

# Perencanaan Kegiatan Perawatan dan Penentuan Persediaan *Spare Part* *Overhead Crane* dengan Menggunakan RCM II Berbasis PHP MySQL

(Studi Kasus : PT Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero))

Fulian Nanda Dwipermana<sup>1</sup>, Priyo Agus Setiawan<sup>2</sup>, Wibowo Arnin Putranto<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, 60111

## Abstrak

PT. DOK dan Perkapalan Surabaya adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang perbaikan kapal. Perbaikan kapal banyak menggunakan alat berat salah satunya yaitu overhead crane. Overhead crane yang mengalami kerusakan berpotensi menghambat proses perbaikan dan dapat menimbulkan ancaman bagi keselamatan di lingkungan kerja. Tujuan penelitian ini adalah melakukan kegiatan pemeliharaan secara terencana sehingga mengurangi kerugian akibat kerusakan mesin serta meningkatkan keselamatan kerja. Metode penelitian yang digunakan adalah Reliability Centered Maintenance II metode ini memadukan analisis kualitatif yang meliputi FMEA dan RCM II Decision Worksheet. RCM II Decision Worksheet berisi jenis perawatan yang sesuai dan interval perawatan yang optimal. Interval perawatan yang optimal didapatkan dari perhitungan kuantitatif berdasarkan catatan waktu kegagalan (TTF) dan waktu perbaikan (TTR) komponen. Kemudian menghitung persediaan suku cadang komponen yang memerlukan pergantian. Sedangkan pembuatan system manajemen informasi dengan menggunakan PHP MySQL. Hasil identifikasi FMEA diketahui terdapat 24 bentuk kegagalan fungsi pada overhead crane. Dan hasil perhitungan interval perawatan optimal, yang terendah adalah hoisting motor bearing rusak sebesar 1853,2303 jam (77 hari) sedangkan yang tertinggi nilainya yaitu primary shaft lepas sebesar 7311,3646 jam (300 hari). Serta hasil dari perhitungan persediaan terbanyak suku cadang optimal adalah tembaga motor dan reorder point dari semua suku cadang adalah satu.

Kata kunci : *Overhead crane, FMEA, RCM II Decision Worksheet, PHP, MySQL.*

## 1. Pendahuluan

### Latar Belakang

PT. Dok dan Perkapalan Surabaya merupakan perusahaan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak dalam bidang maritim yaitu perbaikan kapal. PT Dok dan Perkapalan Surabaya memiliki beberapa fasilitas, alat, dan prasarana penunjang yang penting, salah satunya adalah *overhead crane*. *Overhead crane* sendiri banyak digunakan di setiap fasilitas bengkel di PT Dok dan Perkapalan Surabaya. Tapi dalam penggunaannya, alat ini sering mengalami kerusakan, dikarenakan salah dalam pengoperasiannya seperti contoh digunakan mengangkat beban yang melebihi kapasitas angkat mesin. Jika mesin ini mengalami kerusakan, maka proses reparasi yang ada di bengkel akan mengalami kendala. Untuk itu diperlukan kegiatan *maintenance* yang baik. *Maintenance* juga dapat meningkatkan aspek keselamatan dalam suatu mesin. Menurut Bird (1990) dalam teori domino yang dikembangkannya menyatakan bahwa didalam sebab dasar yaitu faktor kerja terdapat masalah *maintenance*. Hal ini berarti apabila *maintenance* tidak dilakukan dengan benar maka dapat menyebabkan kecelakaan.

Terkadang perawatan ini membutuhkan komponen yang diganti, sehingga diperlukan Suku cadang yang dipesan dari *supplier*. Untuk menjamin bahwa suku cadang selalu tersedia dan meminimalkan biaya penyimpanan, maka perlu ditentukan waktu pemesanan yang tepat. Salah satunya dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Dengan penggunaan metode EOQ ini biaya penyimpanan dapat diminimalkan.

