

ANALISIS KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN *CONTINUOUS SHIP UNLOADER 1* PT PETROKIMIA GRESIK

Tiara Ima Khota*, Ratna Purwaningsih

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto SH, Tembalang, Semarang.

*Email: tiaraimakhota@gmail.com

Abstrak

PT Petrokimia Gresik memiliki pelabuhan khusus untuk melayani aktivitas bongkar muat barang. Aktivitas kegiatan bongkar muat pada pelabuhan TUKS PT.Petrokimia Gresik sangat tinggi sehingga penggunaan mesin seperti Continuous Ship Unloader 1 (CSU 1) dilakukan secara terus menerus. Hal tersebut mengakibatkan keausan dan kerusakan pada mesin CSU 1. Berdasarkan OEDC (Operational Equipment Daily Checklist) didapatkan bahwa mesin CSU 1 mengalami breakdown pada bulan November 2015 hingga Januari tahun 2016 sebanyak 52 kali. Maka, perlu dilakukan analisis terhadap data kerusakan (breakdown) mesin CSU 1 agar dapat dirumuskan maintenance policy-nya dengan menggunakan dua alternatif model kebijakan yaitu repair maintenance policy dan preventive maintenance policy. Dari hasil perhitungan diperoleh kebijakan maintenance yang terbaik adalah preventive. Kebijakan preventive mempunyai rata-rata runtime mesin/periode dan biaya perbaikan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kebijakan repair maintenance, yaitu dilakukan per 7 minggu dengan biaya Rp 4.291.241,00.

Kata Kunci: *maintenance policy, preventive maintenance policy, repair policy*

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi sekarang ini semua perusahaan manufaktur dituntut untuk memenuhi semua kebutuhan konsumen sesuai dengan bidang usahanya terutama mengenai kualitas barang yang baik serta waktu penyelesaian dan pengiriman yang cepat. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen tersebut perusahaan manufaktur dihadapkan pada berbagai masalah terutama bahan baku, terbatasnya mesin, metode-metode yang digunakan, modal, dan sumber daya manusia.

PT Petrokimia Gresik merupakan salah satu perusahaan pupuk terlengkap di Indonesia. PT Petrokimia Gresik merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berada dibawah naungan Pupuk Indonesia Holding Company (PIHC). PT Petrokimia Gresik berlokasi di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur dengan menempati lahan seluas 450 Hektar. Pada awal berdirinya perusahaan memproduksi Amoniak, Pupuk Urea dan ZA hingga saat ini PT Petrokimia Gresik telah memiliki berbagai bidang usaha dan fasilitas pabrik terpadu (Petrokimia Gresik, 2015). Berbagai kegiatan investasi pengembangan telah dilakukan di tahun 2014 berupa Proyek Revamping Phosphoric Acid, Proyek Amoniak-Urea II, Proyek Pengembangan Pelabuhan dan Pergudangan, Proyek Instalasi Penjernihan Air (IPA) Gunung Sari (Petrokimia Gresik,2014).

Aktivitas bongkar muat sangat tinggi di pelabuhan TUKS (Terminal Untuk Kepentingan Sendiri) PT.Petrokimia Gresik sehingga penggunaan mesin seperti Continuous Ship Unloader 1 (CSU 1), Continuous Ship Unloader 2 (CSU 2), Kangaroo Crane 1 (KC 1), Kangaroo Crane 2 (KC 2) dilakukan secara terus menerus. CSU (Continuous Ship Unloader) adalah salah satu unit mesin yang terdapat di TUKS Pelabuhan PT. Petrokimia Gresik. Mesin ini berfungsi sebagai alat bantu pembongkaran bahan baku material dengan kapasitas angkut 1.000 ton/jam. Terdapat 2 unit mesin CSU yaitu CSU I dan CSU II, untuk CSU I mulai beroperasi di pelabuhan PT. Petrokimia Gresik pada tahun 1996 dan CSU II pada tahun 2013. Bahan baku yang diangkut oleh mesin CSU antara lain Phosphate Rock, ZA Steel Grade, ZA-Caprolactam, MOP-Red, MOP-White, MOP-Pink, Sulphur dan SP36. Sistem kerja mesin ini yaitu dengan menyedot material yang berada pada palka kapal .

