

ANALISIS FAILURE RATE MESIN REVERSE OSMOSIS DENGAN PERHITUNGAN EVALUASI SISTEM PERAWATAN DI PT. XYZ

Andy Purwanto, ST.

*Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Nurtanio Bandung*

ABSTRAK

Mesin Industri yang menjadi penelitian adalah *Reverses Osmosis* yang berfungsi untuk pensterilan air. Salah satu agar usia pakai mesin tersebut tidak menurun kualitas dan kuantitas maka diperlukannya kegiatan *maintenance* yang optimal. Dengan adanya kegiatan *maintenance* yang optimal maka diharapkan dapat membantu dalam meminimalkan ongkos *maintenance*.

Mesin *reverses osmosis* memiliki beberapa bagian yang harus mendapatkan perlakuan *maintenance*, dari hasil penelitian bagian yang sering mengalami *service* pada *reverses osmosis* adalah *Softener, Multi media & Carbon filter* serta *continious de ionization* atau *electroda de ionization*. Frekwensi kerusakan paling tinggi dialami oleh bagian CDI/EDI. Dengan melakukan beberapa pengujian maka didapat kegiatan *maintenance* / penjadwalan yang optimal, dengan demikian didapat penghematan terhadap ongkos *maintenance* untuk RO Fm 1 sebesar 4,50 % sedangkan untuk RO Fm 2 sebesar 3,69 %.

Dengan adanya penjadwalan yang optimal maka diharapkan usia pakai mesin tersebut dapat terjaga dan resiko tingkat kerusakannya pun dapat berkurang. Salah satu keberhasilan dalam mempertahankan nilai usia pakai yang tepat guna dan selalu terjaga hasil produksinya baik input maupun outputnya adalah adanya kegiatan *maintenance* yang baik. Pengujian terhadap penjadwalan dilakukan dengan evaluasi sistem perawatan, metode *weibull* dan metoda ABC. Sedangkan ongkos *maintenance* dilakukan dengan pengujian total ongkos *maintenance* (Tc).

Kata kunci : Failure Rate, evaluation Maintenance.

PENDAHULUAN

Perusahaan yang diteliti adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang farmasi. Dalam kegiatan proses produksi diperusahaan ini prosesnya selalu menggunakan air, dan air ini harus sudah dinyatakan benar-benar murni / steril. Oleh karenanya salah satu kegiatan dalam proses produksi ini adalah melakukan pensterilan terhadap air. Dan untuk mensteril-

kan air tersebut, perusahaan menggunakan mesin yang disebut reverse osmosis.

Dalam kondisi seperti ini maka untuk masalah perawatan mesin merupakan hal yang sangat penting dalam mendukung kelancaran suatu proses produksi. Hal ini dikarenakan mesin-mesin yang ada memiliki kemampuan

yang terbatas secara teknis. Sehingga dapat dikatakan bahwa mesin tersebut akan kehilangan daya kerjanya secara lambat laun sesuai dengan usia pemakaiannya, dengan demikian maka akan mengganggu kelanjutan proses produksi.

Mesin Reverses Osmosis yang digunakan di PT XYZ berjumlah dua unit, masing-masing memiliki tipe dan merek yang berbeda, namun fungsi dan kegunaannya sama. Mesin Reverses Osmosis pada Farmasi satu menggunakan sistem kerja CDI (Controlled De Ionization) sedangkan Reverses Osmosis pada Farmasi dua menggunakan sistem kerja EDI (Electroda De Ionization).

1. Reverses Osmosis (RO) Pada Farmasi satu
 - Merek : ION PURE
 - Type / Model : Z FROL 3131
 - Seri Number (SN) : F2PM 051 W
 - CDI : US FILTER
 - Type / Model : CDI LX 30 SINGLE
 - Seri Number (SN) : 11524
 - Year Prod : 2005
 - Fungsi : Pemurnian air

2. Reverses Osmosis (RO) Pada Farmasi dua
 - Merek : OSMONICS
 - Type / Model : PHARM 2 FLOW 23 GPM
 - EDI : OSMONICS
 - Type / Model : E4H – 38 K - PRMO
 - Seri Number (SN) : 00-405-2507
 - Date Prod : 24 Maret 2000
 - Fungsi : Pemurnian air

KAJIAN PUSTAKA

Maintenance atau perawatan merupakan suatu kegiatan merawat fasilitas, sehingga fasilitas tersebut berada pada kondisi siap pakai sesuai kebutuhan atau dengan kata lain perawatan adalah kegiatan / *effort* dalam rangka mengupayakan fasilitas produksi pada kondisi / kemampuan produksi yang dikehendaki. Perawatan pada umumnya dilihat sebagai kegiatan fisik seperti membersihkan peralatan yang bersangkutan, memberi pelumas, memperbaiki kerusakan, mengganti komponen dan sebagainya jika diperlukan.