Setelah mengetahui perawatan dengan metode RCM II maka dalam penelitian ini dirancang suatu program sistem informasi yang berisi informasi berupa web database, meliputi fungsi kegagalan, interval perawatan, sistem pengingat perawatan, serta pemesanan suku cadang yang optimal. Program ini dibuat menggunakan PHP MySQL. Tujuan dalam melakukan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kegagalan

dan melakukan penilaian prioritas resiko kegagalan dengan menggunakan FMEA. Kemudian menentukan interval kegiatan perawatan dan jenis perawatan komponen yang tepat dengan menggunakan RCM II. Dan diteruskan dengan menentukan waktu pemesanan suku cadang yang optimal. Serta yang terakhir membuat suatu sistem informasi manajemen perawatan dan persediaan suku cadang *overhead crane* untuk memudahkan dalam *maintenance*

Batasan Masalah yang diberikan dalam pengerjaan ini adalah penelitian ini dilakukan pada mesin *overhead crane* 10 ton pada bengkel lambung selatan di PT Dok dan Perkapalan Surabaya. Dan penentuan distribusi menggunakan software Weibull ++6.

## 2. Metodologi

### Maintenance

Kegiatan *maintenance* ditujukan untuk meyakinkan bahwa aset fisik yang dimiliki dapat terus berlanjut memenuhi apa yang diinginkan oleh pengguna (*user*) terhadap fungsi yang dijalankan oleh aset tersebut (Moubray, 1997). Kegiatan perawatan pada dasarnya terbagi menjadi tiga kategori yaitu :Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Predictive maintenance (Dhillon, 2002).

### Sistem Informasi Manajemen

SIM (sistem informasi manajemen) dapat didefinisikan sebagai kumpulan dari interaksi sistem-sistem informasi yang bertanggung jawab mengumpulkan dan mengolah data untuk menyediakan informasi yang berguna untuk semua tingkatan manajemen di dalam kegiatan perencanaan dan pengendalian.(Danu,2007)

### Reliability Centered Maintenance (RCM)

Sebuah proses disebut sebagai proses RCM jika memenuhi tujuh pertanyaan dasar dan prosesnya berlangsung sesuai dengan urutan pertanyaan tersebut. Tujuh pertanyaan dasar RCM tersebut meliputi fungsi komponen. Kegagalan fungsi, modus kegagalan, efek kegagalan, dampak kegagalan, *proposed task*, dan *default action*. (Moubray,1991).

### Economic Order Quantity (EOQ)

EOQ didefinisikan oleh Lucey didalam sachin(2014) sebagai jumlah pemesanan yang meminimalkan keseimbangan antara biaya penyimpanan dan biaya pemesanan.

Urutan metode penelitian ini adalah pertama mengumpulkan catatan kegagalan dan perbaikan. Catatan kegagalan dan perbaikan komponen digunakan untuk mengetahui nilai TTF (*Time To Failure*) dan TTR (*Time To Repair*). Nilai tersebut kemudian dimasukkan kedalam software weibull++ version 6 untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai. Interval waktu maintenance ditentukan berdasarkan biaya maintenance (CM), biaya perbaikan (CR), MTTR serta parameter distribusi setiap komponen. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai interval perawatan optimal.. Kemudian menghitung persediaan suku cadang komponen yang memerlukan pergantian. Sedangkan pembuatan system manajemen informasi dengan menggunakan PHP MySQL

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Functional Block Diagram (FBD)

Functional Block Diagram ini akan menggambarkan fungsi yang membentuk suatu sistem aliran kerja dari fungsi mesin *Overhead Crane* dalam melakukan operasi. Sedangkan untuk mengetahui fungsinya, maka penelitian ini mengacu pada manual book, serta hasil wawancara langsung dengan bagian Fashar PT Dok dan Perkapalan Surabaya (Persero).

### FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA menjelaskan modus modus kerusakan yang terjadi pada sistem serta efek apa yang ditimbulkan jika sistem mengalami kerusakan (Moubray,1991). Hasil Identifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

### Proposed Task

Preventive task pada RCM memiliki tiga alternatif, yaitu *scheduled on condition task*, *scheduled restoration task*, dan *scheduled discard task*. Pemilihan berdasarkan analisis yang dilakukan dengan bantuan *Decission Logic Diagram* (Moubray,1991). Hasil penentuan *proposed task* dapat dilihat pada Tabel 2

### Perhitungan MTTF dan MTTR

Sebelum menghitung MTTF dan MTTR, maka terlebih dahulu melakukan pengujian distribusi untuk mengetahui distribusi dan parameter untuk setiap komponen terhadap waktu failure (TTF) dan waktu repair (TTR) masing-masing komponen. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan software Weibull 6 ++. Jika komponen berdistribusi weibull maka menggunakan rumus:

$$MTTF/MTTR = \eta\Gamma(1+ 1\beta)$$

$\eta$ = nilai parameter eta  
 $\beta$ = nilai parameter beta  
 $\Gamma(x)$  = tabel Gama.

Hasil Perhitungan MTTR dapat dilihat pada Tabel 3  
 Tabel 3 Tabel FMEA

RCM II Information Worksheet		System: Overhead Crane		Fasilitator:	Date:	RPN Value			
Equipment		Sub System:	Functional Failure	Auditor:	Year:	S	O	D	RPN
		Functional	Functional Failure	Functional Mode	Functional Effect	S	O	D	RPN
1	Hoisting motor	Penggerak dalam menaikkan dan menurunkan Drum	Motor tidak bisa menggerakkan drum naik atau turun	Terbakar	Motor tidak dapat bekerja, dapat menyebabkan kebakaran	4	3	3	36
				Sudut kipas aus	Kipas motor tidak dapat bekerja	3	2	2	12
				Bearing motor rusak	Motor macet tidak dapat bekerja	3	3	2	18
2	Disc Brake	Untuk pengereman pada saat motor berjalan	Tidak dapat melakukan pengereman pada saat motor berjalan	aus/pecah	Motor Hoist gagal melakukan pengereman	3	3	1	9
3	Rope Drum	Sebagai tempat menggulung atau mengulur tali baja	tali baja tidak bisa menggulung dengan sempurna	Rope drum berkarat	Kemampuan penggulangan tali baja tidak dapat bekerja secara sempurna	3	2	2	12
4	Rope Guide	Sebagai tempat kedudukan limitswitch	Limitswitch tidak berada pada kedudukan yang benar	Rope guide aus	Limitswitch tidak dapat menempel pada rope guide	3	2	2	12
5	Wire Rope	tali baja untuk menarik beban	Tali baja tidak dapat menarik beban	Wire rope putus	Saat putus, beban akan langsung jatuh sehingga dapat melukai operator	3	2	1	6
6	Motor trolley traveling	Penggerak trolley ke kanan atau kekiri	Motor tidak bisa menggerakkan trolley ke kanan atau ke kiri	Terbakar	Motor tidak dapat bekerja	4	3	3	36
				Sudut kipas aus	Kipas motor tidak dapat bekerja	3	2	2	12
				Bearing motor rusak	Motor macet tidak dapat bekerja	3	3	2	18
7	Brake Trolley	Untuk pengereman pada saat motor trolley berjalan	Tidak dapat melakukan pengereman pada saat motor trolley berjalan	aus/pecah	Motor Trolley gagal melakukan pengereman	3	3	2	18
8	Trolley wheel	Menggerakkan Trolley ke kanan atau ke kiri	Trolley tidak dapat bergerak ke kanan atau ke kiri	Trolley wheel pecah	Trolley tidak dapat bergerak sehingga menurunkan jangkauan crane	3	3	1	9
9	Bridge drive motor	Penggerak bridge maju atau mundur	Motor tidak bisa menggerakkan bridge maju atau mundur	Terbakar	Motor tidak dapat bekerja	4	3	3	36
				Sudut kipas aus	Motor tidak dapat berjalan	3	2	2	12
				Bearing motor rusak	Motor tidak dapat bekerja	3	3	2	18
10	Brake bridge	Untuk pengereman pada saat motor bridge drive berjalan	Tidak dapat melakukan pengereman pada saat Bridge drive motor berjalan	aus/pecah	Bridge drive motor gagal melakukan pengereman	3	3	2	18
11	Bridge wheel	Menggerakkan bridge maju atau mundur	Bridge tidak dapat bergerak maju atau mundur	Bridge wheel pecah	bridge tidak dapat bergerak sehingga menurunkan jangkauan crane	3	3	1	9