Tipe kerusakan pada mesin CSU 1 diantaranya adalah Hz terbakar, *inlet divice trip, flight bearing vertical, trouble gantry low speed* dll. Kerusakan tersebut akan mempengaruhi aktivitas bongkar barang dan produksi pupuk. Apabila aktivitas bongkar barang terhambat maka perusahaan harus membayar denda (*demurage*) kepada pemilik kapal akibat aktivitas bongkar yang melibihi

due date yang ditetapkan. Hal ini juga akan mengakibatkan proses produksi terhambat karena pengiriman barang ke masing-masing gudang terlambat sehingga terjadi kenaikan biaya, kesulitan dalam memenuhi permintaan pasar. Maka, performansi mesin CSU 1 yang menurun perlu segera ditangani. Untuk mempertahankan kualitas dan meningkatkan produktivitas, factor penting yang perlu diperhatikan adalah masalah perawatan (*maintenance*) mesin dan fasilitas produksi (Barry,2001). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kebijakan perawatan mesin yang memberikan total biaya perawatan minimal. Terdapat dua alternatif model kebijakan yang akan dianalisa, yaitu *repair maintenance policy* dan *preventive maintenance policy* (Vincent, 1992) .

2. METODOLOGI

Menurut Jardine (1987) perawatan adalah suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang sesuai dengan dengan apa yang telah direncanakan. Berfungsi untuk memperpanjang umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi yang ada serta mengusahakan agar mesin dan peralatan produksi tersebut selalu dalam keadaan optimal dan siap pakai untuk pelaksanaan proses produksi (Ahyari,2002).

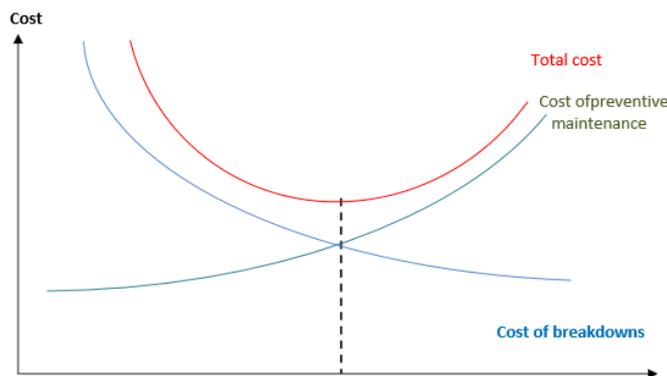
Tujuan dari kebijakan *maintenance* yang efektif adalah untuk menjaga agar proses produksi atau pelayanan jasa selalu berada pada kondisi operasi yang optimum, sehingga akan didapatkan hasil (output) yang berkualitas dan mampu memberikan kepuasan terhadap konsumen dan pada akhirnya dapat meningkatkan keuntungan perusahaan dan tingkat kepercayaan konsumen terhadap perusahaan . Menurut Corder (1992), tujuan perawatan yang utama adalah sebagai berikut:

1. Memperpanjang usia kegunaan aset.
 2. Menjamin ketersediaan optimal peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa dan mendapatkan laba investasi maksimum yang mungkin.
 3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam kegiatan darurat setiap waktu.
 4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
- Kegiatan perawatan atau pemeliharaan dalam suatu perusahaan menurut Manahan P.

Tampubolon, (2004) meliputi berbagai kegiatan sebagai berikut:

1. Inspeksi (*inspection*)
Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala dimana maksud kegiatan ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai peralatan atau fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.
2. Kegiatan teknik (*engineering*)
Kegiatan ini meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan-kegiatan pengembangan peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan tersebut.
3. Kegiatan produksi (*Production*)
Kegiatan ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu merawat, memperbaiki mesin-mesin dan peralatan.
4. Kegiatan administrasi (*Clerical Work*)
Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan pemeliharaan dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan.
5. Pemeliharaan bangunan (*housekeeping*)
Kegiatan ini merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya

Kriteria suatu sistem perawatan mengacu pada biaya total maintenance (biaya breakdown + biaya preventive maintenance) yang terendah. Bila frekuensi dilakukannya kegiatan preventive maintenance dinaikkan, maka biaya breakdown akan turun seiring dengan naiknya biaya preventive maintenance. Hal ini tentunya akan menurunkan biaya total maintenance. Penurunan ini terjadi karena dengan adanya kegiatan preventive maintenance yang sering dilakukan akan berdampak pada mengecilnya probabilitas terjadinya breakdown (Kostas N. D, 1981). Hal ini seperti dijelaskan pada Gambar 1.



