

OPTIMASI PERAWATAN DI INDUSTRI MANUFAKTUR

Masruki Kabib

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
PO BOX 53, Gondang Manis, Bae, Kudus Tel: +62-291-438229,
Email: maskabib@yahoo.com

ABSTRAK

Industri manufaktur membutuhkan perawatan peralatan untuk proses produksi. Tujuan dari optimasi perawatan adalah untuk meningkatkan keandalan dan availabilitas peralatan pada level yang tinggi dengan biaya dan sumberdaya yang rendah. Optimasi perawatan dilakukan untuk mendorong peningkatan perawatan secara terus menerus. Optimasi perawatan dapat dilakukan dengan . Optimasi penggantian komponen, optimasi biaya penggantian peralatan, optimasi prosedur inspeksi dan optimasi penggunaan sumberdaya. Optimasi perawatan dapat meningkatkan keandalan dan availabilitas dengan biaya yang rendah.

Kata kunci : perawatan, optimasi, biaya rendah.

ABSTRACT

The manufacture industry need equipment maintenance for production process. The objective of maintenance optimization is to improve reliability and availability level instrument to high with low cost and resources. Maintenance optimization do to push maintenance continuous improvement. Maintenance optimization can get with component replacement optimization, cost replacement optimization, inspection procedure optimization and resource used optimization. Maintenance optimization asset reliability and availabilty increased with low cost.

Key word : maintenance, optimization, low cost.

1. PENDAHULUAN

Dalam manajemen moderen peran manajemen perawatan (*maintenance*) sangat strategis dalam mendukung produktivitas pada industri manufaktur secara berkelanjutan. Optimasi perawatan sangat dibutuhkan karena :

- Profit perusahaan tergantung dari kondisi baiknya kerja aset.
- Perlu meminimalkan *downtime* untuk memaksimalkan *availability*.
- Perlu peningkatan profit, *revenue*, dan reliabilitas sambil menurunkan *downtime* dan biaya-biaya saling berhubungan.
- Biaya, sasaran kualitas dan kecepatan delivery bisa menjadi daya saing.

Frekuensi *downtime* yang tinggi sangat merugikan perusahaan, hal ini disebabkan peningkatan biaya akibat produksi berhenti, operasi tenaga, keterlambatan *delivery*, lembur untuk memenuhi produksi sesuai pemesanan, kehilangan pelanggan akibat produksi tidak tepat waktu. Untuk menurunkan *downtime* dapat dilakukan *preventive maintenance* (Eti, 2006).

Optimasi perawatan merupakan evaluasi suatu proses yang menguji secara langsung fungsi, tugas, aktifitas untuk mencapai perbandingan yang seimbang antara aktifitas reaktif, preventive, prediktif dan proaktif (Matusheski, 2001). Tujuan optimasi perawatan adalah untuk mencapai tingkat kendalan dan availabilitas peralatan yang tinggi dengan biaya peralatan dan sumber daya yang sekecil mungkin. Optimasi perawatan dilakukan untuk mendorong *continuous improvement* pada perawatan.

Secara umum strategi perawatan ada yang terencana dan tidak terencana. Perawatan korektif merupakan strategi reaktif yaitu tidak terencana, perawatan dilakukan setelah kegagalan terjadi. Strategi perawatan terencana dikelompokkan menjadi dua yaitu *preventif* dan *conditioning monitoring maintenance* (Asgarpoor, 2004).

Pada *preventive maintenance* ada empat tugas yang mendasar yang perlu diperhatikan yaitu :

- Waktu penugasan secara langsung tergantung dari jumlah operasi, jam operasi atau perubahan keadaan.
- Menemukan kegagalan, yaitu untuk mengidentifikasi peralatan yang rusak yang tidak mendukung operasi.
- Kondisi penugasan, di aplikasikan untuk situasi dimana kondisi peralatan telah mencapai batas umur, atau operasi tidak dapat dilanjutkan lagi.
- Kegagalan saat operasi merupakan suatu pilihan yang telah diseleksi hanya pada suatu kejadian yang secara teknis dibenarkan dan biaya efektif tidak dapat di identifikasi.

