Bab 5
Analisis

5.1 Analisis Pemilihan Komponen Kritis

Sistem HVAC (*Heating, Ventilating, and Air Condition*) merupakan sebuah sistem pendukung yang menyuplai udara ke ruang-ruang produksi, sehingga ruangan tersebut memenuhi standar CPOB dalam pengkondisian suhu udara setiap proses produksi obat berlangsung. Sistem HVAC tersebut mempunyai komponen-komponen didalamnya yang mendukung proses penyuplaian udara diantaranya dibagi dalam tiga klasifikasi, yaitu komponen *consumable, general* dan *critical.* Pada penelitian ini, komponen *general* yang dijadikan sasaran objek penelitian dikarenakan untuk komponen *critical* sudah pasti pergantiannya setiap satu tahun sekali.

Sebelum melakukan penentuan interval penggantian komponen, maka harus dicari terlebih dahulu komponen yang dianggap kritis. Dalam penentuan komponen kritis, maka peneliti menggunakan diagram pareto yaitu grafik yang menggambarkan total frekuensi kerusakan yang terjadi dari masing-masing komponen berdasarkan rentang waktu satu tahun. Kriteria untuk menentukan komponen tersebut dikatakan kritis yaitu komponen yang mempunyai frekuensi kerusakan lebih dari 2 kali dalam satu tahun dibandingkan komponen-komponen lainnya. Dari hasil analisis pareto, maka terdapat 4 komponen yang dianggap kritis, yaitu:

1. Miracle Flange
2. FAN
3. Magnehelic
4. Liquid Line Filter Drier

5.2 Analisis Perhitungan Biaya Perawatan

Penentuan biaya perawatan dilakukan untuk mengetahui ongkos penggantian pencegahan (Cp) dan ongkos penggantian kerusakan (Cf). perbedaan ongkos penggantian pencegahan dan kerusakan yaitu dilihat dari waktu proses perawatannya. Penggantian pencegahan yaitu proses perawatan pada komponen seperti melakukan proses pembersihan ataupun pengencangan baut dalam pemasangan komponen tersebut. Penggantian kerusakan yaitu proses perawatan pada komponen yang sudah rusak sehingga harus dilakukan penggantian.

Cp dan Cf dihitung berdasarkan biaya pembelian komponen ditambah dengan biaya tenaga kerjanya. Berikut merupakan biaya penggantian pencegahan dan biaya penggantian kerusakan dari masing-masing komponen:

1. Miracle Flange
    a. Ongkos penggantian pencegahan untuk komponen Miracle Flange yaitu sebesar Rp. 74.632/hari untuk 2 orang mekanik.
    b. Ongkos penggantian kerusakan untuk komponen Miracle Flange yaitu sebesar Rp. 77.198/hari untuk 2 orang mekanik.
2. FAN
    a. Ongkos penggantian pencegahan untuk komponen Miracle Flange yaitu sebesar Rp. 260.264/hari untuk 2 orang mekanik.
    b. Ongkos penggantian kerusakan untuk komponen Miracle Flange yaitu sebesar Rp. 257.698/hari untuk 2 orang mekanik.
3. Magnehelic
    a. Ongkos penggantian pencegahan untuk komponen Miracle Flange yaitu sebesar Rp. 1.293.698/hari untuk 2 orang mekanik.
    b. Ongkos penggantian kerusakan untuk komponen Miracle Flange yaitu sebesar Rp. 1.296.264/hari untuk 2 orang mekanik.
4. Liquid Line Filter Drier
    a. Ongkos penggantian pencegahan untuk komponen Miracle Flange yaitu sebesar Rp. 160.264/hari untuk 2 orang mekanik.

b. Ongkos penggantian kerusakan untuk komponen Miracle Flange yaitu sebesar Rp. 165.397/hari untuk 2 orang mekanik.