**Gambar 1 Grafik Hubungan Biaya dan Alternatif Maintenance
(Kostas N. D, 1981 : 703)**

Perencanaan *maintenance* harus dibuat hingga tingkat tertentu dimana keadaan optimal dapat dicapai. Hal ini terutama akan mempengaruhi biaya perencanaan. Bila derajat perencanaan ditingkatkan, maka jelas akan mengurangi kemungkinan terjadi kerusakan yang tak terduga karena segala kemungkinan yang dapat menimbulkan kerusakan sudah dapat dideteksi dengan baik. Ini berarti biaya yang diakibatkan oleh kerusakan tak terduga yang secara keseluruhan dikenal dengan *emergency maintenance cost* akan menurun. Di lain pihak derajat perencanaan yang makin sempurna akan memakan biaya lebih besar.

Menurut Barlow (1981), dalam memilih antara kebijakan *repair maintenance* dan *preventive maintenance*, dapat dilakukan dengan perhitungan menggunakan metode-metode yang telah ada dengan tujuan untuk mencari biaya total *maintenance* (*total maintenance cost*) yang paling rendah. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan distribusi frekuensi kerusakan mesin

$$P = \frac{\text{Waktu } \textit{breakdown} \text{ pada periode tertentu}}{\text{Jumlah waktu } \textit{breakdown} \text{ total}} \quad (1)$$

2. Menentukan besarnya jumlah biaya perbaikan/ *repair cost* (C_r)

$$C_r = (\text{waktu } \textit{repair} \times \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{biaya tenaga kerja}) + \text{biaya material} \quad (2)$$

3. Menentukan besarnya jumlah biaya perawatan/ *preventive cost* (C_m)

$$C_m = (\text{waktu } \textit{preventive} \times \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{biaya tenaga kerja}) + \text{biaya material} \quad (3)$$

4. Melakukan perhitungan untuk mencari besarnya biaya yang dikeluarkan apabila dalam melakukan perawatan mesin menggunakan *repair policy*.

- a) Rata-rata jumlah breakdown:

$$B = \frac{N}{T_b} = \frac{\text{Jumlah mesin}}{\text{rata-rata } \textit{run time} \text{ per mesin sebelum rusak}} \quad (4)$$

- b) Untuk menghitung T_b digunakan rumus *meantime between failure* (MTBF)

Berikut merupakan perhitungan T_b

$$T_b/\mu = a[\gamma(1 - b^{-1})] \quad (5)$$

- c) Perkiraan biaya *repair*

$$TC_r = B \cdot C_r \quad (6)$$

d) Biaya *repair policy* yang diperkirakan

$$TMC (\text{repair policy}) = TCr + TCd \quad (7)$$

5. Melakukan perhitungan untuk mencari besarnya biaya yang dikeluarkan apabila dalam melakukan perawatan mesin menggunakan *preventive maintenance policy*.

a) Hitung jumlah *breakdown* kumulatif yang diharapkan dari kerusakan B_n untuk semua mesin selama periode *preventive maintenance* ($T_p = n$ minggu).

b) Jumlah rata-rata *breakdown*

$$\text{Rata-rata } \textit{breakdown} \text{ per minggu} = \frac{B_n}{n} \quad (8)$$

c) Perkiraan biaya *repair*

$$TCr(n) = \left(\frac{B_n}{n}\right) Cr \quad (9)$$

d) Perkiraan biaya *preventive maintenance*

$$TCM(n) = \frac{N \cdot C_m}{n} \quad (10)$$

e) Total Biaya perawatan

$$TMC(n) = TCr(n) + TCM(n) \quad (11)$$

Berdasarkan formula diatas akan ditemukan mengenai jadwal *maintenance* yang paling ekonomis untuk diterapkan pada perusahaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Probabilitas *Breakdown* Mesin *Continuous Ship Unloader I*

