keputusan. Dimisalkan terdapat periode horizon perencanaan selama 24 periode ($\tau=24$) dengan jumlah titik inspeksi adalah 24 ($N=24$) maka selang inspeksi ($s=1$). Titik inspeksi yaitu $n=1,2,3,\dots,24$ pada $t=1,2,3,\dots,24$. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Titik Inspeksi di Setiap Periode Operasi

- Status (S_n) :
Status Dalam penelitian model ini adalah umur komponen. Status pada awal sebuah periode dinotasikan dengan $S_n(i, y)$, dimana i menyatakan komponen ke- i ($i=1,2,3,\dots$) dan y menyatakan umur komponen ke- i tersebut ($y=1,2,3,\dots,n$)
- Variabel keputusan (X_n)
Variabel keputusan pada model ini adalah keputusan tindakan perawatan yaitu:
 - Do nothing* (DN) dengan tetap menggunakan komponen lama
 - Replacement* (R) mengganti dengan komponen yang baru

Variabel keputusan di setiap akhir periode tahap (n) dinotasikan $X_n(i, y)$, dimana i menyatakan komponen ke- i ($i=1,2,\dots,n$) dan x menyatakan keputusan tindakan perawatan.

• **Fungsi Tujuan ($f_n(S_n, X_n)$):**

Fungsi tujuan adalah ekspektasi total ongkos perawatan pencegahan gabungan pada multi komponen *independent* minimum di tahap n ke tahap berikutnya, bila mempunyai status S_n dan keputusan X_n .

$$f_n^*(S_n) = \min \{f_n(S_n, X_n)\} \tag{4}$$

Fungsi ongkos total pada tahap n untuk komponen ke- i pada suatu tahap dengan status S_n dan keputusan X_n diperoleh dengan meminimumkan $f_n(S_n, X_n)$, sehingga dapat dinyatakan dengan fungsi rekursif sebagai berikut:

$$f_n(S_n, X_n) = \min \begin{cases} \text{Do nothing} [(R(t)_i \cdot C_5) + ((1 - R(t)_i) \cdot (C_5 + C_6 + C_4 + C_6)) + f_{n+1}(i, y + 1)] \\ \text{Replacement Komponen A} [(R(t)_i \cdot C_5) + ((1 - R(t)_i) \cdot (C_5 + C_9 + C_2 + C_4 + C_6)) + f_{n+1}(i, y + 1)] \\ \text{Replacement Komponen B} [(R(t)_i \cdot C_5) + ((1 - R(t)_i) \cdot (C_5 + C_9 + C_3 + C_4 + C_6)) + f_{n+1}(i, y + 1)] \end{cases} \tag{5}$$

Penentuan minimisasi ekspektasi total ongkos perawatan dengan menggunakan model pemrograman dinamis probabilistik dilakukan dengan teknik perhitungan *backward* atau *backward procedure*.

4.3 Sistem Persediaan

Kriteria model ini adalah ekpektasi ongkos persediaan, kuantitas pemesanan dan frekuensi pemesanan dalam satu interval perencanaan. Dengan ongkos kekurangan = 0, maka ongkos total persediaan :

Ongkos Total Persediaan = Ongkos Pembelian + Ongkos Pesan + Ongkos Simpan

$$TC = \sum_{i=1}^n c_i R_i + m \cdot A_{Gab} + \frac{1}{2m} \sum_{i=1}^n C_i R_i \tag{6}$$

• **Menentukan frekuensi pemesanan optimal (m^*)**

$$m^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_i R_i}{2 A_{Gab}}} \tag{7}$$

Menentukan jumlah sekali pesan komponen (Q_i)

$$Q_i = \frac{R_i}{m^*} \tag{8}$$

• **Menghitung ongkos total persediaan setahun**

$$TC = \sum_{i=1}^n c_i R_i + 2 \cdot m \cdot A_{Gab} \tag{9}$$

5. Pengujian model

Data untuk perawatan penggantian komponen dalam interval perencanaan 24 periode dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Untuk Perawatan Penggantian Komponen A dan B

Penjelasan	Notasi	Keterangan
Horizon perencanaan (periode waktu)	T	24 Periode
Jumlah titik inspeksi	N	24
Selang waktu antar inspeksi	s	1 Periode
Jumlah Komponen	i	2 Komponen (A dan B)
Karakteristik Skala Komponen A	αA	3
Karakteristik Skala Komponen B	αB	4
Karakteristik Bentuk Komponen A	βA	1.2
Karakteristik Bentuk Komponen B	βB	1.5
Ongkos <i>Do Nothing</i>	$c1$	0
Ongkos <i>Replace</i> Komponen A	$c2$	Rp100,000.00
Ongkos <i>Replace</i> Komponen B	$c3$	Rp125,000.00
Ongkos <i>Searching</i>	$c4$	Rp40,000.00
Ongkos Operasi	$c5$	Rp50,000.00
Ongkos <i>Set up</i>	$c6$	Rp30,000.00
Ongkos <i>Reject</i>	$c7$	Rp50,000.00