Pada *condition monitoring* aktivitas diagnosa digunakan untuk memprediksi kegagalan peralatan.

2. PEMBAHASAN

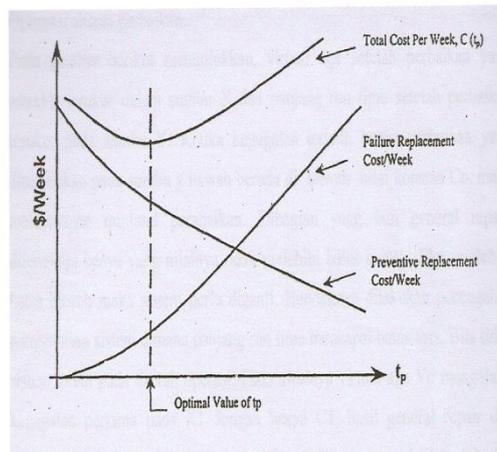
Dalam manajemen perawatan ada empat kunci kebijakan untuk optimasi pengelolaan sumberdaya perawatan yaitu optimasi penggantian komponen, optimasi biaya penggantian peralatan, optimasi prosedur inspeksi dan optimasi kebutuhan sumber daya.

2.1 Optimasi penggantian komponen (*component replacement*)

Dalam penggantian komponen yang perlu diperhatikan adalah :

a. Optimasi waktu dan biaya penggantian.

Interval waktu dan biaya penggantian komponen dalam proses perawatan mempunyai kecenderungan sebagai berikut ; untuk komponen yang diganti bila mengalami kegagalan maka dengan interval waktu bertambah maka biaya yang dibutuhkan semakin besar. Untuk komponen yang diganti berdasarkan perawatan pencegahan maka dengan interval waktu bertambah maka biaya cenderung menurun. Nilai optimal diperoleh dari total biaya yang nilainya paling rendah, seperti gambar 1.



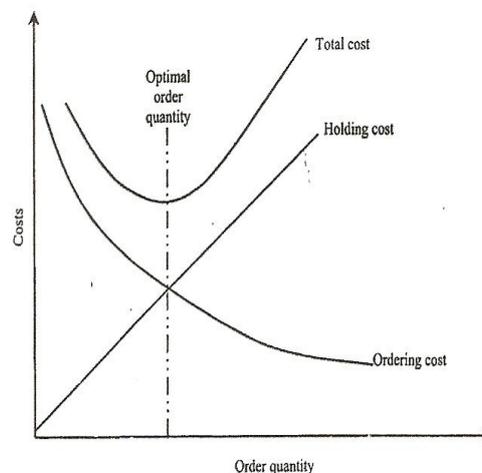
Gambar 1. Waktu penggantian optimal pada interval konstan (Champbell,2001).

b. Optimasi persediaan suku cadang (*spare part*).

Dalam menyediakan suku cadang besarnya biaya yang diperlukan dipengaruhi oleh :

- Biaya pemesanan (*order cost*), dengan jumlah pemesanan semakin besar maka biaya pemesanan semakin rendah.
- Biaya penyimpanan (*holding cost*), dengan jumlah pemesanan semakin besar maka biaya penyimpanan semakin besar.

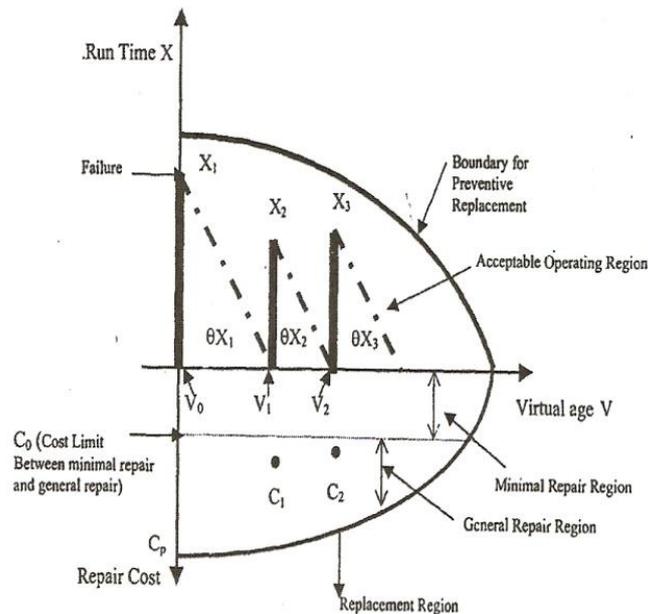
Jumlah optimal persediaan suku cadang, pada *total cost* dengan nilai paling minimal, seperti ditunjukkan gambar 2 :



