# USULAN PEMBUATAN JADWAL PERGANTIAN TERHADAP KOMPONEN KRITIS PADA MESIN *WATER FOR INJECTION LOOP PUMP* DI *ONCOLOGY PLANT* PT. SANBE FARMA CIMAREME

# *REPLACEMENT OF PROPOSE SCHEDULE MAKING TOWARDS CRITICAL COMPONENT IN WATER ENGINE FOR INJECTION LOOP PUMP AT ONCOLOGY PLANT* PT. SANBE FARMA CIMAREME

**Fajar Kurniawan dan Iyan Andriana**
**Program Studi Teknik Industri, Universitas Komputer Indonesia, Bandung**
**Jl. Dipatiukur No. 112-116 40132, Telp (022) 2504119, Fax (022) 2533754**

**ABSTRAK**

PT. Sanbe Farma adalah perusahaan yang bergerak dibidang farmasi atau obat-obatan, perusahaan ini melakukan pengembangan, produksi dan penjualan obat yang berkualitas tinggi, produk yang dihasilkan perusahaan ini antara lain adalah obat steril dan non-steril.

*Failure mode, effects, and criticality analysis* (*FMECA*) adalah suatu teknik desain untuk secara sistematis mengidentifikasi dan menginvestigasi kelemahan sistem yang potensial (produk atau proses). Sedangkan model pencegahan dengan kriteria minimasi biaya adalah untuk mengganti komponen yang telah mencapai umurnya dengan meminimasi biaya penggantian, sehingga didapat suatu interval waktu perawatan yang optimal dalam melakukan perawatan pencegahan.

Mesin *WFI Loop Pump* sering kali mengalami gangguan yang tidak terprediksi, hal tersebut tentu saja sangat merugikan karena *output* dari mesin tersebut merupakan bahan baku untuk produksi dan mengakibatkan produksi yang sedang berjalan harus berhenti. Maka dari itu digunakan metode *FMECA*, menghitung biaya perawatan serta menentukan interval waktu yang optimal untuk pergantian komponen kritis.

Hasil dari analisis bahwa *Mechanical Seal* dan *Bearing* merupakan komponen kritis dari mesin *WFI Loop Pump*, maka dari itu dilakukan perhitungan interval waktu pergantian komponennya dengan hasil 377 jam atau 15.7 hari untuk pergantian kedua komponen tersebut.

**Kata Kunci**: *FMECA*, Biaya Perawatan, Interval Waktu Pergantian

## I. Pendahuluan

### A. Latar Belakang

Seiring dengan pesatnya laju perkembangan dan pertumbuhan industri farmasi di dalam negeri, menuntut para produsen untuk bersaing secara ketat demi memenuhi kebutuhan konsumen serta mendapatkan keuntungan yang besar bagi perusahaan.

PT. Sanbe Farma adalah perusahaan yang bergerak di bidang farmasi atau obat-obatan, perusahaan ini melakukan pengembangan, produksi dan penjualan obat yang berkualitas tinggi, produk yang dihasilkan perusahaan ini antara lain adalah obat steril dan non-steril. PT. Sanbe Farma juga adalah satu-satunya produsen farmasi yang memproduksi sendiri obat antikanker di indonesia, sebelumnya perusahaan lainnya mengimpor dari perusahaan asing seperti China, India atau Eropa.

Mesin dengan performansi dan produktivitas yang baik, tentu dapat beroperasi secara normal sesuai yang diharapkan dalam sebuah proses produksi. Tentu saja untuk memenuhi semua itu diperlukan perawatan yang baik terhadap mesin, mengingat bahwa setiap mesin memiliki ketahanan berbeda terhadap suatu gangguan ataupun kerusakan pada komponennya.