5.3 Analisis Perhitungan parameter α dan β

Perhitungan parameter α dan β digunakan dalam menentukan perhitungan *index of fit* untuk pengujian distribusi normal, eksponensial dan weibull. Namun, adapun parameter β digunakan untuk memperlihatkan kurva laju kerusakan apakah akan naik atau turun. Dalam menganalisa parameter β ini ada beberapa kriteria yaitu jika $\beta < 1$, jika $\beta = 1$ dan $\beta > 1$. Berikut merupakan perhitungan nilai α dan β dari masing-masing komponen, yaitu:

1. Miracle Flange

   Parameter :

   a. $\alpha = 11{,}093$
   b. $\beta = 0{,}803$

   Nilai dari parameter β adalah 0,803, maka nilai $\beta < 1$, hal ini berarti pola laju kerusakan dari komponen tersebut mempunyai *trend* turun. Artinya kerusakan yang terjadi tidak sejalan dengan lamanya umur pemakaian jenis komponen tersebut. Jika dilihat berdasarkan kurva *maintenance* yang ada, maka laju kerusakan komponen tersebut menurun sehingga tingkat perawatannya tidak perlu intensif.

2. FAN

   Parameter :

   a. $\alpha = 75{,}883$
   b. $\beta = 3{,}226$

   Nilai dari parameter β adalah 3,226, maka nilai $\beta > 1$, hal ini berarti pola laju kerusakan dari komponen tersebut mempunyai *trend* naik. Artinya kerusakan yang terjadi sejalan dengan lamanya umur pemakaian jenis komponen tersebut. Jika dilihat berdasarkan kurva *maintenance* yang ada, maka laju kerusakan komponen tersebut naik sehingga tingkat perawatannya harus intensif.

3. Magnehelic

   Parameter :

   a. $\alpha = 58{,}889$

   b. $\beta = 0{,}554$

   Nilai dari parameter β adalah 0,554, maka nilai $\beta < 1$, hal ini berarti pola laju kerusakan dari komponen tersebut mempunyai *trend* turun. Artinya kerusakan yang terjadi tidak sejalan dengan lamanya umur pemakaian jenis komponen tersebut. Jika dilihat berdasarkan kurva *maintenance* yang ada, maka laju kerusakan komponen tersebut menurun sehingga tingkat perawatannya tidak perlu intensif.

4. Liquid Line Filter Drier

   Parameter :

   a. $\alpha = 54{,}046$

   b. $\beta = 0{,}794$

   Nilai dari parameter β adalah 0,794, maka nilai $\beta < 1$, hal ini berarti pola laju kerusakan dari komponen tersebut mempunyai *trend* turun. Artinya kerusakan yang terjadi tidak sejalan dengan lamanya umur pemakaian jenis komponen tersebut. Jika dilihat berdasarkan kurva *maintenance* yang ada, maka laju kerusakan komponen tersebut menurun sehingga tingkat perawatannya tidak perlu intensif.

5.4 Analisis Pengujian distribusi

Setelah menentukan komponen kritis dan waktu antar kerusakan dari masing-masing komponen, maka selanjutnya data tersebut harus dilakukan uji distribusi yang sesuai dengan karakteristik waktu antar kerusakan tersebut. Penulis telah melakukan perhitungan *index of fit* menggunakan perhitungan excel, yaitu membandingkan distribusi normal, eksponensial dan distribusi weibull. Distribusi-distribusi tersebut merupakan distribusi yang dapat digunakan untuk menganalisa kerusakan sebuah komponen.

Hasil yang didapat dalam perhitungan *index of fit* dinyatakan bahwa data waktu antar kerusakan tersebut merupakan distribusi weibull. Namun, untuk meyakinkan kembali peneliti membuat pengujian ulang menggunakan *Mann's Test* distribusi weibull. *Mann's Test* dilakukan untuk membuktikan apakah waktu antar kerusakan berdistribusi weibull atau tidak. taraf signifikansi yang digunakan yaitu 10% karena tingkat signifikansinya lebih besar jika dibandingkan dengan 1% dan 5%.

