

**Analisa Sistem Maintenance River Side Pump Dengan Membandingkan
Antara Breakdown Dan Preventive Maintenance
Di Pabrik Gula Kwala Madu**

***Analysis of River Side Pump Maintenance System By Comparing
Between Breakdown And Preventive Maintenance
At Kwala Madu Sugar Factory***

Heru Wiranata Daulay, Yuana Delvika*
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Medan Area, Indonesia

*Corresponding author: yuana_delvika@yahoo.com

Abstrak

Dengan adanya suatu pekerjaan pemeliharaan yang baik dan efektif, maka akan dapat dicegah timbulnya kerusakan (breakdown) sebelum waktunya kerusakan tersebut seharusnya terjadi. Oleh karena itu, pada umumnya bagian pemeliharaan di dalam suatu pabrik merupakan bagian yang membantu dan memberi laporan kepada kepala pabrik atau bagian produksi mengenai keadaan peralatan produksi. Peranan bagian pemeliharaan dalam suatu pabrik akan bertambah penting apabila perusahaan tersebut menggunakan mesin-mesin yang serba otomatis dalam proses produksinya. Preventive maintenance merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian, semua fasilitas produksi yang mendapatkan preventive maintenance akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat sehingga dapatlah dimungkinkan bahwa pembuatan suatu rencana dan schedule pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih cepat.

Kata Kunci : *Breakdown; Pabrik Gula Kwala Madu PTPN II; Preventive Maintenance*

Abstract

With a comprehensive maintenance work is good and effective, it will be able to prevent the occurrence of damage (breakdown) before the time of the malfunction should occur. Therefore, in general maintenance parts in a factory is a part that help and give a report to the head of the factory or the production department about the state of the production equipment. The role of maintenance parts in a factory will be increasingly important if the company uses the machines are fully automatic in the production process. Preventive maintenance is the maintenance and care is taken to prevent damage to the unexpected and find the conditions or circumstances that may lead to the production facilities were damaged when used in the production process. Thus, all production facilities receive preventive maintenance will guarantee the smooth working and always worked in a state or a state ready to be used for each operation or production processes at all times so that it can be possible that the creation of a plan and schedule maintenance and upkeep are meticulous and production plan faster.

Keywords : *Anthropometri; design facility; REBA; SNQ*

How to Cite: Daulay, H.W, 2017, Analisa Sistem Maintenance River Side Pump Dengan Membandingkan Antara Breakdown Dan Preventive Maintenance Di Pabrik Gula Kwala Madu, *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 1(1): 19-27.

PENDAHULUAN

Pabrik Gula Kwala Madu atau sering disebut orang dengan istilah PGKM merupakan satu dari dua pabrik gula yang saat ini dimiliki oleh PTP Nusantara II (PTPN II) di Sumatera Utara. Pemeliharaan merupakan fungsi yang sangat penting dalam suatu perusahaan untuk menjamin kelancaran proses produksinya. Oleh karena itu, adanya bagian maintenance dalam suatu pabrik merupakan sesuatu yang diharapkan. Perlu adanya bagian pemeliharaan ini disebabkan juga oleh kegiatan pemeliharaan yang sangat rumit yang menyangkut seluruh peralatan pabrik.

Pemeliharaan tidak dapat terlepas sama sekali dari bagian produksi karena kegagalan kegiatan pemeliharaan sangat mengganggu kelancaran proses produksi. Sebagai contoh, manajemen pemeliharaan yang dilakukan dan penyediaan suku cadang diantaranya adalah melakukan perawatan ataupun penggantian pada bantalan, bearing, packing, seal. Biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk service preventive adalah Rp. 95.493.000, biaya repair setelah breakdown (CR) Rp. 211.378.000. Perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan data sampel pada bulan Juni 2015 menjelaskan bahwa jumlah probability river side pump dalam 6 bulan sebesar 3,55 (pgkm ptpn II). Apabila kegiatan maintenance tidak berjalan dengan baik dan efektif, misalnya karena pompa yang rusak tetapi terlambat atau tidak diperbaiki, maka keadaan ini akan mengakibatkan proses produksi akan terhenti atau macet dimana kelancaran proses produksi akan terganggu. Dengan adanya suatu pekerjaan pemeliharaan yang baik dan efektif, maka akan dapat dicegah timbulnya kerusakan (*breakdown*) sebelum waktunya kerusakan tersebut