Dalam Perawatan dikenal dengan yang namanya 4 M yaitu salah satu faktor yang mempengaruhi perawatan antara lain : *Man, Machine, Materiil and Money*. Namun dalam 4 M tersebut belum menjamin efisiensi dan efektifitas perawatan, untuk itu diperlukan adanya Management perawatan, sehingga sumber daya yang diperlukan dapat dimanfaatkan dengan efisiensi yang tinggi, dan kegiatan-kegiatan perawatan berlangsung dengan efektifitas yang tinggi dalam mencapai sasaran yang dikehendaki.

Kebijaksanaan Perawatan dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Perawatan terencana (*schedule*) arahnya pada pencegahan.
2. Perawatan tidak terencana (*unscheduled*) arahnya pada kerusakan.

Perancangan sistem *maintenance* yang baik seharusnya sudah diikutsertakan sejak awal perancangan sistem produksi di mulai. Ruang lingkup sistem *maintenance* cukup luas tidak hanya menyangkut langsung peralatan produksi tetapi juga menyangkut sarana dan pra sarana lainnya yang ada kaitannya langsung maupun tidak langsung dengan sistem produksi.

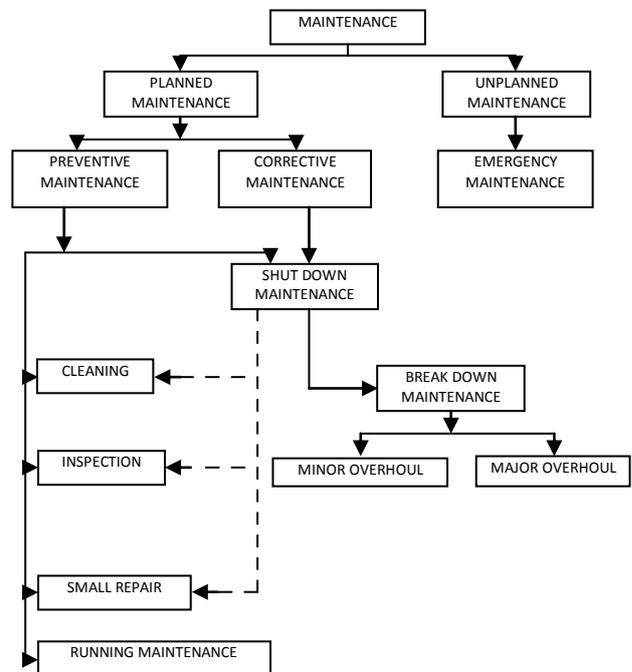
Secara garis besar *maintenance* dapat diklasifikasikan dalam *planned Maintenance* (terencana) dan *Unplanned* (tidak terencana). Dalam *planned maintenance* terbagi lagi menjadi dua bagian yaitu : *Preventive and corrective maintenance*. Yang termasuk *Preventive maintenance* adalah *Cleaning, Inspection, Running Maintenance and shut down*.

Sedangkan yang termasuk ke dalam *Corrective maintenance* adalah *shut down and breakdown maintenance* dimana di dalamnya sudah termasuk *minor Overhaul* dan *mayor overhaul*. Yang termasuk *unplanned maintenance* adalah *emergency maintenance* yang sifatnya sangat darurat .

Salah satu dari tujuan *maintenance* sendiri adalah untuk menemukan suatu tingkat keadaan yang menunjukkan gejala kerusakan sebelum alat-alat tersebut mengalami kerusakan yang fatal.

Oleh karena itu adanya suatu kegiatan yang menangani *Maintenance* untuk saat ini harus sudah ada di setiap perusahaan, apalagi perusahaan yang memiliki banyak

menggunakan mesin, karena hal ini sangat diperlukan sekali. Pembagian tentang klasifikasi pekerjaan *maintenance* ini dapat digambarkan pada bagan sebagai berikut :



Di dalam perhitungan evaluasi sistem perawatan terbagi dalam bagian perhitungan sebagai berikut :

1. *Mean Time Beetwen Failure* (MTBF) : merupakan suatu kegiatan perawatan yang dilaksanakan untuk memperbaiki kerusakan sampai mesin dapat berfungsi kembali.
2. *Mean Time To Repaire* (MTTR) : Suatu perhitungan untuk mengukur panjangnya waktu yang dihabiskan setiap kali perawatan .
3. *Avaibility* : Merupakan suatu kemampuan dari rata-rata *Mean Time Beetwen Failure* yang dibagi dari nilai *Mean Time Beetwen Failure* per *Mean Time To Repaire* .