**Perhitungan Waktu Interval Perawatan**

Hasil task yang telah ditentukan kemudian akan dicari interval waktu yang tepat untuk melakukan perawatan. Perhitungan interval waktu ini tergantung pada jenis task yang ada pada komponen. Untuk rumus yang digunakan pada scheduled restoration task dan scheduled discard task yaitu dengan dilakukan perhitungan biaya perbaikan atau penggantian kerusakan komponen. Rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$C_f = C_r + MTTR (C_o + C_w) \tag{2}$$

Cf = Biaya perbaikan atau penggantian karena kerusakan kompenen setiap siklus perawatan

Cr = Biaya penggantian kerusakan komponen

Co = Biaya kerugian produksi (loss revenue)

Cw = Biaya tenaga kerja

Setelah mendapatkan nilai Cf (Biaya perbaikan), kemudian dilakukan perhitungan untuk menghitung biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perawatan (Cm) yaitu dengan menjumlahkan biaya *downtime* + tenaga kerja + biaya perbaikan. Jika nilai Cf dan Cm diketahui maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan interval waktu yang tepat untuk kegiatan *maintenance*

$$TM = \eta \times (CmCf (\beta - 1)) / \beta \tag{3}$$

Tabel 2 Tabel RCM Decision Worksheet

RCM Decision worksheet		System : Overhead Crane 16 Ton												Date :	Sheet No :		
		Sub System :													Of :		
		Sub System Function : mengangkat dan memindahkan barang															
Information Reference				Consequences Evaluation				H1 H2 H3			Default Action			Proposed Task	Initial Interval (Jam)	Can be done by	
No	Equipment	F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5				S4
									E1	E2	E3	O1	O2	O3			
1	Wire Rope	tali baja untuk menarik beban	Tali baja tidak dapat menarik beban	Wire rope putus	Y	Y	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2188,188	Bagian Fashar
2	Hoisting motor	Penggerak dalam menaikkan dan menurunkan Drum	Motor tidak bisa menggerakkan drum naik atau turun	Terbakar	Y	Y	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2178,857	Bagian Fashar
				Sudut kipas aus	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	6071,916	Bagian Fashar
				Bearing motor rusak	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	1853,23	Bagian Fashar
3	Rope Drum	Sebagai tempat menggulung atau mengulur tali baja	tali baja tidak bisa menggulung dengan sempurna	Rope drum berkarat	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	3295,639	Bagian Fashar
4	Rope Guide	Sebagai tempat dudukan limitswitch	Limitswitch tidak berada pada dudukan yang benar	Rope guide aus	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	5929,82	Bagian Fashar
5	Disc Brake	Untuk pengereman pada saat motor berjalan	Tidak dapat melakukan pengereman pada saat motor berjalan	aus/pecah	Y	Y	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2189,452	Bagian Fashar
6	Motor trolley	Penggerak trolley ke kanan atau kekiri	Motor tidak bisa menggerakkan trolley ke kanan atau ke kiri	Terbakar	Y	Y	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2618,508	Bagian Fashar
				Sudut kipas aus	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	6176,713	Bagian Fashar
				Bearing motor rusak	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2855,408	Bagian Fashar
7	Trolley wheel	Menggerakkan Trolley ke kanan atau ke kiri	Trolley tidak dapat bergerak kek kanan atau ke kiri	Trolley wheel pecah	N	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2804,201	Bagian Fashar
8	Brake Trolley	Untuk pengereman pada saat motor trolley berjalan	Tidak dapat melakukan pengereman pada saat motor trolley berjalan	aus/pecah	Y	Y	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2634,489	Bagian Fashar
9	Bridge drive motor	Penggerak bridge maju atau mundur	Motor tidak bisa menggerakkan bridge maju atau mundur	Terbakar	Y	Y	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2604,4	Bagian Fashar
				Sudut kipas aus	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	6335,759	Bagian Fashar
				Bearing motor rusak	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	213,1887	Bagian Fashar
10	Brake bridge	Untuk pengereman pada saat motor bridge drive berjalan	Tidak dapat melakukan pengereman pada saat Bridge drive motor berjalan	aus/pecah	Y	Y	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2872,358	Bagian Fashar
11	Bridge wheel	Menggerakkan bridge maju atau mundur	Bridge tidak dapat bergerak maju atau mundur	Bridge wheel pecah	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task	2985,14	Bagian Fashar

