

PERAWATAN *HOIST CRANE* DENGAN METODE *MAINTAINABILITY* DAN *COSTING* UNTUK MENGURANGI BREAKDOWN

Andy Hardianto¹, Pratikto², Lilis Yuliaty³

^{1,2,3}Universitas Brawijaya Program Magister Teknik Mesin, Indonesia

ABSTRACT PT. ABC is a manufacturing company in the field that requires a crane hoist readiness in every production, with an average of 42.92 hours a breakdown, the necessary methods of treatment that effectively and efficiently, with a critical component bearing, gear, wheel trolley, wire rope, shaft, cable pendant. The time interval is the optimum replacement parts NTN Bearing 304; 51 108 21 days, Talibaja (wire rope) Gustav / Demag O16 x 8 x 36 + 1 stainless core 38 day, canvass the motor 45, wheel trolley 89 days, gear 76 a day, the pen as 39 days, the cable pendant 67 dan Untuk cost savings component replacement Bearing NTN 304; 51 108 Rp. 689,435.94 and presentase amounted to 3.34%, Talibaja (wire rope) Gustav / Demag O16 x 8 x 36 + 1 stell core Rp. 3,634,660.00 and a percentage of 2.51%, canvass motorcycle is Rp. 7,948,540.37 and a percentage of 58.88%, wheel trolley Rp. 755,467.50 and a percentage of 11.27, gear Rp. 50,195,101.20 and a percentage of 61.68%, the pen as Rp. 18,110,676.40 and the percentage of 62%, amounting to USD 8,545,480.84 pendant cable and a percentage of 38.47%.

Keywords: Hoist crane, maintainability, costing and parts

1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu penunjang keberhasilan suatu industri manufaktur maka dibutuhkan alat-alat produksi yang baik dan akan menghasilkan produk yang berkualitas, waktu penyelesaian produksi yang tepat dan biaya produksi yang murah. Proses tersebut bergantung dari kondisi sumber daya yang dimiliki seperti manusia, mesin, ataupun sarana penunjang yang lain, dimana kondisi yang dimaksud adalah kondisi siap untuk menjalankan operasi produksinya, baik ketelitian, kemampuan ataupun kapasitasnya. Kondisi siap pakai dari mesin dan peralatan, dapat dijaga dan ditingkatkan kemampuannya dengan menerapkan program perawatan yang terencana, teratur, dan terkontrol. Perawatan sebagai salah satu fungsi utama dari proses produksi seperti pemasaran, produksi, keuangan dan sumber daya manusia. Fungsi perawatan perlu berjalan dengan baik dan kemampuan sumber daya manusia perlu penyesuaian untuk tercapainya tujuan produksi yang diharapkan. Maka diperlukan *hoist crane* yang selalu siap digunakan. Sehingga dibutuhkan perawatan yang optimal. Beberapa faktor penyebab terjadinya *breakdown*.

Diantaranya tidak tersedianya komponen pada saat komponen tersebut sangat dibutuhkan dan Tidak adanya perencanaan dan penjadwalan dalam perawatan mesin *hoist crane*.

Maintenance dilakukan pada mesin/peralatan sebuah perusahaan dengan tujuan agar komersial perusahaan tersebut dapat tercapai, dan kegiatan *maintenance* yang dilakukan adalah untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya kerusakan yang terlalu cepat dan kerusakan tersebut bisa saja berasal dari keausan dan ketuaan akibat pengoperasian yang salah. Karena *maintenance* adalah kegiatan pendukung bagi tujuan komersial, maka seperti kegiatan lainnya, *maintenance* harus efektif, efisien dan berbiaya rendah. Berbagai pola dan sistem perawatan telah berkembang dengan pesat. Dalam pelaksanaannya industri mengenal dua bentuk kebijakan dasar program perawatan yaitu perawatan terencana (*planned maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*unplanned maintenance*).