Biasanya digunakan untuk mengukur kinerja sistem perawatan yang berorientasi pada kinerja mesin atau kinerja produksi.

Dari Definisi-definisi diatas dapat disimpulkan bahwa masalah perawatan berkaitan erat dengan tindakan pencegahan perbaikan, yang dapat berupa beberapa tindakan sebagai berikut :

- a. Pemeriksaan (*inspection*), Yaitu Tindakan yang ditunjukkan terdapat sistem atau mesin untuk mengetahui apakah sistem berada dalam keadaan yang memenuhi syarat yang diinginkan.
- b. Service yaitu tindakan untuk menjaga keberadaan suatu sistem yang biasa telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian sistem tersebut.
- c. Penggantian komponen (*replacement*) yaitu melakukan penggantian komponen yang tidak dapat berfungsi lagi.
- d. *Repair* dan *Overhaul* yaitu tindakan melakukan perbaikan secara cermat, tindakan *overhaul* merupakan kegiatan perbaikan yang dilakukan sebelum sistem mencapai kondisi gagal beroperasi, sedangkan tindakan *repair* dilakukan setelah kondisi kegagalan terjadi. Didalam masalah perawatan, terdapat beberapa fungsi distribusi yang digunakan untuk menganalisa kerusakan suatu mesin salah satunya yang akan dipergunakan dalam pengolahan data ini adalah distribusi *weibull*.

Distribusi Weibull adalah suatu distribusi empiric yang terkait dengan sejumlah besar karakteristik kerusakan dari pada peralatan. Peralatan ini dapat ekivalen dengan distribusi lainnya, tergantung dari parameter pembentuknya (β) = 1, maka distribusi weibull ekivalen dengan distribusi eksponensial, serta jika $3 < \beta < 4$ mendekati distribusi normal. Untuk dapat mengetahui bahwa distribusi pengamatan sesuai dengan yang diharapkan, maka perlu dilakukan pengujian kecocokan distribusi dengan menggunakan metode statistik pengujian tertentu. Pengujian kecocokan ini salah satunya dapat dikembangkan oleh kelompok penguji distribusi weibull dua parameter yang mana penguji ini menggunakan permisalan :

1. H_0 : Distribusi sample mengikuti distribusi weibull 2 parameter
2. H_1 : Distribusi sample tidak mengikuti distribusi weibull 2 parameter

Hipotesa nol H_0 dapat diterima jika memenuhi persyaratan nilai $M < F$ critic. Penolakan hipotesa nol memberi arti bahwa distribusi sample tersebut bukan distribusi weibull 2 parameter, tetapi dapat didistribusikan tiga parameter ataupun situasi lainnya.

Didalam membahas masalah perawatan sebenarnya terdapat beberapa fungsi distribusi kontinyu yang digunakan untuk menganalisis kerusakan suatu mesin atau peralatan diantaranya :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi eksponensial negatif

3. Distribusi hiper-eksponensial
4. Distribusi Weibull

1. Distribusi Normal

Distribusi normal adalah distribusi yang memiliki bentuk kurva seperti genta, dengan dua parameter pembentuk yaitu μ dan σ . Kurva distribusi normal berbentuk simetris terhadap nilai rata-rata. Fungsi distribusi ini paling banyak digunakan, terutama untuk menggambarkan laju kerusakan alat / mesin yang rusak menaik.

2. Distribusi Eksponensial Negatif

Distribusi eksponensial negatif adalah distribusi yang mempunyai laju kerusakan yang tetap terhadap waktu, atau dengan kata lain bahwa probabilitas terjadinya kerusakan tidak tergantung pada unsure alat. Distribusi ini paling dikenal dan digunakan secara luas dalam perhitungan keandalan.

3. Distribusi Hiper-Eksponensial

Jika suatu peralatan memiliki waktu kerusakan operasi yang sangat singkat ataupun sangat lama, maka distribusi kegagalannya sering dinyatakan dengan distribusi hiper-eksponensial.

4. Distribusi Weibull

Distribusi weibull adalah suatu distribusi empirik yang terkait dengan sejumlah besar karakteristik kerusakan daripada peralatan. Peralatan ini dapat ekuivalen dengan distribusi lainnya, tergantung dari parameter pembentuknya (β) = 1, maka distribusi weibull

ekivalen sama dengan distribusi eksponensial, serta jika $3 < \beta < 4$ mendekati distribusi normal.