Tabel 3 Tabel Hasil perhitungan TM dan Biaya Perbaikan

Pada tahap ini ada dua perhitungan, yaitu perhitungan pemesanan suku cadang ekonomis dan perhitungan Reorder Point dengan menggunakan rumus menurut Jose (2002):

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Tabel 31 Tabel Hasil Perhitungan Persediaan Suku Cadang

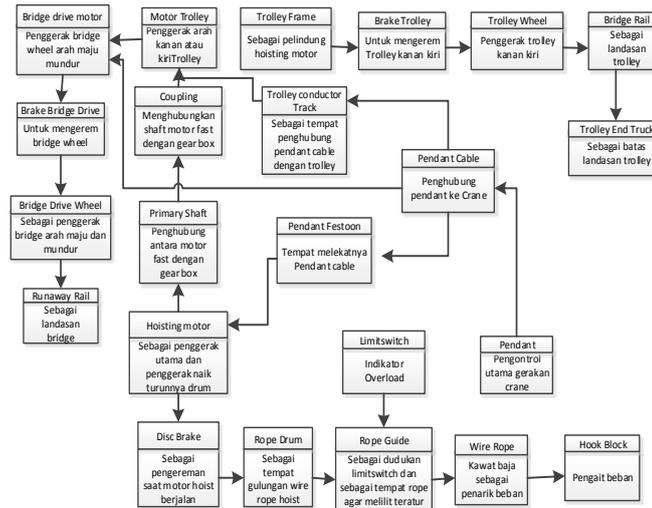
No	Komponen	Suku Cadang	Kebutuhan komponen per tahun	S	Harga per unit	H	Q	L (Lead time)	ROP
1	Wire Rope	tali Baja	4	Rp160.000	Rp1.860.000	Rp223.200	2,39	7	0,08
2	hoisting motor	lilitan tembaga	4	Rp160.000	Rp90.000	Rp10.800	10,89	5	0,06
		kipas motor	1	Rp160.000	Rp5.640.000	Rp676.800	0,69	7	0,02
		Bearing motor	5	Rp160.000	Rp574.000	Rp68.880	4,82	6	0,08
3	Rope Drum	Rope drum	3	Rp160.000	Rp22.500.000	Rp2.700.000	0,60	7	0,06
4	Rope Guide	Rope Guide	1	Rp160.000	Rp2.130.000	Rp255.600	1,35	7	0,02
5	Disc Brake	Disc Brake	4	Rp160.000	Rp2.588.000	Rp310.560	2,02	7	0,08
6	Motor Trolley	lilitan tembaga	3	Rp160.000	Rp90.000	Rp10.800	9,89	5	0,04
		kipas motor	1	Rp160.000	Rp4.450.000	Rp534.000	0,92	7	0,02
		Bearing motor	3	Rp160.000	Rp354.000	Rp42.480	4,77	6	0,05
7	Trolley Wheel	Trolley Wheel	3	Rp160.000	Rp834.000	Rp100.080	3,14	7	0,06
8	Trolley Brake	Trolley Brake	3	Rp160.000	Rp1.670.000	Rp200.400	2,29	7	0,06
9	bridge drive motor	lilitan tembaga	3	Rp160.000	Rp90.000	Rp10.800	9,91	5	0,04
		kipas motor	1	Rp160.000	Rp4.225.000	Rp507.000	0,93	7	0,02
		Bearing motor	5	Rp160.000	Rp350.000	Rp42.000	6,38	6	0,08
10	Bridge Brake	Bridge Brake	3	Rp160.000	Rp1.550.000	Rp186.000	2,27	7	0,06
11	Bridge Drive wheel	Bridge Drive wheel	3	Rp160.000	Rp875.000	Rp105.000	2,97	7	0,06

$$ROP = \frac{D \times L}{360} \tag{4}$$

**Pembuatan Web Site**

Pembuatan website ini terdiri dari pembuatan data base yang dibantu dengan software XAMPP dan pembuatan bahasa pemrograman yang dibantu dengan software Notepad ++.