Sehubungan dengan masalah tersebut, mesin *Water For Injection Loop Pump* yang berfungsi sebagai pompa untuk mengirimkan *WFI* ke bagian produksi tidak jarang mengalami gangguan yang tidak terprediksi, hal tersebut tentu saja mempengaruhi aktivitas produksi yang harus terus berjalan. Maka dari itu penelitian kali ini akan mengkaji bagaimana menentukan komponen yang dianggap paling kritis, menghitung biaya perawatan dan membuat jadwal perawatan yang optimal dengan biaya yang kecil untuk mesin *WFI Loop Pump* tersebut.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana menentukan komponen kritis pada mesin *WFI Loop Pump* ?
2. Berapa banyak biaya yang dikeluarkan untuk komponen kritis pada mesin *WFI Loop Pump*?
3. Bagaimana membuat jadwal pergantian komponen kritis pada mesin *WFI Loop Pump*?

Tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Menentukan komponen kritis yang ada pada mesin *WFI Loop Pump*.
2. Menghitung biaya perawatan untuk komponen kritis pada mesin *WFI Loop Pump*.
3. Menentukan jadwal pergantian komponen kritis pada mesin *WFI Loop Pump*.

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Penentuan komponen kritis hanya pada mesin *WFI Loop Pump*.
2. Biaya yang dihitung hanya pada perawatan komponen kritis.
3. Pembuatan jadwal pergantian hanya pada komponen mesin *WFI Loop Pump* yang dianggap paling kritis.

## II. Studi Literatur

### A. Manajemen Perawatan

Perawatan adalah aktivitas pemeliharaan, perbaikan, pembersihan, penyetelan dan pemeriksaan terhadap objek yang dirawat. Konsep ini berawal dari keinginan manusia untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan terhadap objek yang dimilikinya, sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia, dapat berfungsi dengan baik dan dapat bertahan dalam jangka waktu yang diinginkan.

### B. *Failure Mode, Effect and Criticality analysis* (*FMECA*)

(*FMECA*) adalah suatu teknik desain untuk secara sistematis mengidentifikasi dan menginvestigasi kelemahan sistem yang potensial (produk atau proses). *FMECA* ditindak lanjuti didalam suatu cara yang tepat waktu memberikan masukan yang sangat berguna sekali kedalam pengembangan program perawatan preventif biaya efektif dan yang bertalian dengan rencana pengendalian terfokus. Dari sisi *spectrum* komersial, terutama sekali industri otomotif, kegunaan metric yang disebut dengan istilah *Risk Priority Number* atau *RPN* yang mana dapat diungkapkan seperti berikut ini:

RPN = (tingkat kepelikan) x (tingkat frekuensi) x ( probabilitas tingkat pendeteksian)

### C. Biaya Perawatan Berdasarkan Interval Waktu Perawatan

Melalui perhitungan biaya maka dapat diketahui jumlah biaya yang dikeluarkan untuk perawatan. Waktu perawatan yang optimal antara kegiatan penggantian preventif, dapat diketahui dengan memilih interval waktu yang memiliki biaya terendah. Apabila interval waktu yang optimal diperoleh, maka biaya perawatan paling minimum dapat diketahui.

### D. Model Perawatan Pencegahan Dengan Kriteria Minimasi Biaya

Untuk dapat memecahkan permasalahan perawatan pencegahan yang optimal dalam suatu kasus, dilakukan pengembangan model yang mempresentasikan keadaan nyata dari permasalahan. Kebijakan dalam melakukan penggantian menunjukkan pencegahan penggantian dari komponen yang sudah mencapai umur t ditambah dengan penggantian kerusakan jika penting.

## III. Hasil dan Pembahasan

### A. Deskripsi Mesin

Tahap ini bertujuan untuk memilih mesin yang sering mengalami gangguan dan kemudian mendeskripsikan kegunaan dari mesin tersebut.

Mesin yang dipilih adalah mesin WFI Loop Pump, yang berfungsi untuk mengalirkan air bebas *pyrogen* yang dibuat dari proses depirogenasi *purified water* menggunakan *water for injection generator* ke dalam tanki dan memutar air tersebut dengan *looping system* agar air tetap steril. Air tersebut merupakan air yang digunakan untuk bahan baku pembuatan obat dan juga sebagai air untuk sanitasi mesin-mesin untuk proses steril.