Distribusi weibull mempunyai beberapa kelebihan, hal ini dapat dilihat dari parameter bentuk (β) yang dimiliki oleh distribusi weibull, yaitu sebagai berikut :

1. Jika $\beta = 1$, didapat fungsi keandalan eksponensial dengan laju kerusakan tetap
2. Jika $\beta < 1$, didapat fungsi keandalan dengan laju kerusakan menurun
3. Jika $\beta > 1$, didapat fungsi keandalan dengan laju kerusakan meningkat
4. Jika $3,3 < \beta < 3,5$ didapat fungsi keandalan yang mendekati distribusi normal

PEMBAHASAN MASALAH

Hasil perhitungan yang dipergunakan dalam pengolahan data terhadap kegiatan *maintenance* ini merupakan kriteria minimasi ongkos perawatan (*spare part*) mesin *reverses osmosis* terhadap *failure rate*. Pada bagian analisa ini, analisa yang akan dilakukan mencakup : analisa terhadap tujuan penelitian, analisa kebijakan perawatan yang sedang berjalan, Evaluasi sistem perawatan terhadap laju kerusakan (*failure rate*), analisa distribusi ongkos *maintenance* (*sapre part*), dan analisa keputusan dalam kebijakan perawatan untuk membuat jadwal *maintenance* yang optimal. Kebijakan *Maintenance* yang sedang berjalan di perusahaan sekarang ini lebih banyak diarahkan pada kegiatan perawatan yang bersifat rutinitas (*routine maintenance*), kegiatan harian ini dilakukan dengan pedoman

berupa *check list*. Setiap harinya para teknisi bagian perawatan akan melakukan kegiatan *preventive* ini dengan mengecek semua yang sudah ada pada lembaran *check list* harian. Kegiatan *Preventive* harian ini yang di cek setiap harinya berupa : pengecekan PH air, level air, *Hardness*, *hot water tank* (HWT), *warm water tank* (WWT), *multi media* Pin dan Pout, *Carbon filter* Pin dan Pout, *Softener* Pin dan Pout, *Prefilter* Pin dan Pout, *RO feed*, *ROpermeate*, % *rejection*, *permeate flow*, *Reject flow*, *pump discharge*, *reject pressure*, *resistifitas*, Pompa sirkulasi, pompa *pressure tank*, *holding tank*, ruangan dan lantai RO, panel RO, *primary pressure*, *final pressure*, *temperature*, panel dan *display* EDI, DC ampere, VDC, bagian-bagian EDI, CDI, dan *PHE system*. Ketentuan normalnya lebih lengkap bisa dilihat pada lembaran *check list* harian pada bagian lampiran. Adapun kegiatan *Maintenance* yang dilakukan bulanan atau tahunan pada periode tertentu, contohnya seperti : *Regenerasi Softener*, *Back wash multi media filter and carbon filter*, *Cleaning RO*, *Sanitasi jaringan RO*, *Sanitasi EDI dan CDI* dan lain sebagainya.

Jadi pada dasarnya kegiatan *maintenance* pada *reverses osmosis* ini lebih banyak dilakukan dalam bentuk pemeriksaan / pengecekan. Dari hasil perhitungan pada pengolahan data didapat laju kerusakan pada mesin *reverses osmosis* bagian farmasi 1 untuk softener adalah sebesar $\lambda = 0.00136$ dengan *mean time beetwen failuere* 732 jam, *mean*

time to repair 8 jam dan *avaibility* 8 jam sedangkan untuk multi media dan carbon filter memiliki laju kerusakan sebesar $\lambda = 0.016$ dengan *mean time beetwen failure* 62.5 jam, *mean time to repair* 4 jam dan *avaibility* 4 jam dan untuk continious de ionization memiliki laju kerusakan sebesar $\lambda = 0.0013$ dengan *mean time beetwen failure* 767 jam , *mean time to repair* 107.35 jam dan *avaibility* 107.36 jam. Dari data yang sudah dikelola tersebut didapat bahwa untuk multi media dan carbon filter mendapatkan nilai laju kerusakan terbesar dibanding dengan bagian yang lainnya. Dengan menggunakan perhitungan dan pengujian metode abc didapat untuk waktu interval kerusakan kumulatif pada softener adalah 5.767 Jam, untuk multi media & carbon filter waktu interval kerusakannya adalah 125 jam, dan untuk continious de ionization waktu interval kerusakan kumulatifnya 5768 jam. Dilihat dari tabel 3.7 dengan jam operasi dan interval jam kerusakan maka perlu dilakukan perawatan terhadap softener sebulan sekali yang wajib dilakukan diluar kegiatan rutinitas *preventive* harian berupa *checklist* hal ini ditujukan agar tidak terjadi laju kerusakan yang lebih cepat lagi. Untuk multi media & carbon filter sendiri perlu dilakukan perawatan dua minggu sekali yang wajib dilakukan diluar kegiatan *preventif* harian yang berupa *check list*. Sedangkan untuk CDI sendiri perawatan dilakukan dua bulan sekali yang wajib dilakukan diluar kegiatan *preventive* harian berupa *checklist*. Semua ini dilakukan guna mencegah