Hoist Crane

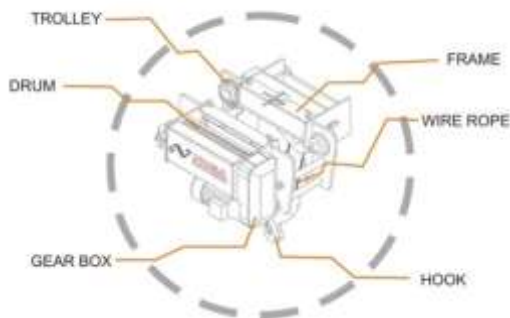
Crane tipe ini diletakkan di atas dua buah as tempat kedua as ban bergerak secara simultan. Dengan kelebihan ini maka *crane* jenis ini dapat bergerak dengan leluasa. Alat

* Corresponding author: Andy Hardianto
email@xxxx.xx.xx

Published online at <http://JEMIS.ub.ac.id>

Copyright ©2015 JTI UB Publishing. All Rights Reserved

penggerak *crane* jenis ini adalah roda yang sangat besar yang dapat meningkatkan kemampuan alat dalam bergerak dilapangan dan dapat bergerak di jalan raya dengan kecepatan maksimum 30 mph. Letak ruang operator *crane* biasanya pada bagian-bagian deck yang dapat berputar seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Hoist Crane

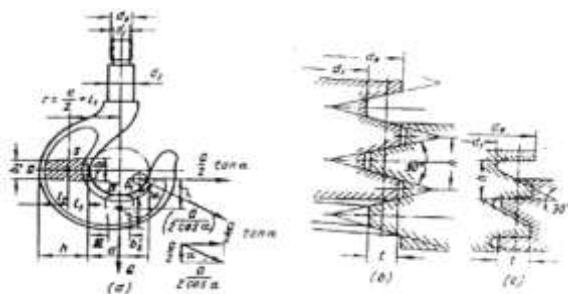
Crane terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. Kait Crane

Kait adalah merupakan komponen yang biasa digunakan untuk menggantung beban pada pesawat angkat jenis *crane*. Kait biasa terbuat dari baja tuang yang dibuat dengan bentuk menyerupai bentuk mata kail pada alat untuk memancing. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam pengangkatan/menggantung beban yang akan diangkat pada kait. Dan kait itu sendiri terbagi menjadi dua jenis yaitu :

- 1) Kait Tunggal
- 2) Kait Ganda

contoh jenis kait tunggal yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hook (Kait)

2. Motor Penggerak

Pada *crane* yang biasa yang digunakan sebagai tenaga penggerak adalah motor. Motor yang digunakan adalah motor diesel atau

listrik. Motor penggerak berfungsi sebagai alat yang menggerakkan atau memutar drum penggulung kabel baja yang bekerja menarik atau mengulur kabel baja pada proses mengangkat dan menurunkan material (*lifting*) pada proses pemindahan material.

3. Tali

Jenis tali yang digunakan pada pesawat angkat jenis *crane* ini adalah tali baja. Tali baja yang dimaksud adalah tali yang konstruksinya terdiri dari kumpulan jalinan serat-serat baja (*steel Wire*). Awalnya beberapa serat dipintal sehingga menjadi satu jalinan atau yang biasa disebut dengan (*strand*), kemudian beberapa *strand* tersebut dijalin pula untuk menjadi suatu inti (*Core*). Setiap tali baja mempunyai inti serat manila atau *fibre core* dan *fibre centre* dalam setiap *strand*.

4. Drum crane (Tromol)

Drum crane (tromol) yang digunakan adalah drum yang dapat berfungsi sebagai alat penggulung tali baja (*wire rope*). Penggulungan disini dimaksudkan ada hubungannya dengan sistim pengangkutan lain seperti tali *sheave*. Pada *crane*, drum digerakkan oleh motor dengan *spiral* atau miring (*helical groove*) karena tipe ini tidak akan menggulung tali secara merata dan dapat mengurangi gesekan antara tali maupun dengan *drum*. *Drum* untuk tali baja dibuat dari material atau bahan yang licin dengan flens dengan tujuan untuk memungkinkan menggulung dalam beberapa gulungan.