### B. Fungsi Sistem Kerja Mesin WFI Loop Pump

Tahap ini bertujuan untuk mendefinisikan cara kerja mesin tersebut secara keseluruhan dan cara kerja masing-masing komponennya.

*WFI Loop Pump* adalah pompa yang memiliki elemen utama berupa motor penggerak dengan sudut *impeller* yang berputar dengan kecepatan tinggi. Mesin ini mempunyai 8 komponen utama beserta masing-masing fungsinya, komponen-komponen tersebut antara lain:

1. *Ash*
   *Ash* atau poros berfungsi untuk meneruskan momen putar dari penggerak selama pompa dalam kondisi beroperasi., komponen ini berfungsi juga sebagai dudukan *impeller* dan bagian yang bergerak lainnya.
2. *Mechanical Seal*
   *Mechanical Seal* adalah sebuah alat pemblok cairan atau gas pada suatu *roating equipment* yang melekat dengan *Ash*.
3. *Bearing*
   *Bearing* berfungsi untuk menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar, baik berupa beban radial maupun beban axial. *Bearing* juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga meminimalisir gesekan.
4. *Impeller*
   *Impeller* berfungsi untuk mengubah energy mekanis dari pompa manjadi energy kecepatan pada fluida yang dipompakan secara kontinyu (terus-menerus). Dengan adanya proses ini maka

saluran hisap akan bekerja secara maksimal dan terus menerus sehingga tidak ada kekosongan fluida dalam rumah pompa.

5. Dinamo
   Dinamo adalah piranti yang merubah energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik.
6. Motor
   Motor adalah piranti yang merubah energi listrik menjadi energi mekank (gerak) yang fungsinya untuk menggerakan putaran pada pompa.
7. *Gasket*
   *Gasket* adalah salah satu jenis *seal* digunakan pada celah kecil pada komponen yang diam yang berfungsi untuk mencegah kebocoran pada permukaan celah mesin yang rata dan juga kering.
8. *Oring*
   *Oring* adalah karet berbentuk lingakaran yang berfungsi untuk penahan cairan, menjaga kebocoran, menjaga kotoran dan material lain masuk ke dalam sistem, membatasi cairan agar tidak tercampur pada celah antara *Ash* dan *Mechanical Seal*.

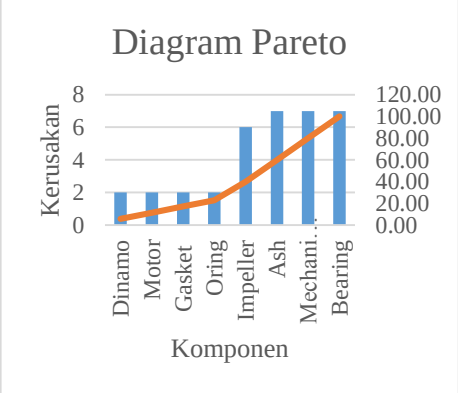
## C. Penentuan Komponen Mesin WFI Loop Pump yang Dianggap Kritis

Dalam menentukan komponen mesin *WFI Loop Pump* yang paling kritis diambil dari hasil perbandingan komponen yang sering mengalami kerusakan. Penentuan komponen yang paling kritis juga dapat dilihat menggunakan diagram yang menunjukan frekuensi kerusakan paling banyak dari komponen lainnya.