laju kerusakan yang tinggi, dengan melakukan perawatan yang teratur maka diharapkan mesin memiliki usia pakai yang cukup lama dan mesin juga dapat terbebas dari gangguan-gangguan yang membuat mesin cepat mengalami kerusakan.

Sedangkan pada reverses osmosis bagian farmasi 2 untuk softener mendapatkan laju kerusakan sebesar $\lambda = 0.00198$, *mean time beetwen failure* 504 jam, *mean time to repair* 12 jam, dan *avaibility* 12 jam. Untuk electrode de ionization (fungsinya sama dengan continious de ionization) memiliki laju kerusakan sebesar $\lambda = 0.00456$, *mean time beetwen failure* 219 jam, *mean time to repair* 26.43 jam dan *avaibility* 26.43 jam, sedangkan untuk pompa memiliki laju kerusakan sebesar $\lambda = 0.00472$, *mean time beetwen failure* 212 jam, *mean time to repair* 24.45 jam dan *avaibility* 24.45 jam. Dari data yang sudah dikelola tersebut didapat bahwa untuk pompa mendapatkan nilai laju kerusakan terbesar dibanding dengan bagian yang lainnya. Dengan menggunakan perhitungan dan pengujian metode abc didapat untuk waktu interval kerusakan kumulatif pada softener adalah 3962 Jam, untuk pompa waktu interval kerusakannya adalah 3759 jam, dan untuk elektroda de ionization waktu interval kerusakan kumulatifnya 5404 jam. Dilihat dari tabel 3.15 dengan jam operasi dan interval jam kerusakan maka perlu dilakukan perawatan terhadap softener sebulan sekali yang wajib dilakukan

diluar kegiatan rutinitas *preventive* harian berupa *checklist* hal ini ditujukan agar tidak terjadi laju kerusakan yang lebih cepat lagi. Untuk pompa sendiri perlu dilakukan perawatan dua bulan sekali yang wajib dilakukan diluar kegiatan *preventif* harian yang berupa *check list*. Sedangkan untuk EDI sendiri perawatan dilakukan dua bulan sekali yang wajib dilakukan diluar kegiatan *preventif* harian berupa *checklist*. Semua ini dilakukan guna mencegah laju kerusakan yang tinggi, dengan melakukan perawatan yang teratur maka diharapkan mesin memiliki usia pakai yang cukup lama dan mesin juga dapat terbebas dari gangguan-gangguan yang membuat mesin cepat mengalami kerusakan. Reverses Osmosis bagian farmasi 1 dengan bagian farmasi 2 yang memiliki tingkat laju kerusakan paling besar adalah terjadi pada reverses osmosis bagian farmasi 2, dan hal ini terlihat jelas bahwa tingkat laju kerusakannya terjadi pada bagian mesin pompa nya. Berdasarkan informasipun bagian mesin pompa ini sudah pernah mengalami *overhoul*, sehingga dalam kegiatan perawatan kedepannya bagian ini harus mendapatkan perawatan yang rutin agar dapat mengurangi laju kerusakan sehingga usia pakainya pun dapat bertahan lebih lama lagi. Dipilihnya mesin *reverses osmosis* sebagai objek penelitian didasarkan pada pertimbangan sebagai berikut : faktor peranan pada mesin *reverses osmosis* yang mempunyai peranan penting dalam proses produksi, baik untuk menghasilkan out put sebuah produk maupun