Perhitungan probabilitas frekuensi *breakdown* mesin pada mesin *Continuous Ship Unloader I* dilakukan dengan cara seperti yang tertera pada formula 1. Dimana diketahui 1 periode dinyatakan dalam 1 minggu. Dan hasil perhitungan dengan menggunakan formula 1 untuk masing-masing periode dari mesin *Continuous Ship Unloader I* adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Perhitungan Probabilitas *Breakdown* Mesin *Continuous Ship Unloader I*

No	Tanggal		breakdown downtime (hours)	Probabilitas
	Awal	Akhir		
1	23-Nov-15	29-Nov-15	12.33	0.027448071
2	30-Nov-15	5-Dec-15	6.83	0.015207715
3	6-Dec-15	12-Dec-15	33.50	0.074554896
4	13-Dec-15	19-Dec-15	99.17	0.220697329
5	20-Dec-15	26-Dec-15	25.17	0.056008902
6	27-Dec-15	2-Jan-16	2.75	0.006120178
7	3-Jan-16	9-Jan-16	5.50	0.012240356
8	10-Jan-16	16-Jan-16	55.08	0.122589021
9	17-Jan-16	23-Jan-16	65.00	0.144658754
10	24-Jan-16	30-Jan-16	144.00	0.320474777
	Total		449.33	1

Sumber : Data PT. Petrokimia Gresik Departemen Pengelolaan Pelabuhan

3.2 Biaya *Repair Maintenance*

Biaya *repair* adalah biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perbaikan tergantung dari seberapa kritisnya komponen tersebut. Perhitungan biaya *repair* menggunakan formulasi 2, untuk mengetahui hasil biaya *repair* dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 2 Perhitungan Biaya Repair

No	Keterangan	Jumlah	Biaya Repair Maintenance (Cr) (Rp)
1	Waktu rata – rata perawatan	14,57 jam	
2	Jumlah tenaga kerja	4 orang	
3	Biaya tenaga kerja (Rp)	13.836,-	
4	Biaya material :		26.393.291,- / mesin
	<i>selonoid valve</i> (Rp)	7.000.000	
	<i>coupling finger</i> (Rp)	18.000.000	
	<i>plastic 16EA</i> (Rp)	532.000	
	<i>rubber seal</i> (Rp)	55.000	

Sumber : Data PT. Petrokimia Gresik Departemen Pengelolaan Pelabuhan

3.3 Biaya Preventive Maintenance

Biaya *Preventive Maintenance* adalah biaya yang dikeluarkan untuk beberapa komponen yang kerusakannya dapat dibuat distribusi probabilitik, pada saat inspeksi akan tampak frekuensi *breakdown* yang paling sering. Untuk mengetahui hasil biaya *preventive* dapat dihitung menggunakan formulasi 3, dengan perhitungan sebagai berikut:

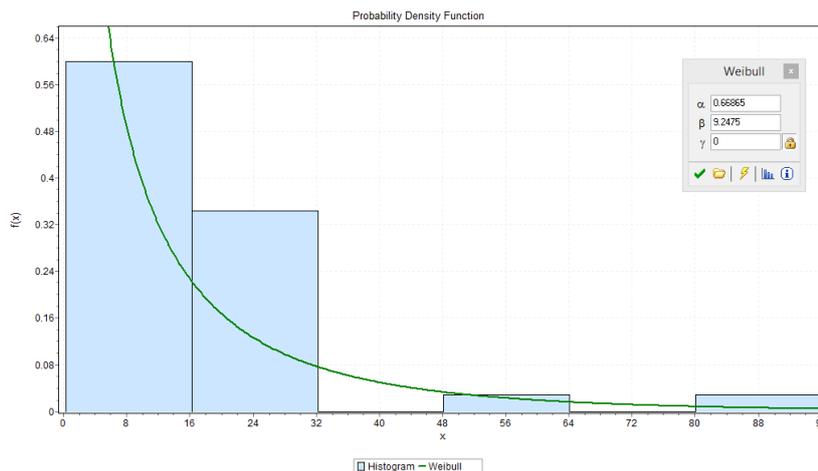
Tabel 3 Perhitungan Biaya Preventive

No	Keterangan	Jumlah	Biaya Preventive Maintenance (Cm) (Rp)
1	Waktu rata – rata perawatan	5,03 jam	
2	Jumlah tenaga kerja	4 orang	
3	Biaya tenaga kerja (Rp)	13.836,-	
4	Biaya material		17.241.737,- / mesin
	<i>hydraulic oil</i> (Rp)	4.616.287	
	<i>Greasing</i> (Rp)	10.561.038	
	kain majun (Rp)	85.613	
	<i>oil seal</i> (Rp)	48.000	
	lem kaca <i>silicon tube</i> (Rp)	1.652.227	

Sumber : Data PT. Petrokimia Gresik Departemen Pengelolaan Pelabuhan

3.4 Estimasi Biaya Perawatan dengan pendekatan *Repair Policy*

Data Breakdown Mesin CSU I karena diketahui jumlah mesin hanya 1, dan data hasil perhitungan distribusi frekuensi *runtime machine before failure* pada software Easyfit didapatkan berdistribusi Weibull. Maka didapatkan nilai alpha (α) dan betha (β) pada distribusi Weibull adalah 0.66865 dan 9,2475.



Gambar 2 Runtime Machine Before Failure

Perhitungan T_b menggunakan formulasi 5 dan 6 yakni *meantime between failure* (MTBF) karena apabila mesin CSU 1 pada PT Petrokimia rusak *sparepart* nya tidak langsung diganti. Sehingga dengan formulasi 7 didapatkan TMC sebagai berikut :

Tabel 4 TMC (Repair Policy)

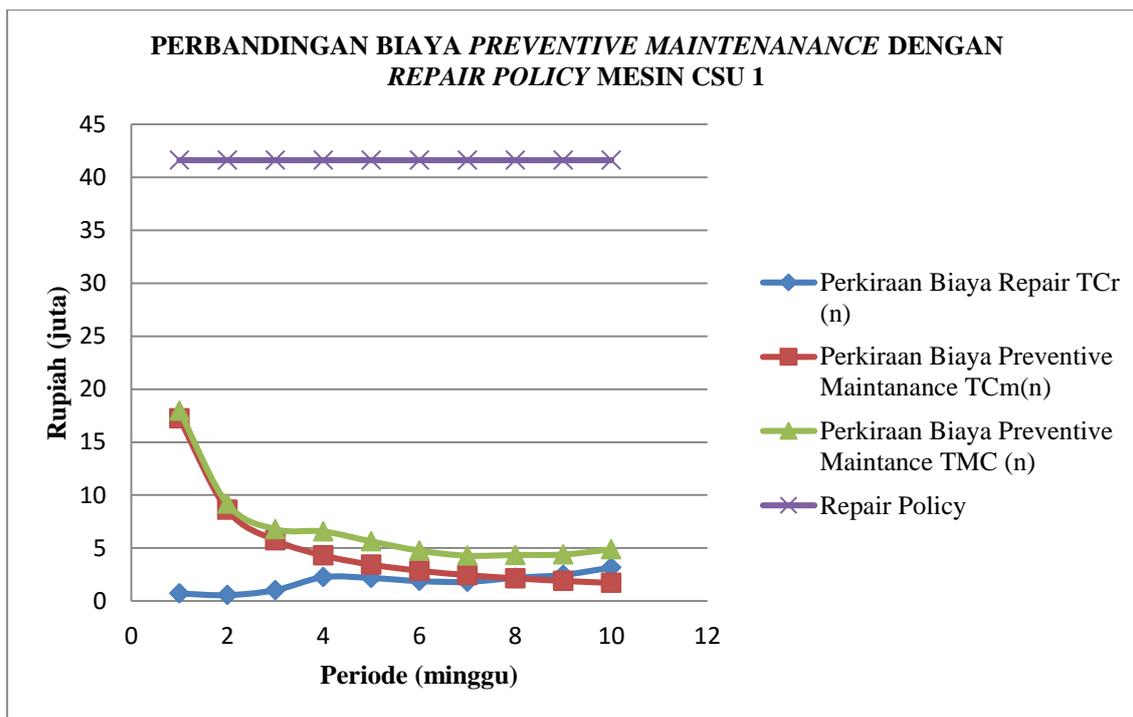
No	Keterangan	Jumlah	TMC (repair policy) (Rp)
1	Tb	0.6340 jam/minggu	
2	B	1.577	41.622.220
3	TCr	Rp 41.622.220,-	