5. Trolley

Trolley berfungsi sebagai tempat bergantungnya *spreader* kait dan juga untuk menggerakkan *spreader* kait pada saat mengangkat dan menurunkan beban atau muatan, *Trolley* terletak pada konstruksi *boom*.

Maintainability Analysis

Maintainability didefinisikan sebagai jumlah kegiatan perawatan korektif dalam selang waktu tertentu dibagi dengan jumlah waktu perawatan total yang diperlukan untuk memperbaiki sistem. Dari definisi tersebut terlihat bahwa *maintainability* berbanding terbalik dengan *Mean Time To Repair* (MTTR). Dengan demikian dalam hubungannya untuk meningkatkan *availability*, kedua faktor *reliability* dan *maintainability* harus diperbaiki. Hal ini mengasumsikan bahwa hal - hal lain yang mungkin menyebabkan waktu penundaan (*delay time*) yang berlebihan dapat dihilangkan [1].

Dasar – dasar *Maintainability*

Tujuan dari analisis *maintainability* adalah meningkatkan efisiensi dan *safety* serta mengurangi biaya pemeliharaan peralatan berdasarkan kondisi, prosedur dan sumber daya yang telah ditetapkan. Persyaratan *maintainability* antara lain :

- Penentuan definisi perencanaan yang meliputi seluruh dokumentasi perencanaan untuk program yang ditentukan.
- Dikhususkan bagi kategori *top level* dengan produk sistem yang dapat diaplikasikan.
- Didesain melalui proses iteratif dari analisis fungsional, alokasi persyaratan, *trade off* dan optimasi, sintesis dan pemilihan komponen.
- Diukur dalam bentuk kecukupan melalui sistem uji dan evaluasi[2].

Maintainability mempunyai lingkup definisi yang paling luas, dapat diukur dalam bentuk kombinasi dari beberapa faktor yang berbeda. Dari perspektif sistem pemeliharaan diasumsikan menjadi 2 kategori :

- Pemeliharaan Korektif (*Corrective Maintenance*), yaitu melakukan pemeliharaan tidak terjadwal, untuk mengembalikan suatu sistem/produk ke kondisi semula setelah terjadi kegagalan, termasuk kemungkinan melakukan modifikasi.
- Pemeliharaan Preventif (*Preventive Maintenance*), yaitu melakukan pemeliharaan terjadwal untuk menjaga suatu sistem pada tingkat performa yang diinginkan melalui serangkaian tindakan sistematis seperti, inspeksi, deteksi, *servicing*, atau pencegahan kegagalan melalui penggantian komponen secara periodik.



Gambar 3. Fitur Desain *Inherent and Secondary Maintainability*

Lingkaran fitur desain *inherent and secondary maintainability* adalah sebagai bagian yang harus diikuti dalam aktifitas perawatan dapat mengurangi waktu perbaikan, seperti terlihat pada Gambar 3 Fitur – fitur desain *inherent maintainability* terdiri dari beberapa bagian, pada bagian dalam lingkaran terdiri dari : keandalan, kesalahan, perbaikan, diagnosa, level perbaikan, akses dan modul perbaikan. dan lingkaran luar merupakan fitur sekunder yang dapat mempengaruhi total *down time* sistem. Faktor - faktor sekunder yang mempengaruhi *maintainability* difokuskan pada pemeliharaan dan suplai komponen yang dibutuhkan untuk mendukung proses perbaikan dan suplai.