Gambar 4 (a) Hasil FBD (b) Hasil Tampilan Web Site

### Analisa

Dari hasil analisa potensi bahaya dengan menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) seperti pada Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat 17 bentuk kegagalan (*failure modes*) yang mempunyai potensi penyebab terjadinya kegagalan fungsi (*functional failure*) pada *overhead crane* 16 ton. Dan hasil perhitungan RPN tertinggi ada pada *Hoisting mototr, bridge drive motor dan trolley motor* yang terbakar yaitu dengan nilai 36. Hal ini berarti komponen ini memiliki prioritas utama untuk dilakukan pengawasan perawatan.

Dari hasil perhitungan Perawatan optimal sesuai Tabel 2, menunjukkan nilai tertinggi yaitu *bridge drive motor*, sudut kipas aus untuk *overhead crane* 16 ton sebesar 6335,739 jam. Untuk kegiatan perawatan pada *Overhead Crane* terbagi atas : *Scheduled discard task* dan *Scheduled restoration*.

Dari hasil perhitungan MTTR dan perhitungan biaya perawatan sesuai Tabel 3 menunjukkan bahwa komponen yang memiliki MTTR sedikit akan menghasilkan biaya perawatan yang besar dan menghasilkan interval waktu yang singkat.

Dari Hasil perhitungan pemesanan suku cadang sesuai tabel 4, diketahui bahwa pemesanan suku cadang ekonomis terbanyak adalah lilitan tembaga yaitu sebanyak 9 buah sekali pesan. Dan untuk perhitungan *reorder point* keseluruhan hasil adalah satu buah. Hal ini berarti setiap sisa persediaan komponen mencapai 1 buah, maka akan dilakukan pemesanan kembali sebanyak jumlah pemesanan suku cadang ekonomis.

### 4. Kesimpulan

Setelah dilakukannya analisa dan pengolahan data ,maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil analisa potensi bahaya dengan menggunakan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) menunjukkan bahwa terdapat 17 bentuk kegagalan (*failure modes*) yang mempunyai potensi penyebab terjadinya kegagalan fungsi (*functional failure*) pada *overhead crane* 16 ton.
2. Dari hasil perhitungan Perawatan optimal menunjukkan nilai tertinggi yaitu *bridge drive motor*, sudut kipas aus untuk *overhead crane* 16 ton sebesar 6335,739 jam. Untuk kegiatan perawatan pada *Overhead Crane* terbagi atas : *Scheduled discard task* dan *Scheduled restoration task*.
3. Dari Hasil perhitungan pemesanan suku cadang ekonomis (Q), diketahui bahwa pemesanan suku cadang ekonomis terbanyak adalah lilitan tembaga yaitu sebanyak 9 buah sekali pesan. Dan untuk perhitungan *reorder point* keseluruhan hasil adalah satu buah.
4. Sistem Informasi tugas akhir berisi tentang pencatatan riwayat kerusakan mesin overhead crane dan riwayat pergantian suku cadang serta jumlah suku cadang yang tersedia. Setiap riwayat kerusakan atau pergantian yang disimpan dalam web ini otomatis tersimpan dalam satu tempat yaitu web database ini..

### 5. Daftar Pustaka

Agarwal, S. (2014). Economic Order Quantity model: Review. *International Journal of Mechanical, Civil, Automobile, and Production Engineering*, 4-10.

Pangestu, D. W. (2007). Teori Dasar Sistem Informasi Manajemen (SIM). *Jurnal Ilmu Komputer*, 35-51.

- Dhillon, B. S. 2002. *Engineering Maintenance A Modern*. S.1.:CRC Press LLC.
- Ebeling, C. E. 1997. *An Intruduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York : The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Gonzales, J. 2012. *Analysis of an Economic Order Quantity and Reorder Point Inventory Control Model for Company XYZ*. California Polytechnic State University San Luis Obispo
- Moubray, J. 1997. *Reliability Centered Maintenance 2nd edition* . Industrial Press Inc. Madison Avenue-New York.