Tabel 1. Data Frekuensi Kerusakan Komponen

| No | Komponen | Harga | Frekuensi Kerusakan | Presentase | Komulatif |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Dinamo | Rp. 750.000 | 2 | 5.71 | 5.71 |
| 2 | Motor | Rp. 600.000 | 2 | 5.71 | 11.43 |
| 3 | *Gasket* | Rp. 200.000 | 2 | 5.71 | 17.14 |
| 4 | *Oring* | Rp. 50.000 | 2 | 5.71 | 22.86 |
| 5 | *Impeller* | Rp. 130,000 | 6 | 17.14 | 40.00 |
| 6 | *Ash* | Rp. 350,000 | 7 | 20.00 | 60.00 |
| 7 | *Mechanical Seal* | Rp. 1.300.000 | 7 | 20.00 | 80.00 |
| 8 | *Bearing* | Rp. 130.000 | 7 | 20.00 | 100.00 |
| Total | | | 35 | 100.00 | |

Berikut adalah diagram pareto penentuan komponen kritis




Gambar 1. Diagram Pareto Penentuan Komponen Kritis pada Mesin *WFI Loop Pump*

Dilihat dari grafik diatas dan membandingkan berapa banyak komponen yang mengalami gangguan, bahwa terdapat 2 komponen yang sering mengalami kerusakan serta pergantian. Kedua komponen tersebut adalah Mechanical Seal dan Bearing.

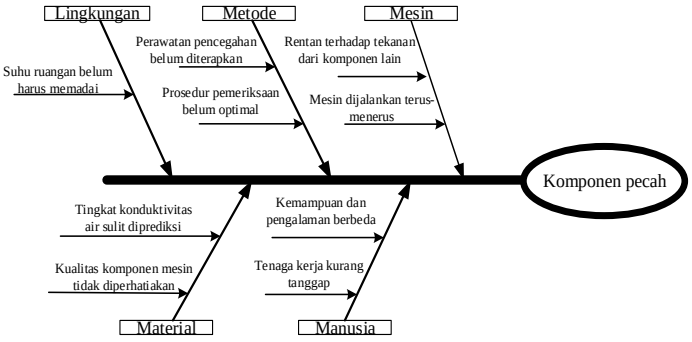
## D. Deskripsi Jenis Kerusakan Komponen Kritis

1. ***Mechanical Seal***
   Penyebab kerusakan pada *Mechanical Seal* merupakan efek dari tekanan komponen *Ash*, sehingga membuat komponen *Mechanical Seal* menjadi cepat pecah.
2. ***Bearing***
   Kerusakan pada komponen *Bearing* terjadi karena hantaman tekanan pada *Bearing* sangat kuat tanpa henti sehingga membuat komponen ini menjadi cepat rusak dan longgar.

## E. Menentukan Sebab dan Akibat Dari Komponen Kritis

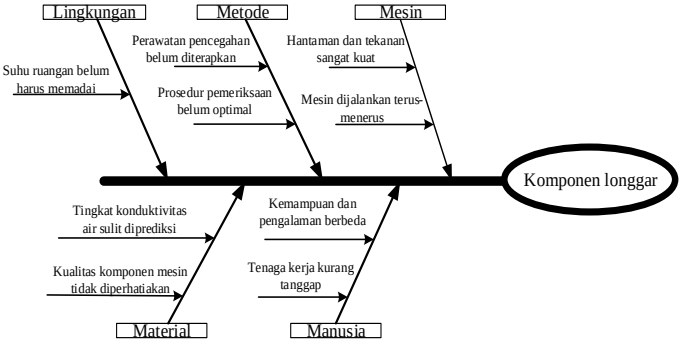
Dalam mengidentifikasi penyebab dan akibat dari kerusakan komponen kritis digunakan *Fishbone Diagram*. Dengan menggunakan *FishBone* Diagram ini kita dapat menentukan sebab-sebab atau faktor yang mempengaruhi kerusakan dari seiap komponen kritis.

- Berikut adalah diagram sebab akibat komponen *Mechanical Seal*




Gambar 2. Diagram Sebab Akibat Dari Komponen *Mechanical Seal*

- Berikut adalah diagram sebab akibat komponen *Bearing*




Gambar 3. Diagram Sebab Akibat Dari Komponen *Bearing*

**F. Menentukan Efek Dari Kerusakan Komponen-Komponen Kritis Mesin *WFI Loop Pump***

Sebelum menentukan efek dari kerusakan komponen terhadap suatu sistem, kita harus mengetahui kerusakan-kerusakan dari komponen tersebut. Karena kerusakan yang terjadi tentu saja akan membuat kinerja suatu mesin menjadi menurun atau bahkan mati total. Berikut adalah efek dari kerusakan dari komponen-komponen kritis:

Tabel 2. Efek Kerusakan Dari Komponen-Komponen Kritis

| Nama Komponen | Efek Terhadap Kinerja Mesin |
|---|---|
| *Mechanical Seal* | Pompa tidak akan bisa berputar karena dudukan *Ash* pecah sehingga membuat mesin tidak bisa berfungsi. |
| *Bearing* | Putaran pompa menjadi macet dan menimbulkan suara yang bising. |

**G. Menilai Keburukan Jenis Keursakan, Menilai Frekuensi Kejadian Jenis Kegagalan dan Menilai Deteksi Probabilitas.**

Selanjutnya adalah menilai Keburukan Jenis Kerusakan, Menilai Frekuensi Kerusakan, danMenilai Deteksi Probabilitas dari setiap komponen kritis. Nilai-nilai tersebut dilihat berdasarkan daftar nilai dan ketegori yang tertera pada tabel penilaian. Setelah mendapatkan ketiga nilai tersebut, maka selanjutnya menentukan nilai RPN dengan mengkalikan ketiga nilai tersebut pada masing-masing komponen kritis.

Tabel 3. *Risk Priority Number* untuk Masing-Masing Komponen

| *Prioritas* | *Nama Komponen* | *Keburukan Terhadap Proses* | *Frekuensi Jenis Kegagalan* | *Deteksi Proabilitas* | *RPN* |
|---|---|---|---|---|---|
| *1* | *Mechanical Seal* | *10* | *9* | *2* | *180* |
| *2* | *Bearing* | *8* | *9* | *1* | *72* |

**I. Perhitungan Menggunakan Distribusi *Weibull***

Distribusi ini merupakan distribusi yang paling sering digunakan untuk menganalisis data kerusakan, karena distribusi *weibull* dapat memenuhi beberapa periode kerusakan yang terjadi, yaitu periode awal (*early failure*), periode normal dan periode pengausan (*wear out*).

Periode tersebut tergantung dari nilai parameter bentuk fungsi distribusi *weibull*. Distribusi *weibull* mempunyai laju kerusakan menurun untuk $\beta < 1$, laju kerusakan konstan untuk $\beta = 1$ dan laju kerusakan naik untuk $\beta > 1$.

Hasil-hasil tersebut kemudian disajikan ke dalam sebuah tabel *FMECA*, yang mencakup hasil keseluruhan yang didapat selama melakukan pengolahan data. Selain hasil tersebut, dalam tabel ini juga diperlihatkan tanggapan serta tindakan pengendalian alternatif yang dilakukan pada komponen kritis tersebut.

Dari hasil tersebut, bisa dipastikan bahwa komponen kritis yang menempati prioritas pertama adalah *Mechanical Seal*, karena komponen tersebut memiliki nilai efek keburukan dan frekuensi kerusakan yang tinggi.

**H. Menghitung Biaya Perawatan**

Langkah selanjutnya adalah menhitung biaya perawatan, diantaranya adalah menghitung harga Cp, biaya kehilangan keuntungan, serta menghitung harga Cf. berikut adalah perhitungan biaya perawatan untuk komponen *Mechanical Seal*:

- Penentuan Harga Cp :
- Biaya Pembelian = Rp. 1.300.000
- Biaya Teknisi Perawatan = Jumlah TK x Ongkos TK per Jam x Waktu Penggantian Pencegahan = 7 Orang x Rp. 6.750 x 3.38 Jam = Rp. 159.705
- Biaya Kehilangan Keuntungan = Keuntungan Produksi Per Jam x Waktu Penggantian = Rp. 250. 000. 000 x 3.38 Jam = Rp. 845.000.000
- Cp = Biaya Pembelian + Biaya Teknisi Perawatan + Biaya

Kehilangan Keuntungan = Rp. 1.300.000 + Rp. 159.705 + Rp. 845.000.000 = Rp. 846.459.705