Down time Analysis

Down time merupakan total waktu yang dibutuhkan (ketika sistem tidak beroperasi) untuk merepair dan mengembalikan sistem kepada status operasi sepenuhnya. Dalam prakteknya *down time* mempunyai paling tidak dua komponen. Komponen pertama adalah waktu tunggu datangnya suku cadang melalui rantai suplai (*supply chain*). Komponen kedua adalah waktu repair, yang terdiri dari waktu *maintenance*. Sedangkan *Mean Down time* (MDT) didefinisikan sebagai selang waktu tak beroperasi rata-rata, yaitu jumlah waktu yang diperlukan untuk memperbaiki mesin sampai mencapai kondisi yang optimal[3],[4].

Costing (Biaya)

Biaya dapat didefinisikan sebagai pengeluaran atau belanja untuk perbaikan dan pemulihan dari kinerja peralatan, dalam hal ini biaya dapat diklasifikasikan meliputi :Klasifikasi berdasarkan pekerjaan : pekerjaan mekanik, pekerjaan instrumen, pekerjaan pekerjaan listrik[5].

Biaya persediaan suku cadang dengan cara mengelompokkan item berdasarkan nilai tahunan. Asumsi didasarkan persediaan *independent*[5].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode *maintainability* dan *costing*, adapun langkah-langkah penelitian ini adalah

- Pemilihan Sistem dan pengumpulan informasi.

Tahap ini system akan dipilih agar sistem yang menjadi objek penelitian tidak terlalu meluas dan melakukan pengumpulan informasi yang dibutuhkan.

2. Kebijakan perawatan mesin sekarang. Melakukan identifikasi kebijakan perawatan mesin *hoist crane* terhadap kerja mesin dan hasil analisa.
3. Menentukan fungsi dan kerusakan fungsional
Fungsi adalah apa yang dapat dilakukan dan dihasilkan oleh peralatan. Fungsi berkaitan dengan kecepatan mesin, keluaran, hasil, kapasitas, kualitas. *Breakdown* dapat diartikan tidak berfungsinya sebuah system atau peralatan untuk melakukan fungsi yang sebagaimana mestinya.
4. Biaya Pemeliharaan
Preventive cost (PC) merupakan biaya yang timbul karena adanya perawatan mesin yang memang sudah dijadwalkan.

3. HASIL PENELITIAN

Pengumpulan data dilakukan pada bagian *workshop* di PT. ABC Pasuruan.

Tabel 1. Rata-Rata Breakdown Tahun 2013

Tahun	Rata-rata Breakdown (jam)	Rata-rata Jam operasi (jam)	Rata-rata % downtime
2013 (Januari-Desember)	42.92	393.33	10.93

Data historis kerusakan *hoist crane*

Pada Tabel 2 adalah komponen dari mesin *Hoist crane* yang termasuk dalam komponen kritis dan berdasarkan hasil laporan dari bagian perawatan dan laporan kerusakan didapatkan data breakdown atau kegagalan mesin *hoist crane* adalah:

Tabel 2. Frekuensi Kerusakan

No	MESIN	KOMPONEN	FREK. KERUSAKAN	TOTAL
1	Mesin Hoist Crane	A Bearing NTN 304; 51108	12	72
		B Tali baja (wire rope) Gustav Demag Ø16 x 8 x 36 + 1 steel core	8	
		C Kampas motor	14	
		D Wheel trolley	3	
		E Gear	10	
		F Poros	18	
		G Kabel pendant	7	
Total				72

Waktu Perawatan dan Perbaikan Komponen Mesin

Waktu yang diperlukan untuk melakukan *maintenance* dan perbaikan untuk

setiap komponen pada mesin *hoist crane* yang mengalami *breakdown*.