Gambar 2. Jumlah pemesanan optimal (Champbell,2001).

c. Optimasi sistem perbaikan (*repair*)

Pada gambar 3 menunjukkan, *virtual age* setelah perbaikan yang terakhir terukur dalam sumbu X dan panjang *run time* setelah perbaikan terukur pada sumbu Y. Ketika kegagalan terjadi, biaya perbaikan yang ditunjukkan pada sumbu Y berada di bawah nilai konstan C_0 , maka pada proses perawatan minimal proses perbaikannya. Dibagian lain general repair, dilengkapi biaya yang nilainya tidak melebihi batas bawah, jika nilainya melebihi batas bawah maka sistem perlu diganti. Hendaknya pada proses perawatan dilakukan pencegahan penggantian sistem dimana panjang *run time* mencapai batas atas. Bila tidak maka sistem aman pada daerah operasi. Pada awalnya *virtual age* V_0 mengalami kegagalan pertama pada X_1 dengan biaya C_1 , hasil general repair dan peralatan *virtual age* V_1 . Pada kegagalan di X_2 biaya perbaikan C_2 dan hasil *general repair* unit *virtual age* menjadi V_2 .



Gambar 3. Optimasi sistem perbaikan (Chambell,2001)..

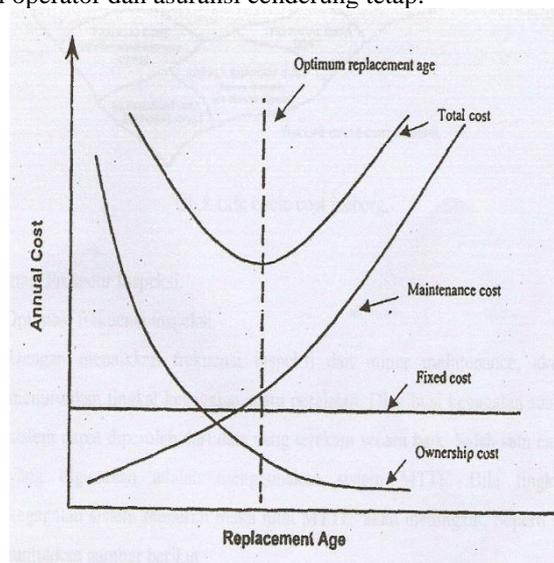
2.2 Optimasi biaya penggantian peralatan.

Optimasi penggantian peralatan meliputi :

a. Optimasi umur ekonomis.

Dalam mencapai umur yang paling ekonomis pada biaya peralatan dipengaruhi oleh :

- Biaya operasi dan perawatan akan meningkat bila umur penggantian peralatan semakin lama.
- Nilai asset peralatan cenderung menurun, bila umur penggantian semakin besar.
- Biaya tetap meliputi operator dan asuransi cenderung tetap.

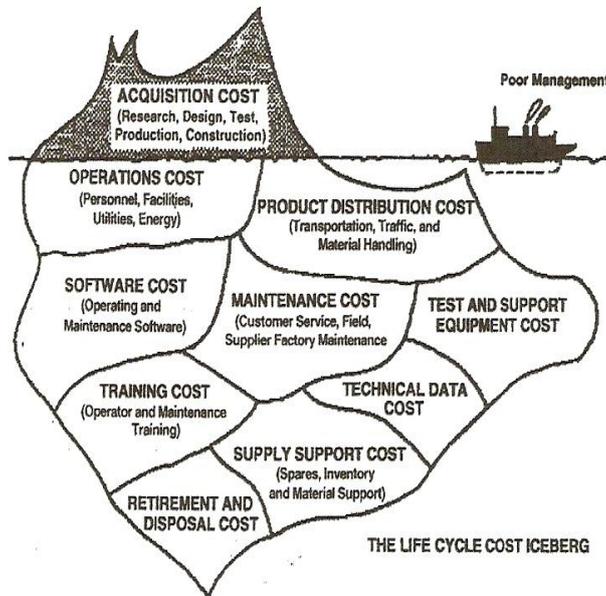


Gambar 4. Nilai optimasi umur peralatan (Chambell,2001)..