sebagai *cleaning* / pencucian alat-alat produksinya itu sendiri. Sehingga apabila mesin tersebut rusak maka sangat kecil kemungkinan produksi akan berjalan apabila cadangan airnya diholding tanknya sudah tidak cukup lagi. Selain itu apabila mesinnya rusak dan tidak dapat dijalankan hal ini juga akan mengganggu kelancaran proses produksi. Pertimbangan lainnya yaitu faktor usia dari mesin *reverses osmosis* dan besarnya asset yang ditanamkan pada mesin *reverses osmosis*, perawatannya pun benar-benar harus dijaga, sampai kedalam ruangan dan lantai-lantai harus tetap terjaga kondisi kebersihannya. Adapun bagian kritis yang dipilih adalah bagian CDI untuk mesin *reverses osmosis* pada farmasi 1 hal ini mendapatkan hasil perhitungan kritis paling besar dibanding dengan bagian lainnya yaitu dengan persentase frekwensi kerusakan sebesar 45.46%, sedangkan untuk *reverses osmosis* pada farmasi 2 bagian kritisnya yang dipilih adalah bagian EDI yang mendapat Persentase frekwensi kerusakan sebesar 42.31%. Dasar pemilihan ini dilihat dari besarnya frekwensi kerusakan dan seringnya mengalami *service* selama periode waktu agustus 2004 sampai dengan agustus 2006. Dari hasil perhitungan terhadap penentuan bagian kritis ini, disini juga dihitung waktu perawatan pencegahannya (T_p), dari hasil perhitungan waktu perawatan pencegahan (T_p) harian berupa *checklist* rata-rata dilakukan setiap hari selama 1:05 jam baik untuk RO Fm 1 dan RO Fm 2, sedangkan T_p sebelum pengujian

dilakukan selama 28 jam / unit untuk RO Fm 1 dan 23 jam / unit untuk RO Fm 2. Namun setelah dilakukan pengujian maka T_p pada RO FM 1 untuk softener dilakukan setiap 242 jam kerja sekali, multi media & carbon filter dilakukan setiap 159 jam kerja sekali dan continuous de ionization dilakukan setiap 452 jam kerja sekali. Sedangkan T_p pada RO Fm 2 untuk softener dilakukan setiap 762 jam kerja sekali, Pompa dilakukan setiap 347 jam kerja sekali dan elektroda de ionization dilakukan selama 421 jam kerja sekali. Hal ini guna mendapatkan hasil yang optimal baik dalam kegiatan *maintenance* sendiri maupun dalam pengeluaran / pembayaran biaya *maintenance* itu sendiri.

4.5 Analisa Perawatan Pencegahan Dengan Pengujian Weibull 2 Parameter

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan pengujian *weibull 2 parameter* didapat rata-rata waktu interval kumulatif perawatan pencegahan pada *reverses osmosis* bagian farmasi 1 untuk softener adalah 4354 jam kerja. Untuk multi media & carbon filter 476 jam kerja, sedangkan untuk continuous de ionization 3164 jam kerja. Ketiga bagian ini setelah dilakukan dengan pengujian *weibull 2 parameter* mendapatkan hasil uji yang masuk kedalam kriteria diterima dalam H_0 karena rata-rata semua hasil perhitungannya nilai M hitung < dari nilai F_{critic} , sehingga dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa ketiga bagian ini waktu antar kerusakannya berdistribusi *weibull*.

Sedangkan *reverses osmosis* bagian farmasi 2 hasil perhitungan dengan menggunakan pengujian *Weibull 2 parameter* didapat rata-rata waktu interval kumulatif perawatan pencegahan untuk softener 3808 jam kerja, untuk multi media & carbon filter 1388 jam kerja sedangkan untuk electrode de ionization 6314 jam kerja. Dalam pengujian dengan metoda *Weibull 2 parameter* ketiga bagian ini juga mendapatkan hasil uji yang masuk kedalam kriteria yang diterima dalam H_0 karena rata-rata semua hasil perhitungannya nilai M hitung < dari nilai F_{critic} , sehingga dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa ketiga bagian ini waktu antar kerusakannya berdistribusi *Weibull*. Didalam kegiatan *maintenance* pastinya tidak akan terlepas dari biaya, karna salah satu keberhasilan kegiatan *maintenance* sendiri adalah dengan adanya ketersediaan bahan-bahan *spare part* / pengadaan bahan, selain itu juga ongkos tenaga kerja perawatan perlu diperhatikan, ongkos pesan bahan *spare part*, ongkos simpan, pajak, dan lain sebagainya. Kegiatan *maintenance* ini tidak terlepas dari yang namanya biaya / ongkos. Oleh karena itu ongkos perawatan ini perlu adanya perhatian yang cukup, agar biaya yang disediakan tidak mengalami kekurangan sehingga dapat mengakibatkan pemborosan serta kerugian yang cukup besar. Biaya perawatan yang sudah disediakan oleh perusahaan sebaik mungkin dapat dikelola dengan baik, jangan sampai pengeluaran lebih besar dari pada pemasukan.