seharusnya terjadi. Oleh karena itu, pada umumnya bagian pemeliharaan di dalam suatu pabrik merupakan bagian yang membantu dan memberi laporan kepada kepala pabrik atau bagian produksi mengenai keadaan peralatan produksi. Peranan bagian pemeliharaan dalam suatu pabrik akan bertambah penting apabila perusahaan tersebut menggunakan mesin-mesin yang serba otomatis dalam proses produksinya.

Preventive maintenance merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian, semua fasilitas produksi yang mendapatkan preventive maintenance akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat sehingga dapatlah dimungkinkan bahwa pembuatan suatu rencana dan schedule pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih cepat. Jika terjadi keterlambatan perawatan pada mesin produksi maka mesin akan mengalami penurunan kualitas produksi sehingga waktu produksi tidak efisien dan hasil yang di produksi kurang baik.

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka masalah yang perlu di rumuskan adalah :

1. Bagaimana menentukan Perbandingan antara sistem Breakdown dengan Preventive Maintenance pada river side pump.
2. Bagaimana menentukan hubungan biaya dengan man power,

hubungan biaya dengan man hour, hubungan biaya dengan tool, hubungan biaya dengan Material, hubungan biaya dengan consumable.

Pemeliharaan merupakan suatu fungsi dalam suatu perusahaan pabrik yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi lain seperti produksi. Hal ini karena apabila seseorang mempunyai peralatan atau fasilitas, maka biasanya dia akan selalu berusaha untuk tetap mempergunakan peralatan atau fasilitas tersebut. Demikian pula halnya dengan perusahaan pabrik, dimana pimpinan perusahaan pabrik tersebut akan selalu berusaha agar fasilitas maupun peralatan produksinya dapat dipergunakan sehingga kegiatan produksinya berjalan lancar.

Kegiatan pemeliharaan dalam suatu perusahaan menurut Manahan P.Tampubolon, 2004 meliputi berbagai kegiatan sebagai berikut:

1. Inspeksi

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. Sehingga jika terjadinya kerusakan, maka segera diadakan perbaikan-perbaikan yang diperlukan sesuai dengan laporan hasil inspeksi, berusaha untuk mencegah sebab-sebab timbulnya kerusakan dengan melihat sebab-sebab timbulnya kerusakan dengan melihat sebab-sebab kerusakan yang diperoleh hasil inspeksi.

2. Kegiatan teknik

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. Dalam kegiatan inilah dilihat kemampuan untuk mengadakan perubahan-perubahan dan perbaikan bagi perluasan, kemajuan dari fasilitas atau peralatan perusahaan.

3. Kegiatan produksi

Kegiatan ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki mesin dan peralatan. Secara fisik, melaksanakan pekerjaan yang disarankan atau diusulkan dalam kegiatan inspeksi dan melaksanakan kegiatan servis. Kegiatan produksi ini dimaksudkan untuk itu diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

4. Kegiatan administrasi

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan pemeliharaan dan biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan.

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada suatu pabrik dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu preventive maintenance dan breakdown maintenance.

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian, semua fasilitas produksi yang mendapatkan preventive maintenance akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat sehingga dapatlah dimungkinkan bahwa

pembuatan suatu rencana dan schedule pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih cepat. Preventive maintenance ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif.

Breakdown atau corrective maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas maupun peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik dan benar. Kegiatan *breakdown maintenance* yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya *preventive maintenance* ataupun telah dilakukan tetapi sampai pada waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi, dalam hal ini, kegiatan *maintenance* sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dahulu, baru kemudian diperbaiki.

Masalah ketepatan pelaksanaan jadwal pekerjaan, pengurangan tingkat keseringan kerusakan dan kerewelan, perlunya memperhatikan *preventive* dan *corrective maintenance* secara konsisten. Itu semua adalah didalam upaya menurunkan ongkos produksi. Biaya perawatan pada kenyataannya termasuk bagian dari pada biaya produksi.