Umur paling optimal dalam penggantian peralatan di dapat pada nilai biaya paling minimum. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.

b. Optimasi *life cycle costing*.

Analisa *life cycle costing* mempertimbangkan semua biaya yang berkaitan dengan asset *life cycle*. Ketika membuat keputusan tentang biaya peralatan untuk mengganti atau menggabungkan dengan yang baru, maka diperlukan penggabungan semua biaya. Pada gambar 5. *life cycle iceberg* menunjukkan hubungan tersebut .



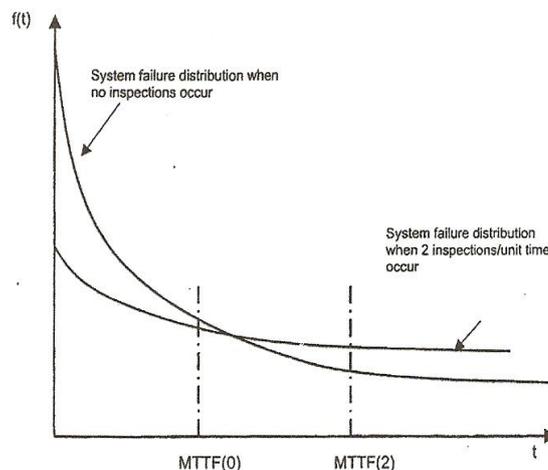
Gambar 5. *Life cycle cost iceberg* Champbell,2001).

2.3 Optimasi prosedur inspeksi

Untuk menilai optimasi prosedur inspeksi meliputi :

a. Optimasi frekuensi inspeksi.

Dengan menaikkan frekuensi inspeksi dan minor perawatan, maka akan menurunkan tingkat kegagalan suatu perlatan. Distribusi kegagalan suatu system dapat diperoleh dari data yang terkam secara baik. Salah satu cara yang digunakan adalah menggunakan sistem *Mean Time To Failure* (MTTF). Bila tingkat kegagalan system menurun maka nilai MTTF akan meningkat, seperti ditunjukkan pada gambar 6.

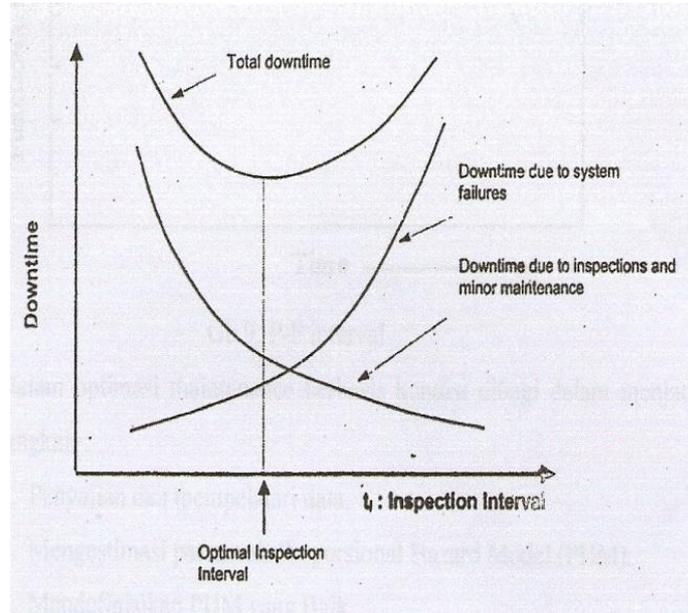


Gambar 6. Frekuensi inspeksi terhadap MTTF(Champbell,2001).