Tabel 3. Waktu Perbaikan

No	Kerusakan	Waktu perbaikan (menit)
1	Bearing NTN 304; 51108	320
2	Tali baja (wire rope) Gustav Demag Ø16 x 8 x 36 + 1 steel core	415
3	Kampas motor	135
4	Wheel trolley	230
5	Gear	360
6	Poros	190
7	Kabel pendant	165

Total minimum downtime (TMD):

1. Perhitungan Fungsi Distribusi Kumulatif Komponen

a. Komponen: Bearing NTN 304; 51108

Parameter: α /scale = 4.370; β / shape = 36,79

Fungsi distribusi kumulatif untuk Weibull adalah

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^\alpha\right] \quad \text{(Pers. 1)}$$

$$F(1) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{1}{36,79}\right)^{4,370}\right] = 0,000000143801$$

$$F(2) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{2}{36,79}\right)^{4,370}\right] = 0,00000297345$$

$$F(3) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{3}{36,79}\right)^{4,370}\right] = 0,0000174895$$

Perhitungan TMD untuk komponen Bearing NTN 304; 51108 :

$$D(1) = \frac{(1,43801 \times 10^{-7})(0,222222) + 0,06597}{1 + (0,06597)}$$

$$= 0,061889085$$

$$D(2) = \frac{(2,97345 \times 10^{-6})(0,222222) + 0,06597}{2 + (0,06597)}$$

$$= 0,031932989$$

$$D(3) = \frac{(1,74895 \times 10^{-5})(0,222222) + 0,06597}{3 + (0,06597)}$$

$$= 0,021518751$$

b. komponen: Poros

Parameter: α /scale = 5,09; β / shape = 21,94

Fungsi distribusi kumulatif untuk Weibull adalah

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

$$F(1) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{1}{21,94}\right)^{5,09}\right] = 0,000000148972$$

$$F(2) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{2}{21,94}\right)^{21,94}\right] = 0,000005,07396$$

$$F(3) = 1 - \exp\left[\left(\frac{3}{39,93}\right)^{6,56}\right] = 0,0000000466151$$

Perhitungan TMD untuk komponen poros:

$$D(1) = \frac{(1,48972 \times 10^{-7})(0,06458) + 0,03472}{1 + (0,03472)} = 0,0033556849$$

$$D(2) = \frac{(5,07396 \times 10^{-6})(0,06458) + 0,03472}{2 + (0,03472)} = 0,01704649$$

$$D(3) = \frac{(3,99619 \times 10^{-5})(0,06458) + 0,03472}{3 + (0,03472)} = 0,011442426$$

Perhitungan biaya penggantian usulan komponen bearing

a. Frekuensi penggantian

$$= \frac{\text{Jumlah Hari Kerja}}{\text{Interval waktu penggantian}} = \frac{306}{21} = 15 \text{ kali}$$

b. Biaya penggantian usulan

$$= 15 \times \text{Rp. } 1.367.307,69 = \text{Rp. } 19.923.626,34$$

Perhitungan biaya penggantian usulan komponen Poros

a. Frekuensi penggantian

$$= \frac{\text{Jumlah Hari Kerja}}{\text{Interval waktu penggantian}} = \frac{306}{39} = 8 \text{ kali}$$

b. Biaya penggantian usulan

$$= 8 \times \text{Rp. } 1.415.307,69 = \text{Rp. } 11.104.722$$

Dan untuk komponen yang lain didapatkan dengan cara yang sama. Dari hasil perhitungan didapatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Perawatan Sekarang Dan Usulan

No	Komponen	Biaya Corrective Maintenance (Rp)	Biaya Usulan (Rp)	Penghematan Biaya (Rp)	Persentase penghematan (%)
1	Bearing NTN 304; 51108	20.613.062,38	19.923.626,34	689.435,94	3,34 %
2	Tali baja (wire rope) Gustav/Demag Ø16x 8 x 36 + 1 stell core	144.653.121,5	141.018.461,5	3.634.660,00	2,51 %
3	Kampas motor	13.499.432,66	5.550.892,292	7.948.540,37	58,88 %
4	Wheel trolley	6.702.390,57	5.946.923,07	755.467,50	11,27 %
5	Gear	81.368.076,9	31.172.975,7	50.195.101,20	61,68 %
6	Poros	29.215.398,4	11.104.722	18.110.676,40	62 %
7	Kabel pendant	22.211.841,33	13.666.360,49	8.545.480,84	38,47 %