Biaya perawatan korektif adalah biaya suatu perawatan untuk suatu mesin setelah ordometer melebihi 11.000 km setelah 6 bulan pemakaian/operasi dari kondisi baru (*Sumber dari buku Manajemen Perawatan Mesin hal.219 oleh Ir.Suharto*). Perawatan korektif ini dilakukan setiap 4000 km (*Buku Manajemen Perawatan Mesin oleh Ir. Suharto*) sekali semua bagian yang rusak

diganti. Dalam kaitan ini penggantian oli dilakukan setiap 1000 km sekali.

Biaya perawatan pencegahan adalah biaya perawatan untuk suatu mesin dari pemakaian baru, yaitu odometer dari 0 km hingga mencapai 11.000 km (*Buku Manajemen Perawatan Mesin oleh Ir. Suharto*). Pada waktu-waktu perawatan pencegahan ini mencakup pencegahan bagian-bagian mesin serta kemungkinan yang terjadi.

Biaya overhaul yaitu biaya yang dikeluarkan untuk perawatan mesin setelah odometer mencapai 50.000 km. Menurut biaya overhaul ini dibebankan pada biaya produksi yang besarnya : $\frac{10}{10.000}$ Harga pokok(rp/jam).

Biaya perawatan total yaitu terdiri dari biaya perawatan pencegahan, biaya perawatan korektif dan biaya overhaul. Biaya perawatan korektif yang selain daripada penggantian elemen-elemen pembantu daripada mesin yang perlu diperhitungkan adalah biaya-biaya pelumas, minyak hidrolik dan grease.

$$\left[\frac{0,75 N}{105,5} + \frac{c}{t} \right] \times (\text{rp/jam})$$

Dimana :

X = Harga minyak lumas (rp/jam)

C = Kapasitas oli = 0,15 . N (liter)

N = daya out put mesin (Hp)

t = priode penggantian oli

Biaya pemberian Minyak Gemuk :

$$0,3 \times N \times X (\text{rp/jam})$$

Dimana :

N = daya mesin (Hp)

X = Harga grease (rp/kg)

Dan menurut pengalaman dapat dituliskan pula di sini bahwa total biaya perawatan mesin bisa diexpreskan : (1, 10 - 1,40) $\frac{\text{hargapokok}}{10.000}$ (rp/jam)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini di lakukan di pabrik gula kwala madu yang bertempat di Lokasi Pabrik gula kwala madu berjarak 36 Km dari kota Medan, tepatnya di kwala begumit, kecamatan Stabat, kabupaten langkat. Lokasi pabrik Gula Kwala madu jauh dari keramaian penduduk dan lokasi bahan baku yaitu perkebunan tebu yang berada cukup dekat disekitar pabrik, dengan luas areal penanaman tebu seluas 6706,47 Ha. Penelitian di lakukan dari siang sampai sore selama 30 hari , produksi pabrik gula berlangsung selama 24 jam dalam proses produksi.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan deskriptif kuantitatif yaitu metode-metode peneletian yang memusatkan perhatian pada masalah-masalah atau fenomena yang bersifat actual pada saat penelitian dilakukan, kemudian menggambarkan fakta-fakta tentang masalah yang diselidiki sebagaimana adanya diiringi dengan interprestasi yang rasional dan akurat.

Metode Pengumpulan data data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui metode wawancara dengan pegawai di pabrik gula Kwala Madu PT Perkebunan Nusantara II. Data primer merupakan sumber data yang diperoleh dari sumber asli tidak melalui media perantara, data primer dapat berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik) kejadian atau kegiatan, dan hasil pengujian.

Data yang di perlukan di bagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer di lakukan dengan cara melakukan Tanya jawab secara langsung, baik dengan staf, operator, maupun manager *facility and change Departement* mengenai segala hal yang berkaitan dengan karakteristik, umur dan prinsip kerja mesin, kerusakan, perawatan yang di lakukan. Sedangkan

data sekunder di lakukan dengan pencatatan data yang telah ada di dokumen perusahaan. Adapun proses pengumpulan data yang di lakukan oleh penulis adalah data historis perusahaan, observasi dan wawancara.