Waktu antar kerusakan berdistribusi weibull apabila nilai M (nilai dari *Mann's Test*) < F (tabel). Setelah dilakukan pengujian tersebut, dihasilkan bahwa data waktu antar kerusakan dari masing-masing komponen yaitu berdistribusi weibull. Distribusi weibull merupakan distribusi yang sering digunakan untuk menganalisa laju kerusakan. Seperti yang diperkirakan oleh Weibull, distribusi ini sangat berguna sekali karena kapabilitas dan sedikit sampelnya dan kemampuannya dapat menunjukkan bentuk distribusi data yang terbaik.

5.5 Analisis Fungsi-Fungsi Distribusi Weibull

5.5.1 Fungsi Keandalan

Kendalan merupakan kemampuan dari suatu komponen untuk berperan atau berguna dalam keadaan yang baik selama periode waktu tertentu, dalam hal ini adalah selama waktu rata-rata penggunaan jenis komponen tersebut. Fungsi keandalan merupakan sebuah fungsi yang melengkapi fungsi distribusi kumulatif, terkadang disebut dengan fungsi kelangsungan hidup yang ditentukan dari probabilitas bahwa peralatan akan bertahan setidaknya sampai beberapa waktu yang ditentukan. Berikut merupakan fungsi keandalan dari masing-masing komponen kritis:

1. Miracle Flange

   R(t) = 0,508134464, hal ini berarti bahwa peluang komponen kritis ini akan berfungsi dengan baik jika dipergunakan pada suatu periode waktu selama 15 hari adalah 0,508134464. Dapat pula dikatakan bahwa komponen kritis ini mempunyai kemungkinan akan berfungsi tanpa rusak sebanyak 50,81344644%.

2. FAN

   R(t) = 0,506701123, hal ini berarti bahwa peluang komponen kritis ini akan berfungsi dengan baik jika dipergunakan pada suatu periode waktu selama 53 hari adalah 0,506701123. Dapat pula dikatakan bahwa komponen kritis ini mempunyai kemungkinan akan berfungsi tanpa rusak sebanyak 50,67011234%.

3. Magnehelic

   R(t) = 0,511824344, hal ini berarti bahwa peluang komponen kritis ini akan berfungsi dengan baik jika dipergunakan pada suatu periode waktu selama 172 hari adalah 0,511824344. Dapat pula dikatakan bahwa komponen kritis ini mempunyai kemungkinan akan berfungsi tanpa rusak sebanyak 51,18243437%.

4. Liquid Line Filter Drier

   R(t) = 0,50796797, hal ini berarti bahwa peluang komponen kritis ini akan berfungsi dengan baik jika dipergunakan pada suatu periode waktu selama 69 hari adalah 0,50796797. Dapat pula dikatakan bahwa komponen kritis ini mempunyai kemungkinan akan berfungsi tanpa rusak sebanyak 50,79679696%.

5.5.2 Fungsi Laju Kerusakan

Fungsi laju kerusakan menunjukkan untuk menunjukkan tingkat kegagalan sebuah komponen. Hasil fungsi tersebut merupakan probabilitas komponen akan mengalami kerusakan pada interval waktu berikutnya. Berikut ini merupakan fungsi laju kerusakan dari masing-masing komponen:

1. Miracle Flange

   Hasil perhitungan laju kerusakan [r(t)]:

   a. r(2) = 0,1014645
   b. r(2) = 0,1014645
   c. r(10) = 0,073844002
   d. r(35) = 0,057663222

   Jika dilihat dari hasil perhitungan, laju kerusakan dari komponen tersebut memiliki trend menurun. Artinya kerusakan yang terjadi tidak sejalan dengan

lamanya umur pemakaian jenis komponen tersebut. Jika dilihat berdasarkan kurva *maintenance* yang ada, maka laju kerusakan komponen tersebut menurun sehingga tingkat perawatannya tidak perlu intensif.