3.5 Estimasi Biaya Perawatan dengan pendekatan Repair Policy

Untuk menghitung total biaya kebijakan *preventive maintenance* dapat dihitung berdasarkan formulasi 8,9,10, dan 11 yang menghasilkan rekap perhitungan pada periode 1 hingga periode ke 10. Berikut adalah tabel rekap terhadap perhitungan *preventive maintenance* yang telah dilakukan :

Tabel 5 Biaya Preventive-Maintenance Policy yang Diperkirakan

Periode (n)	Jumlah Breakdown Kumulatif (Bn)	Rata-rata Breakdown (B)	Perkiraan Biaya Repair TCr (n) (Rp)	Perkiraan Biaya Preventive Maintenance TCm(n) (Rp)	Perkiraan Biaya Preventive Maintenance TMC (n) (Rp)
1	0.027	0.027	724.445	1.724.173	17.966.182
2	0.043	0.022	572.856	8.620.869	9.193.724
3	0.119	0.040	1.045.347	5.747.246	6.792.592
4	0.344	0.086	2.269.004	4.310.434	6.579.439
5	0.414	0.083	2.187.775	3.448.347	5.636.123
6	0.430	0.072	1.893.713	2.873.623	4.767.336
7	0.485	0.069	1.828.138	2.463.105	4.291.244
8	0.668	0.084	2.204.398	2.155.217	4.359.615
9	0.849	0.094	2.489.160	1.915.749	4.404.909
10	1.201	0.120	3.168.994	1.724.174	4.893.168

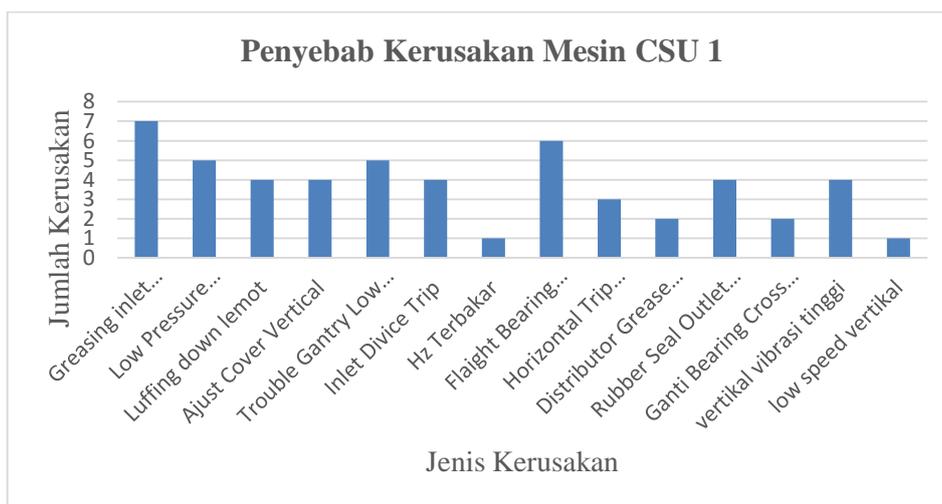


Gambar 3 perbandingan biaya preventive maintenance dengan repair policy mesin CSU 1

Biaya preventive maintenance Mesin Continuous Ship Unloader I dapat dilihat pada gambar 3 bahwa alternative penjadwalan preventive maintenance dengan biaya paling minimum adalah setiap 7 periode sekali atau sama dengan setiap 7 minggu sekali yaitu sebesar Rp 4.291.243,- .