Pada gambar 7 menunjukkan bahwa :

- Dengan interval waktu semakin besar, maka *downtime* yang diakibatkan oleh kegagalan semakin besar.
- Dengan interval waktu inspeksi semakin besar, maka *downtime* akibat inspeksi dan minor perawatan semakin kecil.

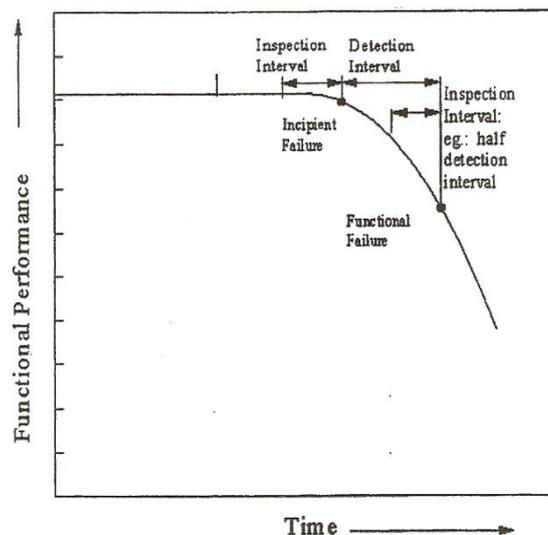
Total *downtime* yang paling minimal dicapai pada frekuensi inspeksi yang paling optimal.



Gambar 7. Optimasi frekuensi inspeksi (Champbell,2001)..

b. Optimasi *Maintenance* berbasis kondisi.

Waktu yang paling tepat untuk perbaikan pencegahan atau penggantian komponen dan peralatan adalah sebelum kegagalan terjadi. Pada *maintenance* berbasis kondisi (CBM) di dahului dengan informasi baru yang disebut data kondisi, untuk menghitung lebih presisi momen yang menguntungkan untuk memperbaiki atau mengganti. Keputusan optimasi *maintenance* biasanya membutuhkan lenih banyak resiko kegagalan yang dihitung. Bila ingin mamaksimalkan keuntungan operasi atau *availability* peralatan. Pada gambar 8 menunjukkan hubungan antara kondisi terakhir dan kegagalan terakhir untuk membantu membuat kebijakan *maintenance* ke depan dan keputusan *maintenance* spesifik.



Gambar. 8. P-F interval (Champbell,2001)..

Dalam *maintenance* berbasis kondisi di bagi menjadi 7 langkah :

1. Penyajian dan mempelajari data.
2. Mengestimasi parameter *Proporsional Hazard Model* (PHM).
3. Mendefinisikan PHM yang baik.
4. Mendefinisikan kondisi dan menghitung probabilita transisi dari satu kondisi ke kondisi yang lainnya.
5. Melakukan tes asumsi variasi perilaku transisi di dalam perbedaan interval waktu dan kelompok independen.
6. Membuat keputusan optimal untuk paling rendah, paling panjang beaya *maintenance*.
7. Menganalisa sensitifitas keputusan optimal untuk perubahan beaya operasi.