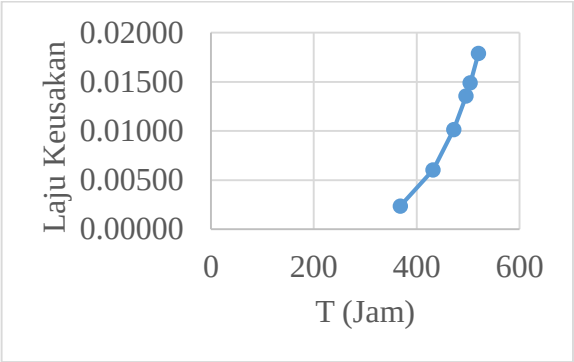
- Penentuan Harga Cf :
- Biaya Pembelian = Rp. 1.300.000
- Biaya Teknisi Perawatan = Jumlah TK x Ongkos TK per Jam x Waktu Penggantian Kerusakan = 7 Orang x Rp. 6.750 x 4 Jam = Rp. 189.000
- Biaya Kehilangan Keuntungan = Keuntungan Produksi Per Jam x Waktu Penggantian = Rp. 250. 000. 000 x 4 Jam = Rp. 1.000.000.000
- Cf = Biaya Pembelian + Biaya Teknisi Perawatan + Biaya Kehilangan Keuntungan = Rp. 1.300.000 + Rp. 189.000 + Rp. 1.000.000.000 = Rp. 1.001.489

Tabel 4. Perhitungan Distribusi *Weibull* Komponen *Mechanical Seal*

| No | Waktu Antar Kerusakan | RANKING | R(Ti)-1 | Xi | Yi | Xi.Yi | Xi2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 472 | 368 | 1.1228 | -2.1556 | 6.1570 | -13.2721 | 4.6467 |
| 2 | 496 | 432 | 1.3617 | -1.1753 | 6.2066 | -7.2944 | 1.3813 |
| 3 | 520 | 472 | 1.7297 | -0.6015 | 6.2538 | -3.7620 | 0.3619 |
| 4 | 368 | 496 | 2.3704 | -0.1473 | 5.9081 | -0.8702 | 0.0217 |
| 5 | 504 | 504 | 3.7647 | 0.2819 | 6.2226 | 1.7543 | 0.0795 |
| 6 | 432 | 520 | 9.1429 | 0.7943 | 6.0684 | 4.8204 | 0.6310 |
| **Jumlah** | | | | **-3.003** | **36.816** | **-18.624** | **7.122** |
| B | 0.1461 | *α* | 497.300 | | | | |
| A | 6.209 | *ß* | 6.846 | | | | |

**J. Menentukan Fungsi dan Laju Kerusakan**

Langkah selanjutnya adalah menentukan laju kerusakan apakah naik atau turun yang mana parameternya adalah α = alfa dan β = beta dilihat dari hasil perhitungan sebelumnya.




Gambar 4. Kurva Laju Kerusakan *Mecanical Seal*

K. Menghitung C(tp) Umur Pergantian

Langkah terakhir adalah melakukan penggantian pencegahan, penggantian dari komponen yang sudah mencapai umur t ditambah dengan penggantian kerusakan jika penting. Tujuan dari kriteria ini adalah untuk mengoptimalkan pencegahan penggantian komponen pada fasilitas yang telah mencapai umurnya dengan meminimasi biaya penggantian, sehingga didapat suatu interval waktu perawatan yang optimal dalam melakukan perawatan pencegahan

Berikut adalah tabel perhitungan interval waktu pergantian komponen *Mechanical Seal* beserta biaya pergantian komponen yang optimal:

Tabel 5. Perhitungan C(tp) Model Interval Pergantian Komponen *Mechanical Seal*

| t | R(t) | Cp.R(t) | Cf(1-R(t)) | (t+Tp).R(t) | t.f(t)dt | tf(1-R(t)) | C(tp) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 374 | 0.86746779 | 734276533.568 | 112183171.432 | 326.602 | $9 \times 10^{-23}$ | 0.3976 | 2588567.953 |
| 375 | 0.86519545 | 732353086.953 | 114106618.047 | 326.611 | $3 \times 10^{-23}$ | 0.4044 | 2588437.538 |
| 376 | 0.86289350 | 730404578.000 | 116055127.000 | 326.605 | $9 \times 10^{-23}$ | 0.4113 | 2588431.105 |
| 377 | 0.86056175 | 728430843.853 | 118028861.147 | 326.583 | $3 \times 10^{-23}$ | 0.4183 | 2588549.928 |
| 378 | 0.85820001 | 726431724.396 | 120027980.604 | 326.545 | $9 \times 10^{-24}$ | 0.4254 | 2588795.315 |
| 379 | 0.85580809 | 724407062.367 | 122052642.633 | 326.491 | $2 \times 10^{-24}$ | 0.4326 | 2589168.608 |
| 380 | 0.85338581 | 722356703.473 | 124103001.527 | 326.420 | $8 \times 10^{-25}$ | 0.4398 | 2589671.182 |
| 381 | 0.85093300 | 720280496.507 | 126179208.493 | 326.333 | $2 \times 10^{-25}$ | 0.4472 | 2590304.449 |
| 382 | 0.84844948 | 718178293.471 | 128281411.529 | 326.229 | $6 \times 10^{-26}$ | 0.4547 | 2591069.856 |
| 383 | 0.84593507 | 716049949.693 | 130409755.307 | 326.108 | $1 \times 10^{-26}$ | 0.4622 | 2591968.887 |

Tabel 6. Kesimpulan Hasil Perhitungan Interval Pergantian Terhadap Komponen Kritis Mesin *WFI Loop Pump*

| Nama Komponen | Nama Mesin | Waktu Penggantian Optimal (jam) | Ongkos Penggantian Optimal (Rp/jam) |
|---|---|---|---|
| *Mechanical Seal* | *WFI Loop Pump* | 377 | 2588549.928 |
| *Bearing* | *WFI Loop Pump* | 377 | 3300019.643 |

Setelah itu maka didapatkan hasil perhitungan C(tp) umur pergantian komponen *Mechanical Seal* adalah 377 jam / 15.7 hari dan ongkos penggantiannya adalah sebesar Rp. 2.588.549. Sedangkan untuk komponen *Bearing* waktu penggantian optimalnya adalah 377 jam / 15.7 hari dan ongkos penggantiannya adalah sebesar Rp. 3.300.019.

## IV. Kesimpulan

1. Komponen kritis yang terpilih adalah *Mechanical Seal* dan *Bearing*, dari hasil perhitungan *RPN*, komponen *Mechanical Seal* berada pada prioritas pertama, maka harus dilakukan perhatian khusus mengingat harga komponen ini paling mahal dari komponen lainnya. Sedangkan komponen *Bearing* berada pada prioritas kedua, tindakan penggantian komponen harus segera dilakukan ketika sudah bunyi bising.
2. Berdasarkan perhitungan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan komponen kritis *Mechanical Seal* dan *Bearing* menunjukan jumlah yang sangat besar, apalagi ditambah biaya kehilangan keuntungan. Biaya kehilangan keuntungan terjadi apabila mesin rusak disaat proses produksi sedang berjalan, tentu saja hal tersebut sangat merugikan perusahaan. Berikut adalah biaya yang dikeluarkan untuk komponen kritis *Mechanical Seal* dan *Bearing*:

➢ Biaya penggantian pencegahan (Cp) *Mechanical Seal*:
- Biaya Pembelian = Rp. 1.300.000
- Biaya Teknisi Perawatan = Rp. 159.705
- Biaya Kehilangan Keuntungan = Rp. 845.000.000
- Cp = Rp. 846.459.705