Setiap tahunnya perusahaan menyediakan dana sebesar Rp 750.000.000 untuk pengadaan bahan *spare part reverses osmosis* bagian farmasi 1 dan farmasi 2. Dari hasil perhitungan pada bagian pengolahan data didapat : Dengan menggunakan metode ABC, maka dana kumulatif yang diserap terbagi menjadi 3 kelas, yaitu kelas A, B dan C. Masing-masing kelas mengeluarkan nominal kumulatif yang terserap. Pada *reverses osmosis* bagian farmasi 1 dana kumulatif yang terserap kelas A sebesar Rp 138.290.886 dengan persentase 80.92% *spare part* yang masuk dalam kelas A ini adalah *spare part* berkode 132- dan 132-135. (Nama *spare part* dapat dilihat pada tabel pengumpulan data yang sudah ada pada pembahasan sebelumnya). Kelas B adalah *sapre part* berkode 132-134 dan 132-217 sebesar Rp 30.707.601 dengan persentase 17.97% dan kelas C *spare part* berkode 132-129 dan 132-126 sebesar Rp 1.905.070 dengan persentase 1.11 %. Dari hasil perhitungan dengan metode ABC maka *spare part* yang harus diutamakan untuk penyediaan barang / pengadaan adalah *spare part* kelas A, karena pada kelas A ini merupakan kelas yang mendapatkan dana kumulatif yang terserap paling besar nominalnya dan juga persentasenya, oleh karena itu setiap kali pengadaan barang *spare part* kelas A ini harus mendapatkan urutan yang utama. Sama halnya pada *reveses osmosis* pada farmasi 2 dengan menggunakan metode ABC dana kumulatif yang terserap paling besar adalah kelas A. Karena pada kelas A

mendapatkan nilai nominal terbesar yaitu sebesar Rp 1.051.485.825 dengan persentase 99 %, *spare part* berkode 248-129,248-135,248-105,248-101,248-141 dan 248-109, sedangkan kelas C dana kumulatif yang terserap sebesar Rp 1.350.000 dengan persentase 0% dengan *spare part* berkode 248-139,248-117,248-127,248-125,248-126 dan 248-224, pada kelas B dana kumulatif yang terserap sebesar Rp 12.229.522 dengan persentase 1%, *spare part* berkode 248-123,248-209,248-221,248-215,248-123 dan 248-119.

Pada perhitungan ongkos pengadaan merupakan dari ongkos pengadaan selama terjadinya pemesanan, dan sebagai perhitungan dalam meminimalkan ongkos total persediaan didapat bahwa jumlah dipesan tiap pesanan (q) yang optimal adalah 46 untuk RO Fm 1 dan 33 untuk RO FM 2. Sebelum pengujian, diketahui dari data mentah bahwa pemesanan / jumlah dipesan tiap kali pesan rata-rata sejumlah 30 untuk RO FM 1 dan RO FM 2. Namun setelah dilakukan pengujian maka jumlah dipesan tiap kali pesan (q) yang optimal dianjurkan sejumlah 46 untuk RO FM 1 dan 33 untuk RO FM 2. Dengan demikian dapat mengurangi dari ongkos pesan, dan itu artinya dapat membantu dalam penghematan biaya pesan terhadap ongkos *maintenance*, sehingga biaya *maintenance* pun dapat diminimalkan. Untuk RO FM 1 jika jumlah dipesan tiap kali pesan (q) sejumlah 30 dengan biaya pengadaan / ongkos total persediaan Rp 172.498.455 maka

dengan pengujian terhadap ongkos total persediaan (T_c) didapat jumlah dipesan tiap kali pesan sejumlah 46 maka ongkos total persediaan hanya sebesar Rp 105.824.162 dengan demikian kita akan dapat menghemat biaya sebesar Rp 66.674.293 dengan tingkat persentase sebesar 4.50%. Penghematan sebesar Rp 66.674.293 ini dalam perhitungan jangka waktu 2 tahun (periode agustus 2004 sampai dengan agustus 2006). Sedangkan Untuk RO FM 2 jika jumlah dipesan tiap kali pesan (q) sejumlah 30 dengan biaya pengadaan / ongkos total persediaan Rp 1.309.540.504 maka dengan pengujian terhadap ongkos total persediaan (T_c) didapat jumlah dipesan tiap kali pesan sejumlah 33 maka ongkos total persediaan hanya sebesar Rp 761.368.862 dengan demikian kita akan dapat menghemat biaya sebesar Rp 548.171.642 dengan tingkat persentase sebesar 36.99%. Penghematan sebesar Rp 548.171.642 ini dalam perhitungan jangka waktu 2 tahun (periode agustus 2004 sampai dengan agustus 2006).