Pengolahan data yang di lakukan dalam tugas akhir ini menggunakan perhitungan-perhitungan. Penentuan jenis distribusi di lakukan terhadap data selang waktu kerusakan dari komponen-komponen yang akan di rancang *preventive maintenance*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari segi pemeliharaan dan perbaikan, unit River Side Pump jenis Pompa Sentrifugal tidak banyak menimbulkan masalah, hanya saja terkadang pada bagian pompa terjadi kebocoran sambungan pipa-pipa, getaran dan bunyi bising yang dapat mengganggu kinerja pompa. Untuk itu, diperlukan manajemen pemeliharaan beserta penyediaan suku cadang yang teratur. Bagian- bagian pompa yang sering melakukan perawatan ataupun pergantian adalah bantalan, bearing, packing, perapat seal. Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk service preventive (CP) adalah Rp 95.493.000, biaya repair setelah Breakdown (CR) = Rp 211.378.000. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan data sampel untuk bulan Juni 2015 pada tabel 1.

Tabel 1. Probability river side pump dalam 6 bulan

Interval	(Pi)	(Pi x I)
1	0,10	0,10
2	0,15	0,30
3	0,15	0,45
4	0,20	0,80
5	0,20	1,00
6	0,15	0,90
Total	0,95	3,55

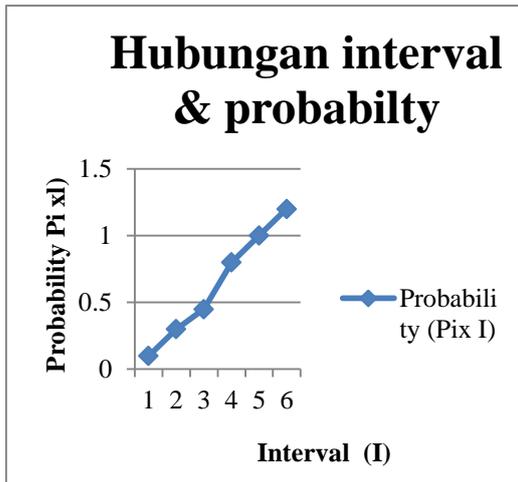
Total jumlah kerusakan (MTBF) = 3,55

$$TC_{(BM)} = CRx \frac{I}{MTBF}$$

$$= RP 211.378.000 x \frac{6}{3,55}$$

$$= Rp.357.258.592,-$$

Dimana: TC (BM) = Total Cost Breakdown maintenance I = Interval perawatan, MTBF = Total jumlah kerusakan



Gambar 1. Grafik hubungan Interval(I) dengan Probabilitly

Perhitungan berikut menunjukkan harga Bj (jumlah breakdown) diantara PM interval. Biaya berbagai interval dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan-perhitungan dan hasilnya direkapitulasi dalam tabel 12.

$$B1 = MP1$$

$$B1 = 2(0,10)$$

$$B1 = 0,20$$

Dimana:

M = Jumlah River side pump
 P1 = Persentase maintenance pada interval perawatan pertama berdasarkan perhitungan diatas untuk B1 ,maka dapatlah diperoleh besarnya hasil B2,B3,B4,B5,dan B6 sebagai berikut :

$$B2 = M (P1+ P2)+ (B1. P1)$$

$$= 2 (0,10 + 0,15) + (0,2 . 0,10)$$

$$= 0,52$$

$$B3 = M (P1+ P2+ P3)+ (B2.P1)+ (B1.P2)$$

$$= 2 (0,10 + 0,15 + 0,15) + (0,52 . 0,10) + (0,2 . 0,15)$$

$$= 0,882$$

$$B4 = M (P1+ P2+ P3+ P4)+(B3. P1)+ (B2. P2)+ (B1. P3)$$

$$= 6(0,10+0,15+0,15+0,20)+(0,882.0,10)+(0,52.0,10) +(0,2.0,15)$$

$$= 3,7702$$

$$B5 = M (P1+ P2+ P3+ P4+ P5)+ (B4. P1)+ (B3. P2)+ (B2.P3) +(B1.P4)$$

$$= 6(0,10+0,15+0,15+0,20+0,20)+(3,7702.0,10)+(0,882.0,15)+(0,52 . 0,15) + (0,2 . 0,20)$$

