



Analisa kendala dan penetapan persediaan komponen pengering udara (*air dryer*) di PT. Petrochina International Jabung Ltd Geragai-Jambi

Jatmiko Edi Siswanto^{a,*}, Erna Rahayu EW^a

^a Program Studi, Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STITEKNAS) : Jl. Pattimura No. 100 Kota Jambi, Indonesia

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 05 November 2019
Diterima setelah direvisi 27 November
2019
Disetujui 06 Desember 2019

Kata kunci:

Air Dryer
Persediaan
Metode *reliability*

Abstract—Increasing competition in the oil sector, the company must make improvements to maintain the company's stability in achieving its vision. One factor that needs attention is the preventive maintenance system. PT. Petrochina International Jabung Ltd is one of the companies engaged in the field of Oil and Gas located in East Tanjab District, Kec. Geragai This analysis discusses the Reliability and Determination of the Air Dryer Components inventory needed to determine reliability in the event of a breakdown of spare parts. This problem is solved by a method of reliability by applying the Weibull Distribution Damage rate function to determine the amount of critical component inventory within one year. The results showed that all critical components were distributed to Weibull. Based on the critical components that have been determined by the ABC method is associated with the function of the rate of damage to the reliability method, the inventory for critical components over a one-year period for each critical component is Pre Filter and After Filter as many as 4 optimal ordering units (Q^*) and 2 units of ordering points return (r).

Intisari—Semakin meningkatnya persaingan pada bidang perminyakan, maka perusahaan harus melakukan perbaikan peralatan untuk menjaga kestabilan perusahaan dalam mencapai visinya. Salah satu faktor yang perlu diperhatikan adalah sistem perawatan pencegahan. PT. Petrochina International Jabung Ltd merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang Minyak Dan Gas Bumi yang berada di Kabupaten Tanjab Timur Kec. Geragai. Analisa ini membahas Keandalan dan Penentuan persediaan Komponen Pengering Udara yang diperlukan untuk mengetahui keandalan apabila terjadi gangguan kerusakan suk cadang. penyelesaian permasalahan ini dilakukan satu metode *reliability* dengan menerapkan fungsi laju kerusakan distribusi weibull untuk menentukan jumlah persediaan komponen kritis dalam jangka waktu satu tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua komponen kritis berdistribusi weibull. Berdasarkan komponen kritis yang telah ditentukan dengan metode ABC dikaitkan dengan fungsi laju kerusakan pada metode *reliability* maka persediaan untuk komponen kritis selama periode satu tahun untuk masing komponen kritis adalah Pre Filter dan After Filter sebanyak 4 unit pemesanan optimal (Q^*) dan 2 unit titik pemesanan kembali (r).

* Corresponding Author:

E-mail: jatmikoedis@gmail.com (Jatmiko Edi siswanto)

1. Pendahuluan

Dengan semakin meningkatnya persaingan pada bidang perminyakan, maka perusahaan harus melakukan perbaikan peralatan untuk menjaga kestabilan perusahaan dalam mencapai visinya. Salah satu faktor yang perlu diperhatikan adalah sistem perawatan pencegahan (*preventive maintenance*).

PT. Petrochina International Jabung Ltd merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang Minyak Dan Gas Bumi yang berada di Kabupaten Tanjab Timur kec. Geragai. Proses produksi selalu mengalami kendala akibat terjadinya kerusakan pada beberapa komponen, sementara proses produksi harus berjalan normal agar target dapat tercapai. Dalam suatu proses produksi ada berbagai peralatan yang mendukung berjalannya proses produksi tersebut, tetapi pada penelitian ini objek yang diamati adalah Pengering udara (*Instrument Air Dryer*), karena peralatan ini sering mengalami kerusakan yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi. Pada proses produksi, alat ini merupakan alat yang mempunyai peranan yang sangat penting, yaitu berada pada proses utama yang diharapkan dapat mempertahankan berjalannya proses plant secara normal. Hal ini menjadi penting karena jika alat ini tidak berfungsi sebagaimana mestinya maka dapat dipastikan proses produksi akan terhenti.

PT. Petrochina International Jabung Ltd telah menerapkan kegiatan maintenance untuk Pengering udara (*Air Dryer*) berdasarkan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Masalah utama yang dihadapi Pengering udara (*Air Dryer*) terletak pada penjadwalan perawatan yang kurang efektif. Hal ini dapat dibuktikan dengan masih adanya mesin mati (*breakdown*) dan besarnya biaya perawatan.