3.6 Jenis Breakdown pada CSU I

Berdasarkan data yang didapat melalui OEDC (Operational Equipment Daily Checklist) selama bulan November 2015 hingga Januari tahun 2016 di Pelabuhan TUKS Petrokimia Gresik diketahui data breakdown mesin Continuous Ship Unloader I. Pada diagram ini akan menunjukkan berbagai macam jenis permasalahan pada mesin CSU I yang ditunjukkan pada sumbu x dan jumlah frekuensi kerusakan yang ditunjukkan pada sumbu y.



Gambar 4 jenis breakdown mesin CSU 1

Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa jenis kerusakan yang paling sering terjadi pada mesin CSU I untuk bulan November 2015 hingga Januari tahun 2016 adalah greasing inlet mengalami 7 kali kerusakan , setelah itu Flaight Bearing Vertikal dengan 6 kali mengalami kerusakan.

Selanjutnya untuk jenis kerusakan yang lain rata – rata berjumlah 1 sampai 5 kali mengalami kerusakan.

4. KESIMPULAN

Tipe distribusi waktu antar kerusakan pada mesin *Continuous Ship Unloading I* di PT. Petrokimia Gresik selama periode November 2015 – Januari 2016 menggunakan perhitungan pola distribusi Weibull. Didapatkan nilai alpha (α) dan betha (β) pada data uptime (runtime) yaitu 0.66865 dan 9,2475. Nilai alpha dan betha ini nantinya yang akan digunakan untuk menghitung rata – rata waktu antar kerusakan dengan rumus distribusi Weibull, sehingga didapatkan hasil (B) 1.577 jam/periode.

Kegiatan penjadwalan *maintenance* mesin digunakan agar dapat terus menjaga dan memelihara keandalan mesin saat beroperasi. Dari hasil pengolahan data dapat diperoleh hasil bahwa *total maintenance cost* (TMC) pada alternatif penjadwalan *preventive maintenance* membutuhkan biaya perawatan setiap 7 periode atau setiap 7 minggu sekali yaitu sebesar Rp 4.291.244,00 sedangkan untuk biaya repair yaitu sebesar Rp 41.622.220. Untuk mengurangi besarnya biaya yang dikeluarkan perusahaan serta untuk mengurangi frekuensi breakdown mesin CSU 1 kebijakan *maintenance* yang hendaknya dilakukan adalah kebijakan *preventive maintenance*. karena mempunyai total biaya yang lebih murah jika dibandingkan dengan kebijakan *repair*. Untuk jenis kerusakan mesin CSU 1 yang sering mengalami *breakdown* adalah *greasing inlet* mengalami 7 kali kerusakan, setelah itu *Flaigh Bearing Vertikal* dengan 6 kali mengalami kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, Agus, 2002, Manajemen Produksi; Pengendalian Produksi, edisi empat, buku dua, BPFE, Yogyakarta.
- Barlow, R., L. Hunter. 1960. *Optimum preventive maintenance policies*. Operations Research 8(1) 90–100.
- Barry, J. 2001. *Prinsip – prinsip Manajemen Operasi*. Edisi 1. Salemba Empat, Jakarta
- Corder, Antony. 1996, Teknik Manajemen Pemeliharaan, Erlangga, Jakarta,
- Dervitsiotis, Kostas N. 1981. *Operational Managament*, Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Gasperz, Vincent. 1992. *Analisa Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*. Edisi pertama, Tarsito Bandung.
- Jardine, A. K. S. 1987. *Maintenance, Replacement and Reliability*, Wiley, New York
- Petrokimia Gresik, 2014. Pengembangan Berkelanjutan Membuahkan Keberhasilan Menuju Masyarakat Ekonomi Asean. <http://petrokimia-gresik.com/Resources/Docs/AR%20PKG%202014.pdf> diakses tanggal 26 Februari 2017
- Petrokimia Gresik, 2015. Transparasi Menuju Perusahaan Global. http://petrokimia-gresik.com/Resources/Docs/AR_2015.pdf, diakses tanggal 26 Februari 2017
- Tampubolon, P. Manahan, 2004, *Manajemen Operasional*, edisi pertama, Ghalia, Indonesia