2.4. Optimasi Kebutuhan Sumberdaya

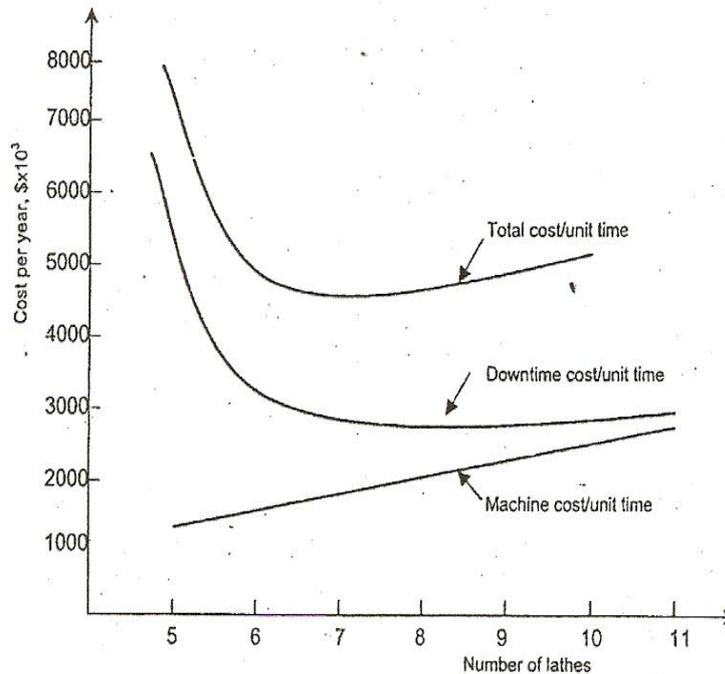
a. Optimasi Jumlah Mesin

Dengan menggunakan *queing theory* untuk menentukan jumlah mesin yang optimal dalam suatu workshop.

- Bila jumlah mesin semakin banyak maka beaya *down time* cenderung menurun sampai batas jumlah mesin tertentu.

- Bila jumlah mesin semakin banyak maka *machine cost* semakin besar.

Optimasi di dapatkan pada nilai total cost/unit time paling minimal, seperti di tunjukkan oleh gambar 9, berikut ini.



Gambar. 9 Optimasi Jumlah Mesin dalam workshop (Champbell,2001)..

b. Optimasi *maintenance schedule*.

Optimasi ini menggunakan pertimbangan :

- Bagaimana menggunakan sumberdaya secara efisien.
- Bagaimana *schedule* pekerjaan sesuai dengan kapasitas pabrik/workshop.

Dalam optimasi menggunakan metoda scheduling yang tepat, seperti :

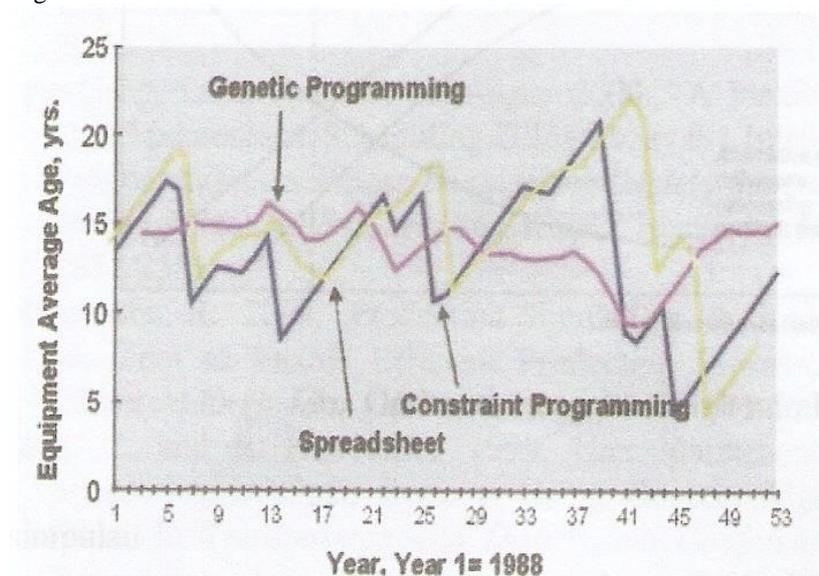
- *Spreadsheet programming*.
- *Genetic programing*.
- *Constrain programming*.

Dalam contoh kasus berikut ini ada 8 komponen dengan karakteristik sebagaimana tabel :

Tabel 1. *Componen maintenance characteristic* (Helm, 2002)

Component ID	Number of Units (fab date)	Design Life	Per Unit Work Hours	Packageable ?
P.1	6 (1/75)	20-25	1200	no
P.2	12 (4/75)	26-30	800	yes
P.3	5 (1/74)	35-37	2000	yes
P.4	20 (6/76)	25-28	1080	yes
P.4a	6 (9/74)	21-25	600	yes
P.5	45 (11/74)	17-20	500	yes
P.6	16 (12/75)	45-55	550	no
P.7	2 (1/79)	31-39	1550	yes
P.8	10 (3/75)	15-20	975	yes

Rata-rata kapital aset umurnya dimulai pada tahun 1988, rata-rata ini merupakan penjumlahan dari semua komponen aset. Sehingga tahun pertama 1988. Bentuk kurva pada genetic program mempunyai perbedaan yang signifikan di banding dengan spreadsheet dan constrain programming seperti di tunjukkan pada gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Perbandingan tiga pendekatan optimasi scheduling I (Helm, 2002).