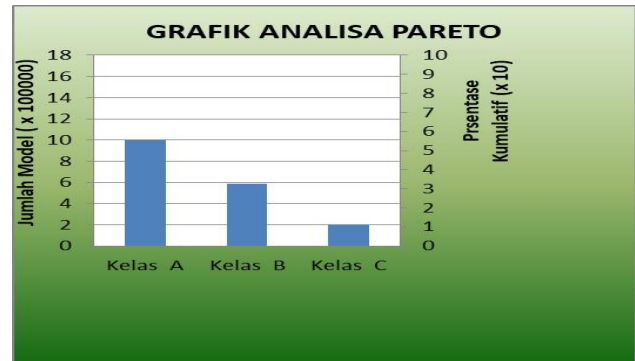
2. Metode

2.1 Penentuan Komponen Kritis dengan Metode ABC

Pengendalian persediaan dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan analisis nilai persediaan [1]. Dalam analisis ini, persediaan dibedakan berdasarkan nilai investasi yang terpakai dalam satu periode. Biasanya, persediaan dibedakan dalam tiga kelas, yaitu A, B, dan C, sehingga analisis ini dikenal dengan klasifikasi ABC.

Setelah dilakukan pemilihan komponen dengan analisa pareto yang didasarkan pada harga satuan, jumlah kebutuhan, dan frekuensi kerusakan pada dua tahun terakhir, sehingga jumlah kumulatif biaya paling besar maka kompen tersebut dianggap paling kritis. Untuk mengetahui komponen yang kritis sebaiknya dilakukan analisa *spare part*. Selanjutnya dihitung presentase penyerapan biaya setiap komponen dan diurutkan dari jumlah yang terbesar hingga terkecil, . Kemudian setelah dilakukan analisa presentase nilai komponen selanjutnya dianalisis dengan analisa Pareto dan dibagi menjadi tiga kelas.

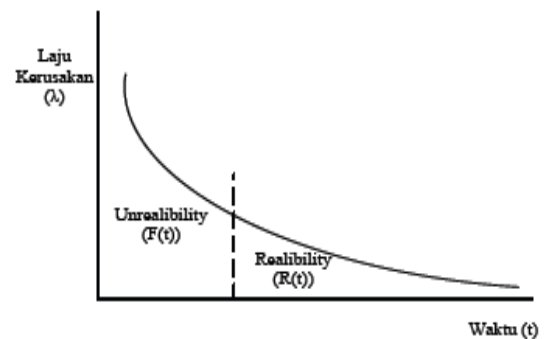
Berdasarkan analisa pareto (metode ABC) diatas, diperoleh bahwa terdapat dua komponen yang termasuk kedalam kelas A yaitu, *Pre Filter*, *After Filter*. Penentuan waktu kerusakan dan parameter distribusi weibull untuk menentukan nilai keandalan komponen kritis *Instrument Air dryer* dilakukan terhadap semua *spare part* yang berada dalam kelas A (kritis), sedangkan grafik analisa paretonya terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Analisa Pareto

2.2 Pola Distribusi Reliability

Dalam menentukan keandalan suatu komponen faktor-faktor yang dapat saling berhubungan adalah faktor laju kerusakan dan waktu. Berdasarkan hubungan terbentuk suatu kurva distribusi yang menyerupai distribusi weibull seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Reliability

Berikut hal ini diasumsikan bahwa distribusi yang sesuai adalah weibull. Distribusi weibull merupakan distribusi emperik sederhana yang mewakili data yang aktual. Distribusi ini biasa digunakan dalam menggambarkan karakteristik kerusakan pada komponen. Fungsi-fungsi dari distribusi Weibull [2]:

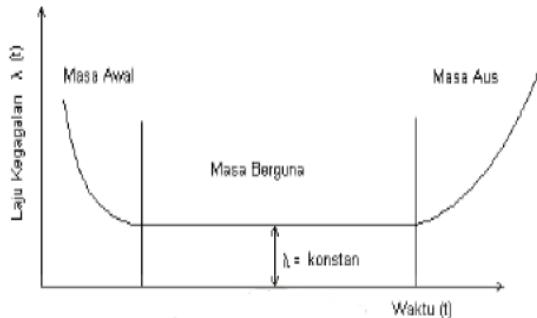
1. Fungsi Kepadatan Probabilitas
 $f(t) = \beta/\alpha * (t/\alpha)^{\beta-1} \exp [-(t/\alpha)^{\beta}]$ atau $\int_{tx}^{ty} f(t)dt = 1$
2. Fungsi Distribusi Kumulatif
 $f(t) = 1 - \exp [- (t/\alpha)^{\beta}]$ atau $F(t) = \int_{-\infty}^t f(t)dt$
3. Fungsi Keandalan
 $R(t) = 1 - F(t)$
4. Fungsi Laju Kerusakan
 $h(t) = (f(t))/(R(t)) = \beta/\alpha (t/\alpha)^{\beta-1}$

Pada distribusi weibull memiliki tiga parameter, yaitu:

- α = Parameter skala/karakteristik umur
- β = Parameter bentuk kurva
- γ = Parameter lokasi

2.3 Siklus Hidup dan Laju Kerusakan Komponen

Bentuk umum dari laju kerusakan rata-rata sebagai fungsi waktu (λ) dapat dilihat pada siklus hidup komponen (*Bathhtub Curve*) seperti pada Gambar 3.



Gambar. 3. Siklus Hidup Komponen

Bagian utama dari kurva ini, yaitu masa awal dari suatu sistem atau komponen, ditandai dengan tingginya kegagalan pada fase awal dan berangsur-angsur turun seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan kesalahan didalam operasi. kerusakan ini disebut kerusakan dini (*Early failre*) ($\beta < 1$).

Bagian kedua dari kurva ini ditandai dengan laju kegagalan yang konstan dari komponen atau sistem, hal ini disebabkan pembebanan peralatan melewati batas standar (*over load*). Kerusakan seperti ini disebut kerusakan tidak terduga (*change failuer*) ($\beta = 1$).

Bagian ketiga dari kurva ini ditandai dengan meningkatnya laju kegagalan dari komponen atau sistem seiring dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan habisny umur ekonomis peralatan sehingga menyebabkan komponen peralatan mengalami aus (*wear failure*) ($\beta > 1$).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penentuan Fungsi Keandalan (Reliability)

$$F(t_i) = (i - 0,3)/(n + 0,4) \quad R(t) = 1 - F(t)$$

dimana:

$F(t_i)$ = Plot Weibull

i = Periode ke-I Weibull.

Selain itu metode ini dapat digunakan untuk penelitian yang memiliki salah satu karakteristik sebagai berikut:

1. Ukuran sampel penelitian yang kecil
2. Data mengenai populasi penelitian yang kurang lengkap
3. Distribusi waktu anatar kerusakan sampel penelitian tidak simetris

dimana:

$R(t)$ = nilai keandalan pada waktu t .

$F(t)$ = Fungsi Ketidakandalan pada waktu ke t

n = banyaknya terjadinya kerusakan (event)

i = nomor event ke i , $i = 1, 2, 3, \dots$

t = Waktu mulai dari awal sampai terjadinya kerusakapertama kali (TTF)

3.2 Penentuan Parameter Distribusi Weibull

A. Penentuan Parameter Distribusi weibull Untuk Komponen *Pre Filter*

Dalam distribusi weibull dua parameter terdapat parameter skala α dan β . Untuk menaksir nilai parameter α dan β dilakukan perhitungan dengan cara regresi linier $Y = a + bt$.

Perhitungan parameter komponen *Pre Filter* adalah sebagai berikut:

Untuk $i = 1$ dengan $t_i = 3,5333$ maka dapat dihitung:

$$F(t_i) = (i - 0,3)/(n + 0,4)$$

$$R(28) = (i - 0,3)/(4 + 0,4) \quad R(28) = 0,1590$$

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$F(28) = 1 - 0,1590$$

$$F(28) = 0,8409$$

Penentuan nilai keandalan dan parameter-parameter fungsi distribusi weibull berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) untuk komponen *Pre Filter* dapat dilihat pada Tabel.