Berdasarkan hasil pengolahan data tindakan untuk komponen-komponen yang

mengalami kegagalan disistem *hoist crane*, maka dapat diperoleh beberapa tindakan yaitu:

Tindakan Perawatan

Tindakan perawatan ini bertujuan untuk mendeteksi kegagalan berdasarkan kondisi komponen dengan cara *visual inspection* dan pemeriksaan mesin. Apabila dalam proses pendeteksian, ditemukan gejala-gejala kerusakan maka dilanjutkan dengan proses perbaikan atau perbaikan komponen. Adapun komponen yang direncanakan dengan tindakan perawatan ini adalah.

Rencana tindakan perawatan untuk komponen di atas yaitu untuk *Bearing NTN 304; 51108* adalah Pemeriksaan apakah *bearing* mampu menggerakkan gear sehingga *stick* dapat bergerak. Lakukan pembersihan *bearing* dengan tiner kemudian pasang kembali. Beri *grease* agar bearing dapat berputar dengan lancar. Jika bearing tidak mampu menggerakkan *gear*, bongkar dan ganti *bearing* yang baru. Untuk Poros adalah Periksa visual menunjukkan poros dalam kondisi lurus atau tidak bengkok

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pengolahan data dapat diperoleh kesimpulan sebagaiberikut :

1. Komponen kritis untuk mesin *hoist crane* adalah *Bearing NTN 304; 51108*, *Talibaja (wire rope) Gustav/Demag Ø16 x 8 x 36 + 1 stell core*, *kampas motor*, *wheel trolley*, *gear*, *pen as*, *kabel pendant*.
2. Pola distribusi yang digunakan adalah pola distribusi *weibull*
3. Interval waktu penggantian komponen yang optimum adalah *Bearing NTN 304; 51108* 21 hari, *Talibaja (wire rope) Gustav/Demag Ø16 x 8 x 36 + 1 stell core* 38 hari, *kampas motor* 45, *wheel trolley* 89 hari, *gear* 76 hari, *pen as* 39 hari, *kabel pendant* 67 dan jadwal penggantian komponen dapat dilihat pada ampiran.
4. Untuk penghematan biaya penggantian komponen *Bearing NTN 304; 51108* sebesar Rp. 689.435,94 dan persentase sebesar 3,34 %, *Talibaja (wire rope) Gustav/Demag Ø16 x 8 x 36 + 1 stell core* sebesar Rp. 3.634.660,00 dan persentase sebesar 2,51 %, *kampas motor* sebesar Rp. 7.948.540,37 dan persentase sebesar 58,88 %, *wheel trolley* sebesar Rp.755.467,50 dan persentase sebesar 11,27, *gear* Rp. 50.195.101,20 dan

persentase sebesar 61,68 %, pen as sebesar Rp. 18.110.676,40 dan persentase sebesar 62%, kabel *pendant* sebesar Rp8.545.480,84 dan persentase sebesar 38,47%.

DaftarPustaka

- [1.] Corder, Antony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga
- Dhillon, B.S. 2006. *Maintanability, Maintenance, and Realibility for Engineers*. Taylor and Francis Group. New York: LLC
- [2.] Gaspersz, Vincent. 1992. *Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*. Tarsito: Bandung
- [3.] Govil, A.K. 1993. *Reliability Engineering*. New Delhi: Mc Graw Hill Publishing
- [4.] Nanang, Firmansyah. 2012. *Analisa Optimasi Tingkat Operasional (Availability) Pesawat C-130 Hercules*.
- [5.] Hartono, Gunawarman. 2003. *Analisis Penerapan Total Preventive Maintenance Untuk Meningkatkan Availability dan Reliability pada Mesin Injeksi Melalui Minimisasi Downtime*. Jakarta: Universitas UBinus