Data untuk sistem pengendalian persediaan yang digunakan untuk pengujian sistem persediaan multi komponen *single* suplier dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Untuk Pengujian Ongkos Persediaan Komponen A dan B

Penjelasan	Notasi	Keterangan
Ongkos Pembelian Komponen A	c_A	100.000 [Rp/unit]
Ongkos Pembelian Komponen B	c_B	125.000 [Rp/unit]
Ongkos Simpan Komponen A	C_A	10.000 [Rp/unit]
Ongkos Simpan Komponen B	C_B	15.000 [Rp/unit]
Ongkos Pemesanan Komponen A	A_A	25.000 [Rp/sekali pesan]
Ongkos Pemesanan Komponen B	A_B	25.000 [Rp/sekali pesan]
Ongkos Pemesanan Komponen	$A_{\alpha\beta}$	37.500 [Rp/sekali pesan]
<i>Lead Time</i>	L	0.2 Periode
Z (99)	Z	1.645

Dari hasil perhitungan formulasi ekspektasi total ongkos perawatan dengan menggunakan model pemrograman dinamis probabilistik diperoleh solusi optimal yang dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 5 menunjukkan jumlah komponen yang diganti.

Tabel 4. Solusi Optimal

Titik Inspeksi	Komponen A		Komponen B	
	Keputusan	\sum_A	Keputusan	\sum_B
1	R	1	R	1
2	R	1	R	1
3	R	1	R	1
4	R	1	R	1
5	R	1	R	1
6	R	1	R	1
7	R	1	R	1
8	R	1	R	1
9	R	1	R	1
10	R	1	R	1
11	R	1	R	1
12	R	1	R	1
13	R	1	R	1
14	R	1	R	1
15	R	1	R	1
16	R	1	R	1
17	R	1	R	1
18	R	1	R	1
19	R	1	R	1
20	R	1	R	1
21	R	1	R	1
22	DN	0	R	1
23	DN	0	DN	0
24	DN	0	DN	0

Tabel 5. Demand Komponen A dan B

Komponen	Demand (R_A) [unit]	Demand (R_B) [unit]
A	21	
B		22

Perhitungan Sistem Persediaan Multi Komponen berdasarkan perawatan pencegahan gabungan adalah sebagai berikut:

* Menentukan frekuensi (m^*)

$$m^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_i R_i}{2A_{Gab}}} = \sqrt{\frac{(100.000 \times 21) + (125.000 \times 22)}{2 \times (37.500)}} = 2,683 \text{ kali} \approx 3 \text{ kali pemesanan}$$

Dengan nilai $A_i < A_{Gab} < (A_A + A_B)$, dengan asumsi nilai $A_{Gab} = 75\%$ dari $(A_A + A_B)$

* Menentukan jumlah sekali pesan item (Q_i)

$$Q_i = \frac{R_i}{m^*}; \quad Q_A = \frac{21}{3} = 7 \text{ unit}; \quad Q_B = \frac{22}{3} = 7,33 \text{ unit} \approx 8 \text{ unit}$$

* Menghitung ongkos total persediaan setahun

$$TC = \sum_{i=1}^n c_i R_i + 2 \cdot m \cdot A_{Gab} = [(100.000 \times 21) + (125.000 \times 22)] + [(2 \times 3) \times (37.500)] = \text{Rp. } 5.325.000,00$$

6. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan model sistem pengendalian persediaan multi komponen berdasarkan perawatan pencegahan gabungan. Pengembangan model dilakukan dengan menentukan tindakan perawatan optimal yang dilakukan di setiap titik inspeksi. Untuk meminimasi total ongkos perawatan pencegahan, kebijakan perawatan yang digunakan adalah *group replacement*, dengan metode solusi yang digunakan adalah model pemrograman dinamis dengan kriteria minimisasi ekspektasi total ongkos perawatan.

7. Daftar rujukan

- [1] Ebeling, Charles.E, 1997, *Reliability and Maintainability Engineering, International Edition*, The McGraw-Hill Companies, Inc., Singapore
- [2] Fogarty, D.W., Blackstone, J.H., and Hoffman, 1991, *Production and Inventory Management*, second Edition, South-western Publishing Co. Ohio.
- [3] Jardine, A.K.S., 1973, *Maintenance, Replacement, and Reliability*, Pitman Publishing, New York.
- [4] Kapur, K.C., and Lamberson, L.R., 1977, *Reliability In Engineering*, Jhon Wiley & Sons Inc, New York.
- [5] Parung, J., Amelia, 1999, Model dan Pengembangan Pemesanan Multiple Item, Pemberdayaan Disiplin Teknik Industri, universitas Surabaya, Surabaya.
- [6] Tersine, R.J., 1999, *Principle of Inventory and Materials Management, Fourth Edition*, Prentice Hall Inc, New Jersey
- [7] Walpole, R.E., 1998, *Probability and Statistics for Engineers and Scientist, International Edition*, Prentice Hall International Inc, New Jersey.
- [8] Yudistyawati, Gesti., 2007, Model Optimisasi Perawatan Pencegahan Gabungan pada Multi Komponen *Independent*. Itenas. Bandung.