$$= 5,42732$$

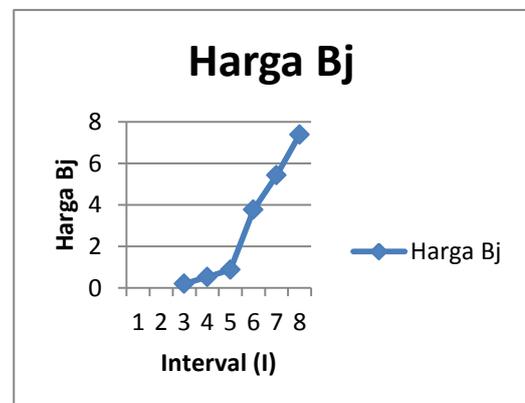
$$B6 = M(P1+P2+P3+P4+P5+P6) + (B5.P1+(B4.P2)+(B3.P3)+(B2.P4) + (B1.P5)$$

$$= (0,10+0,15+0,15+0,20+0,20+0,15)+(5,42732.0,10)+(3,7702.0,15) + (0,882 . 0,15) + (0,52 . 0,20) + (0,2 . 0,20)$$

$$= 7,08456$$

Tabel 2. Harga Bj (Jumlah breakdown) diantara PM intervall

Interval	Harga Bj
1	0,20
2	0,52
3	0,88
4	3,77
5	5,43
6	7,08



Gambar 2. Grafik hubungan Interval(I) dengan Harga Bj

Dari perhitungan didapatkan harga Bj, jumlah breakdown diantara (PM) interval. Dari harga-harga Bj akan dapat dihitung biaya alternative (PM), dengan menggunakan preventive maintenance atau tanpa menggunakan sistem preventive maintenance. Pada table 4.13. Ditunjukkan hasil perhitungan untuk jumlah *breakdown* dalam sebulan (Bj), biaya perbulan untuk pekerjaan *repair breakdown* (CR.Bj/i), biaya perbulan *preventive service* (CP(M)/i), dan biaya total perbulan dari PM dan repair (TC).

Tabel 3. Biaya Alternatif

I	bj	CR.Bj/I	CP(M)/I	TC(PM) (Rp)
1	0,2 0	42.275. 600	190.98 6.000	233.261. 600
2	0,5 2	54.958. 280	95.493. 000	150.451. 280
3	0,8 8	62.004. 213	63.662. 000	125.666. 213
4	3,7 7	199.22 3.765	47.746. 500	246.970. 265
5	5,4 3	229.55 6.508	38.197. 200	267.753. 708
6	7,0 8	249.42 6.040	31.831. 000	281.257. 040

Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa bilamana menggunakan PM (preventive maintenance) untuk jangka waktu 6 bulan akan menggunakan biaya perawatan yang lebih rendah, yaitu sebesar Rp. 281.257.040,- dan bila menggunakan BM (breakdown maintenance) biaya perawatan lebih tinggi sebesar 357.258.592. Dengan demikian perusahaan menggunakan sistem *preventive maintenance* ini akan dapat menekan biaya sebesar:
= TC (BM)- TC (PM)

$$= \text{Rp } 357.258.592 - \text{Rp } 281.257.040$$

$$= \text{Rp. } 76.001.552,-$$

Jika perusahaan menggunakan system PM (preventive maintenance) ini, besarnya persentase biaya perawatan yang mampu ditekan sebesar

$$\frac{\text{Rp.}76.001.552}{\text{Rp.}281.257.040} \times 100\% = 26,09 \%$$

Jika perusahaan menggunakan system BM (breakdown maintenance) ini, besarnya persentase biaya perawatan yang mampu ditekan sebesar