2. FAN

   Hasil perhitungan laju kerusakan [r(t)]:

   a. r(50) = 0,016797261
   b. r(62) = 0,027112968
   c. r(92) = 0,0652637

   Jika dilihat dari hasil perhitungan, laju kerusakan dari komponen tersebut memiliki trend naik. Artinya kerusakan yang terjadi sejalan dengan lamanya umur pemakaian jenis komponen tersebut. Jika dilihat berdasarkan kurva *maintenance* yang ada, maka laju kerusakan komponen tersebut naik sehingga tingkat perawatannya perlu dilakukan secara intensif.

3. Magnehelic

   Hasil perhitungan laju kerusakan [r(t)]:

   a. r(7) = 0,024324078
   b. r(9) = 0,021743341
   c. r(270) = 0,004765425

   Jika dilihat dari hasil perhitungan, laju kerusakan dari komponen tersebut memiliki trend menurun. Artinya kerusakan yang terjadi tidak sejalan dengan lamanya umur pemakaian jenis komponen tersebut. Jika dilihat berdasarkan kurva *maintenance* yang ada, maka laju kerusakan komponen tersebut menurun sehingga tingkat perawatannya tidak perlu intensif.

4. Liquid Line Filter Drier

   Hasil perhitungan laju kerusakan [r(t)]:

   a. r(7) = 0,026639262
   b. r(12) = 0,020029362
   c. r(19) = 0,018222641

d. r(31) = 0,016476837
e. r(40) = 0,015635116
f. r(88) = 0,013294081
g. r(205) = 0,0111713

Jika dilihat dari hasil perhitungan, laju kerusakan dari komponen tersebut memiliki trend menurun. Artinya kerusakan yang terjadi tidak sejalan dengan lamanya umur pemakaian jenis komponen tersebut. Jika dilihat berdasarkan kurva *maintenance* yang ada, maka laju kerusakan komponen tersebut menurun sehingga tingkat perawatannya tidak perlu intensif.

5.5.3 Fungsi Kepadatan Kerusakan

Dalam studi perawatan, cenderung tidak menggunakan histogram frekuensi relatif, namun menggunakan probabilitas fungsi kepadatan. Probabilitas fungsi kepadatan kerusakan merupakan fungsi kepadatan kemungkinan sebuah komponen mengalami kerusakan. Berikut ini hasil perhitungan fungsi kepadatan kerusakan dari masing-masing komponen:

1. Miracle Flange

   f(t) = 0,047920304, hal ini berarti bahwa peluang komponen kritis ini akan mengalami kepadatan kerusakan jika dipergunakan pada suatu periode waktu selama 15 hari adalah 0,047920304. Dapat pula dikatakan bahwa komponen kritis ini mempunyai kemungkinan kepadatan kerusakan sebanyak 4,792030413%.

2. FAN

   f(t) = 0,013064867, hal ini berarti bahwa peluang komponen kritis ini akan mengalami kepadatan kerusakan jika dipergunakan pada suatu periode waktu selama 53 hari adalah 0,013064867. Dapat pula dikatakan bahwa komponen kritis ini mempunyai kemungkinan kepadatan kerusakan sebanyak 1,306486715%.

3. Magnehelic

   f(t) = 0,011207195, hal ini berarti bahwa peluang komponen kritis ini akan mengalami kepadatan kerusakan jika dipergunakan pada suatu periode waktu selama 172 hari adalah 0,011207195. Dapat pula dikatakan bahwa komponen kritis ini mempunyai kemungkinan kepadatan kerusakan sebanyak 1,120719474%.

4. Liquid Line Filter Drier

   f(t) = 0,010017423, hal ini berarti bahwa peluang komponen kritis ini akan mengalami kepadatan kerusakan jika dipergunakan pada suatu periode waktu selama 69 hari adalah 0,010017423. Dapat pula dikatakan bahwa komponen kritis ini mempunyai kemungkinan kepadatan kerusakan sebanyak 1,001742297%.