➢ Biaya penggantian perawatan (Cf) *Mechanical Seal*:
- Biaya Pembelian = Rp. 1.300.000
- Biaya Teknisi Perawatan = Rp. 189.000
- Biaya Kehilangan Keuntungan = Rp. 1.000.000.000
- Cf = Rp. 1.001.489.000

➢ Biaya penggantian pencegahan (Cp) *Bearing*:
- Biaya Pembelian = Rp. 130.000
- Biaya Teknisi Perawatan = Rp. 201.285
- Biaya Kehilangan Keuntungan = Rp. 1.065.000.000
- Cp = Rp. 1.065.331.285

➢ Biaya penggantian perawatan (Cf) *Bearing*:
- Biaya Pembelian = Rp. 130.000
- Biaya Teknisi Perawatan = Rp. 165.375
- Biaya Kehilangan Keuntungan = Rp. 875.000.000
- Cf = Rp. 875.295.375

3. Pembuatan jadwal pergantian komponen kritis dilakukan dengan cara menghitung biaya perawatan komponen kritis yang terpilih, kemudian menghitung nilai parameter α = alfa dan β = beta menggunakan distribusi *weibull* dengan nilai α = 497.300 dan β = 6.846 untuk Mechanical Seal dan α

= 503.579 dan β = 6.2631 untuk komponen Bearing. Kemudian dengan parameter alfa dan beta yang sudah didapat ditentukan laju kerusakannya dalam kurva laju kerusakan. Pada perhitungan kali ini laju kerusakan menunjukan kenaikan dan berdistribusi weibull.

Setelah itu kemudian dilakukan perhitungan C(tp) umur pergantian untuk mengoptimalkan pencegahan penggantian komponen pada fasilitas yang telah mencapai umurnya dengan meminimasi biaya penggantian, sehingga didapat suatu interval waktu perawatan yang optimal dalam melakukan perawatan pencegahan dengan menggunakan kriteria minimasi biaya. Setelah itu maka didapatkan hasil perhitungan C(tp) umur pergantian komponen *Mechanical Seal* adalah 377 jam / 15.7 hari dan ongkos penggantiannya adalah sebesar Rp. 2.588.549. Sedangkan untuk komponen *Bearing* waktu penggantian optimalnya adalah 377 jam / 15.7 hari dan ongkos penggantiannya adalah sebesar Rp. 3.300.019.

## Daftar Pustaka


Andriyana, Soeh. (2009), *Usulan Sistem Perawatan Terhadap komponen Kritis Lokomotif dengan Menggunakan Metode FMECA*, Teknik Industri UNIKOM, Bandung.

Anthara, I Made, Aryantha. (2000), *Analisa Penentuan Dan Penggantian Jenis-Jenis Komponen Kritis Dengan Menggunakan Model Umur Penggantian Dan Interval Penggantian Yang Dihubungkan Dengan Pengendalian Persediaan Jenis-Jenis Komponen Kritis Pada Gravel Pump Di Workshoop PT. KOBA TIN Bangka.* Teknik Dan Manajemen Industri UNPAS, Bandung.

Blanchard, Benjamin S. (1995), *Maintainability*. Dinesh Verma, Elmer L. Peterson.

**http://myblogseru.blogspot.co.id/2014/12/diagram-pareto.html** (Di akses 10 Juni 2016)

Kurniawan, Fajar. (2013), *Manajemen Perawatan Industri, Teknik dan Aplikasi*. Yogyakarta.

Oncology Plant PT. Sanbe Farma Cimareme

Santoso, Gempur. (2010), *Manajemen Perawatan Pabrik Dengan Pendekatan Ergonomis*. Jakarta.

Sudrajat, Ating. (2011), *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Bandung.

**www.beritasatu.com/ekonomi/347251-omzet-industri-farmasi-ditaksir-tembus-rp-60-t.html** (Di akses 06 April 2016)


## Biodata


Penulis 1

Nama : Fajar Kurniawan
Email : FajarGondor@gmail.com
No. Tlp : 0857-2110-7126

Penulis 2

Nama : Iyan Andriana
Prodi : Teknik Industri
Email : Andrianache@gmail.com