Karena ongkos persediaan dipengaruhi oleh ongkos pengadaan sedangkan ongkos pengadaannya sendiri dipengaruhi oleh kuantitas pesanan, dan jika semakin besar kuantitas pesanan maka ongkos pengadaan yang terjadi akan semakin kecil, dan sebaliknya semakin kecil kuantitas pesanan maka ongkos pengadaan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan semakin besar pula. Hal ini disebabkan apabila perusahaan melakukan pemesanan *spare part* dengan kuantitas

pemesanan yang jumlah sedikit maka perusahaan tersebut akan sering melakukan proses pemesanan barang untuk mencukupi permintaan (*demand*), sehingga ongkos yang harus dikeluarkan oleh perusahaan akan semakin besar. Sebaliknya apabila perusahaan melakukan pemesanan spare part dengan kuantitas yang besar maka persediaan barang untuk kebutuhan dapat dicukupi sehingga proses pemesanan barang tidak sering dilakukan.

Dari hasil perhitungan diatas dan analisa maka kita dapat mengetahui bahwa ongkos total persediaan dalam jangka waktu 2 tahun untuk RO FM 1 dan RO FM 2 diperlukannya cukup sebesar Rp 867.193.024 dari biaya yang seharusnya dikeluarkan sebesar Rp 1.482.038.959 (sabelum dilakukan pengujian). Dengan melakukan pengujian ongkos total *maintenance* maka kita dapat meminimalkan ongkos perawatan itu sendiri hingga Rp 307.422.968 pertahunnya. Hasil perhitungan ongkos *maintenance* ini tidak termasuk ongkos perawatan tenaga kerja, hanya sebatas perhitungan pengadaan serta pemakaian bahan *spare part* saja. Hal ini dikarenakan biaya perawatan tenaga kerja hanya dapat diketahui oleh pihak-pihak tertentu saja yang memang memiliki hak untuk mengetahui (sifatnya interen).

KESIMPULAN

1. Berdasarkan frekwensi kerusakan yang terjadi pada mesin *reverses osmosis* bagian farmasi 1 dan mesin *reverses osmosis* bagian farmasi 2 yang diteliti maka didapat hasil perhitungan dengan penjadwalan *maintenance* yang optimal sebagai berikut:

	Softener Sebelum Sesudah		MM & CF Sebelum Sesudah		CDI / EDI Sebelum Sesudah	
RO Bag	2 bulan	1 bulan	1 bulan	2 minggu	3 bulan	2 bulan
FM 1	sekali	sekali	sekali	sekali	sekali	sekali
RO Bag	2 bulan	1 bulan	1 bulan	3 minggu	3 bulan	2 bulan
Fm 2	sekali	sekali	sekali	sekali	sekali	sekali

Dengan adanya penjadwalan yang optimal maka diharapkan dapat mengurangi frekwensi laju kerusakan yang tinggi.

2. Hasil perhitungan dan analisa yang sudah dilakukan maka didapat biaya *maintenance* (ongkos perawatan) dapat diminimalkan dari ongkos pemesanan. Untuk mesin *reverses osmosis* pada bagian farmasi 1 ongkos *maintenance* dapat diminimalkan hingga 4.50 % sedangkan untuk mesin *reverses osmosis* bagian farmasi 2 ongkos *maintenance* dapat diminimalkan hingga 3.69 %

DAFTAR PUSTAKA

1. A. K. S. Jardine *Maintenance, Replacement & Reliability*.
2. Antony Corde., *Maintenance Management Techniquis*.
3. Balbir S. Dhillon., *Reliability & Maintenance Managemen*.
4. G. P. Sullivan, R. Pugh, A. P. Melendes & W.D.Hunt., *Operations & Maintenance (O & M) Best Practices, release 2.0, Pacific Northwest National Laboratory, July 2004*.
5. Ir. Suwandi Suparlan., MME., *Perawatan Mesin*, Penerbit Institut Teknologi Bandung (ITB), Desember 1999.
6. Mc Graw-Hill & Charles E. Ebeling, *An Introduction To Reliability and Maintainability Engineering International Editions*, University of Dayton Ohio., 1997
7. Osmonics *Electrodeionization (EDI), Instruction Manual*, Version 1.1
8. P. Gopalakrishnan & AK. Sanerji *Maintenance and Spare Parts Management*.
9. Salvendy, Gavriel., *Handbook Of Industrial Engineering*, Edisi kedua, Penerbit John Wiley and Sons, New York, 1922.