Hasil optimasi di dapatkan bahwa dengan menggunakan *genetic programming* beban kerja *maintenance* 60% lebih rendah dari *spreadsheet programming* dan 31% lebih rendah dari *constrain programming*.

c. Optimasi Menggunakan Kontraktor

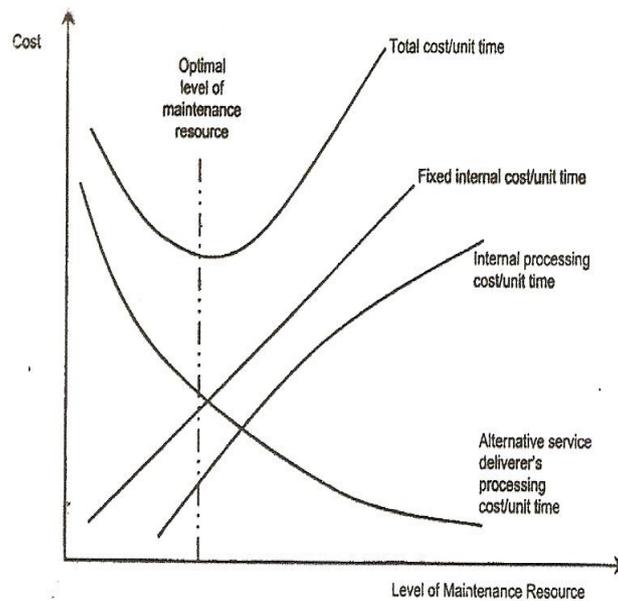
Bila kegiatan *maintenance* tidak dilakukan sendiri karena keterbatasan sumberdaya, maka dapat menggunakan jasa pelayanan *maintenance* dari luar dengan waktu kontrak :

- Untuk kondisi sesaat.
- Untuk periode tertentu.
- Untuk jangka panjang.

Bila dalam perusahaan memiliki tenaga *maintenance* dan ada sebagian *maintenance* yang di kontrakkan dari luar, maka yang dipertimbangkan adalah :

- Biaya *maintenance* bila dilakukan sendiri.
- Biaya *maintenance* bila dikontrakkan.

Kemudian di tentukan total biaya yang paling minimal, yang merupakan nilai minimal sumber daya.



Gambar.11. Optimasi menggunakan kontraktor (Chambell,2001)..

3. KESIMPULAN

Optimasi *maintenance* dalam industri manufaktur dapat dilakukan terhadap :

- Penggantian komponen.
- Biaya penggantian peralatan.
- Prosedur inspeksi.
- Penggunaan sumberdaya.

Dengan optimasi *maintenance* keandalan dan availabilitas aset akan semakin meningkat dengan biaya yang rendah.

Daftar Pustaka

- [1] Asgarpoor S., and Doghman Mohamad, 2004, *A Maintenance Optimization Program for Utilities' Transmision and Distribution System*.
- [2] Campbell John D, Jardin Andrew K.S, 2001, *Maintenance Excellence; Optimizing life cycle Decision*, Marcel Dekker inc, New York, USA.
- [3] Eti M.C, Ogaji S.O.T, and Probert S.D., 2006, *Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture*, applied Energi, Volume 88, Issue 11, Nopember, page 1235-1248.
- [4] Helm Terry M, Painter Steve, and Oakes W. Robert, 2002, *A Comparison of Three Optimization Method for Scheduling Maintenance of high Cost, Long life Capital asset*, Proceeding simulation conference, Los Alamos National Laboratory, USA.
- [5] Matusheski B., 2001, *Using information technology to Optimize Maintenance*, Plant Engineering Magazine, June.

BIODATA

Nama : Ir. Masruki Kabib, MT

Tempat/Tgl lahir : Malang/25-05-1968

Alamat : Panjang RT 04 RW01 No. 149 Bae Kudus

Pekerjaan : Dosen Fakultas Teknik UMK

Riwayat Pendidikan :

- S1 Teknik Mesin UMM
- S2 Teknik Mesin ITS