$$\frac{\text{Rp.}76.001.552}{\text{Rp.}357.258.592} \times 100\% = 21,27 \%$$

Tabel 4. Perbandingan antara breakdown dan preventive maintenance

No	Perbandingan	
	Preventive Maintenance	Breakdown Maintenance
1.	Dari data probability di PGKM, maka didapat, Semakin Besar nilai probability maka semakin kecil pula biaya untuk preventive maintenance.	Sedangkan untuk biaya breakdownkebalikan dari biaya preventive, dimana semakin besar biaya probability semakin besar pula biaya yang dikeluarkan untuk breakdown.
2.	Data dari probability tersebut sangat pengaruhi sistem PM, dimana data tersebutdidapat dari	Data dari probability yang didapat untuk melakukan breakdown juga sangat mempengaruhi cara kerja pada saat

	bagaimana cara kerja pada PM dan waktu yang diperlukan untuk sistem tersebut.	dilakukannya breakdown pada mesin.
3.	Waktu yang dilakukan untuk melaksanakan PM pada river side pump adalah 160 jam, 192 jam, 288 jam – 800 jam.	Sedangkan untuk melakukan Break down pada mesin tersebut adalah 1000 jam dan 10.000 jam pada pemakaian.
4.	Penggunaan sistem preventive sangat berguna bagi perusahaan, dimana jadwal yang dilakukan berkala. Sehingga mesin tersebut awet dan dapat mengatsi kerusakan dan kemacetan yang terjadi.	Sedangkan pada system breakdown ini dilakukan bila terjadi kerusakan atau mesin tersebut berhenti pada waktu proses dilakukan.

SIMPULAN

Berdasarkan pengamatan sehubungan dengan *preventive maintenance* ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan. Biaya preventive Maintenance pada river side pump selama enam bulan sebesar Rp.281.257.040. Biaya breakdown maintenance pada river side pump selama

enam bulan sebesar Rp 357.258.592. Jika perusahaan menggunakan system PM (preventive maintenance) ini, besarnya persentase biaya perawatan yang mampu ditekan sebesar

$$\frac{\text{Rp.76.001.552}}{\text{Rp.281.257.040}} \times 100\% = 26,09\%$$

Jika perusahaan menggunakan system BM (breakdown maintenance) ini, besarnya persentase biaya perawatan yang mampu ditekan sebesar

$$\frac{\text{Rp.76.001.552}}{\text{Rp.357.258.592}} \times 100\% = 21,27\%$$

Total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk man hour selama enam bulan Rp 12.960.000. Total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk tool selama enam bulan Rp 1.245.000. Total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk material selama enam bulan Rp 93.855.000. Total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk consumable selama enam bulan Rp 393.000. Penggunaan sistem preventive maintenance pada perusahaan sangat menguntungkan dibandingkan jika perusahaan menggunakan sistem breakdown maintenance.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, H. 2001, laporan buku ajaran pemeliharaan pabrik untuk mahasiswa Departemen teknik mesin Universitas Sumatera Utara, Medan
- Anggono,W, dkk. 2005, Preventive Maintenance system dengan Modularity Design sebagai solusi penurunan biaya maintenance (Studi kasus di perusahaan tepung ikan. Surabaya : Universitas Kristen Petra Arman Hakim Nasution.(2006) Manajemen industri, Andi Offset, Yogyakarta
- Daryus, Diktat Kuliah Manajemen Pemeliharaan Mesin, Jakarta: Universitas Darma Persada, 2007.
- Dhilon, Engineering Maintenance: A Modern Approach, United States of America: CRC PRESS, 2002
- Indrajit, R. & Djokopranoto, R., (2005), Manajemen Persediaan: Barang Umum dan Suku Cadang untuk Keperluan Pemeliharaan, Perbaikan, dan Operasi, Jakarta: Grasindo.
- Kannan, Soundararajan, dkk. 2004. Developing Maintenance Value Steam Map Knoxville : The University of Tennessee
- Kister, Timothy C "and" Bruce Hawkins. Maintenance Planning and Scheduling Handbook. Elsevier Butterworth. USA. 2006

R.K. Mobley, L.R. Higgins and D.J. Wikoff,
Maintenance Engineering Handbook seventh
Edition, United States of America: McGraw-
Hill, 2008