5.5.4 Fungsi Distribusi Kumulatif

Dalam studi *maintenance,* Fungsi distribusi kumulatif adalah kumulatif dari suatu fungsi kepadatan kemungkinan terjadinya kerusakan. Distribusi kumulatif dapat dikatakan bahwa kerusakan komponen terjadi sebelum beberapa waktu yang telah ditentukan. Artinya, komponen mengalami kerusakan sebelum jadwal komponen harus dilakukan penggantian. Berikut merupakan hasil perhitungan distribusi kumulatif dari masing-masing komponen, yaitu sebagai berikut:

1. Miracle Flange

   F(t) = 0,491865536, hal ini berarti bahwa kumulatif fungsi kepadatan kemungkinan terjadinya kerusakan adalah 0,491865536. Dapat pula dikatakan bahwa peluang komponen mengalami kerusakan sebelum jadwal penggantian yaitu sebesar 49,18655356%.

2. FAN

   F(t) = 0,493298877, hal ini berarti bahwa kumulatif fungsi kepadatan kemungkinan terjadinya kerusakan adalah 0,493298877. Dapat pula dikatakan

bahwa peluang komponen mengalami kerusakan sebelum jadwal penggantian yaitu sebesar 49,32988766%.

3. Magnehelic

   F(t) = 0,488175656, hal ini berarti bahwa kumulatif fungsi kepadatan kemungkinan terjadinya kerusakan adalah 0,488175656. Dapat pula dikatakan bahwa peluang komponen mengalami kerusakan sebelum jadwal penggantian yaitu sebesar 48,81756563%.

4. Liquid Line Filter Drier

   F(t) = 0,49203203, hal ini berarti bahwa kumulatif fungsi kepadatan kemungkinan terjadinya kerusakan adalah 0,49203203. Dapat pula dikatakan bahwa peluang komponen mengalami kerusakan sebelum jadwal penggantian yaitu sebesar 49,20320304%.

5.6 Analisis Perhitungan Selang Waktu dan Ongkos Penggantian Pencegahan

Perhitungan selang waktu dan ongkos penggantian pencegahan menggunakan metode *age replacement*. *Age replacement* adalah selang waktu penggantian komponen dengan memperhatikan umur pemakaian dari komponen tersebut, dimana penggantiannya tidak mempengaruhi penggantian komponen lainnya. Jika dibandingkan dengan metode penggantian lainnya, metode ini menghabiskan biaya yang lebih kecil sehingga metode ini sering digunakan dalam menghitung selang waktu penggantian.

Berikut merupakan analisa dari penggantian jenis komponen kritis dengan menggunakan metode *age replacement*:

1. Miracle Flange

   Jenis komponen ini memiliki waktu optimal penggantian selama 15 hari yang artinya bahwa ketika umur komponen mencapai 15 hari, maka penggantian komponen akan dilakukan dengan biaya sebesar Rp. 9.395,409/hari.

2. FAN

   Jenis komponen ini memiliki waktu optimal penggantian selama 54 hari yang artinya bahwa ketika umur komponen mencapai 53 hari, maka penggantian komponen akan dilakukan dengan biaya sebesar Rp. 3.383,011/hari.

3. Magnehelic

   Jenis komponen ini memiliki waktu optimal penggantian selama 172 hari yang artinya bahwa ketika umur komponen mencapai 172 hari, maka penggantian komponen akan dilakukan dengan biaya sebesar Rp. 23.075,273/hari.

4. Liquid Line Filter Drier

   Jenis komponen ini memiliki waktu optimal penggantian selama 72 hari yang artinya bahwa ketika umur komponen mencapai 72 hari, maka penggantian komponen akan dilakukan dengan biaya sebesar Rp. 4.019,299/hari.