$$\sum \llbracket X_i \rrbracket = 20,2466$$

$$\sum \llbracket y_i \rrbracket = 1,9110$$

$$(\sum \llbracket X_i \rrbracket)^2 = 409,9248$$

$$\sum \llbracket X_i^2 \rrbracket = 102,7525$$

$$\sum \llbracket X_i \cdot y_i \rrbracket = -8,7831$$

Nilai konstanta a dan b dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\beta = (n \sum \llbracket x_1 y_1 \rrbracket - \sum \llbracket x_1 \rrbracket \sum \llbracket y_1 \rrbracket) / (n \sum \llbracket (x_1)^2 \rrbracket - (\sum \llbracket x_1 \rrbracket)^2)$$

$$\beta = (4x(-8,7831) - (20,2466)x(-1,9110)) / (4x102,7525 - (20,2466)^2)$$

$$\beta = 3,2838$$

$$C = (n \sum \llbracket x_1^2 \sum \llbracket y_1 \rrbracket \rrbracket - \sum \llbracket x_1 \rrbracket \sum \llbracket x_1 y_1 \rrbracket) / (n \sum \llbracket x_1^2 \rrbracket - (\sum \llbracket x_1 \rrbracket)^2)$$

$$C = ((4x102,7525x - 1,9110) - (20,2466x - 8,7831)) / (4x102,7525x(20,2466)^2)$$

$$C = 16,6163$$

$$\alpha = \exp(-c/\beta) = \exp(-16,6163/3,2838) = 157,5905$$

B. Penentuan Parameter Distribusi Weibull untuk Komponen *After Filter*

Penentuan nilai keandalan dan parameter-parameter fungsi distribusi Weibull berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) untuk dapat dilihat pada Tabel.

Untuk $i = 1$ dengan $t_i = 3,9333$ maka dapat dihitung:

$$F(t_i) = (i - 0,3)/(n + 0,4)$$

$$R(28) = (i - 0,3)/(5 + 0,4)$$

$$R(28) = 0,1296$$

$$R(t) = 1 - F(t) \quad F(28) = 1 - 0,1296 \quad F(28) = 0,8704$$

Dari Tabel diperoleh:

$$\sum \llbracket X_i \rrbracket = 24,6208$$

$$\sum \llbracket y_i \rrbracket = 2,4544$$

$$(\sum \llbracket X_i \rrbracket)^2 = (24,6208)^2$$

$$\sum \llbracket X_i^2 \rrbracket = 121,2996$$

$$\sum \llbracket X_i \cdot y_i \rrbracket = -11,5872$$

Nilai konstanta a dan b dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\beta = \frac{(n \sum_{i=1}^n [x_1 y_1 - \sum_{i=1}^n [x_1] \sum_{i=1}^n [y_1]]) / (n \sum_{i=1}^n [(x_1)^2 - \sum_{i=1}^n [x_1]^2])}{(5x121,2969 - 2,4544) - (24,6208x - 11,5872)} / ((5x121,2969) - (24,6208)^2)$$

$$\beta = 12,0609$$

$$C = \frac{(n \sum_{i=1}^n [x_1^2 \sum_{i=1}^n [y_1] - \sum_{i=1}^n [x_1] \sum_{i=1}^n [x_1 y_1]]) / (n \sum_{i=1}^n [x_1^2 - \sum_{i=1}^n [x_1]^2])}{((5x121,2969x - 2,4544) - (24,6208x - 11,5872)) / ((5x121,2969 - (24,6208)^2))}$$

$$C = 12,0609$$

$$\alpha = \exp(-c/\beta) = \text{Exp}(-12,1246/2,6546) = 94,0098$$

C. Penentuan Konsep Keandalan Konsep Keandalan *Pre Filter*

Nilai komponen keandalan berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) *spare part* selama satu tahun (2013-2014) dengan parameter distribusi Weibull.

$$\beta = 3,2838$$

$$\alpha = 157,5905$$

$$c = 16,4938$$

Fungsi kepadatan probabilitas *Pre Filter* yang mengikuti distribusi weibull adalah

$$f(t) = \beta/\alpha (t/\alpha)^{\beta-1} \exp[-(t/\alpha)^\beta]$$

$$= 3,2838/157,5905 (\frac{106}{157,5905})^{3,2838-1} \exp[-(\frac{106}{157,5905})^{3,2838}]$$

$$f(t) = 0,00642$$

Fungsi distribusi kumulatif komponen *Pre Filter* yang mengikuti distribusi weibull adalah:

$$F(t) = 1 - \exp[-(t/\alpha)^\beta]$$

$$= 1 - \exp[-(106/157,5905)^{3,2838}]$$

$$= 0,2380$$

Fungsi keandalan komponen *Pre Filter* yang mengikuti distribusi weibull adalah:

$$R(t) = \exp[-(106/157,5905)^{3,2838}]$$

$$= 0,7619$$

Fungsi laju kerusakan komponen *Pre Filter* yang mengikuti distribusi weibull adalah:

$$h(t) = f(t) / (R(t)) = \beta/\alpha (t/\alpha)^{\beta-1}$$

$$= f/R = 3,2838/157,5905 (106/157,5905)^{1,576-1}$$

$$= 0,00842$$

Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas selanjutnya dilakukan perhitungan masing-masing untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, dan fungsi laju kerusakan komponen *Pre Filter*. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel.

Pengukuran tingkat keandalan distribusi weibull pada interval waktu satu tahun, dengan rata-rata waktu operasi peralatan sebelum mengalami kerusakan (TTF) 120 hari.

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = 0,0064/tahun$$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = 0,2450/tahun$$

3. Fungsi Keandalan

$$R(t) = 0,2381/tahun$$

4. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = 0,0084/tahun$$

C. Konsep Keandalan *After Filter*

Nilai komponen keandalan berdasarkan interval waktu kerusakan (TTF) *spare part* selama satu tahun (2013-2014) dengan parameter distribusi Weibull.

$$\beta = 2,1253$$

$$\alpha = 157,5905$$

$$c = 12,0609$$

Fungsi kepadatan probabilitas *After Filter* yang mengikuti distribusi weibull adalah:

$$f(t) = \beta/\alpha (t/\alpha)^{\beta-1} \exp[-(t/\alpha)^\beta]$$

$$= 2,1253/94,0098 (120/94,0098)^{2,1253-1} \exp[-(120/94,0098)^{2,1253}]$$

$$f(t) = 0,0028$$

Fungsi distribusi kumulatif komponen *After Filter* yang mengikuti distribusi weibull adalah:

$$F(t) = 1 - \exp[-(\frac{t}{\alpha})^\beta]$$

$$= 1 - \exp[-(\frac{120}{94,0098})^{2,1253}]$$

$$= 0,8023$$

Fungsi keandalan komponen *After Filter* yang mengikuti distribusi weibull adalah:

$$R(t) = \exp[-(120/94,0098)^{2,1253}]$$

$$= 0,1977$$

Fungsi laju kerusakan komponen *After Filter* yang mengikuti distribusi weibull adalah:

$$h(t) = f(t) / (R(t)) = \beta/\alpha (t/\alpha)^{\beta-1}$$

$$= f/R = 2,1253/94,0098 (120/94,0098)^{1,1253-1} = 0,0140$$

Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas selanjutnya dilakukan perhitungan masing-masing untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, dan fungsi laju kerusakan komponen *After Filter*.

Pengukuran tingkat keandalan distribusi weibull pada interval waktu satu tahun, dengan rata-rata waktu operasi peralatan sebelum mengalami kerusakan (TTF) 120 hari [3].

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = 0,0028/tahun$$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = 0,8023/tahun$$

3. Fungsi Keandalan

$$R(t) = 0,1977/tahun$$

4. Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = 0,0140/tahun$$

D. Jumlah Kebutuhan Komponen

Jumlah kebutuhan komponen kritis *Instrument Air Dryer* didasarkan pada tingkat laju kerusakan yang dialami oleh masing-masing komponen kritis dalam jangka waktu satu tahun. Laju kerusakan untuk masing-masing komponen kritis dianggap konstan.

1. Jumlah Kebutuhan Untuk *Pre Filter*

Dengan melihat fungsi laju kepadatan probabilitas kerusakan komponen *Pre Filter*, peluang terjadinya kerusakan terbesar pada selang waktu rata-rata. Untuk menentukan kebutuhan *Pre Filter* selama satu tahun di tentukan berdasarkan nilai laju kerusakan rata-ratanya dengan menggunakan selang waktu antar kerusakan rata-rata [4]. Selang waktu antar kerusakan rata-rata adalah:

$$(TTF(Hari/ti))/(n(Event)) = (120 + 150 + 200 + 210)/4 \\ = 680/4 = 170$$

Laju kerusakan selama selang waktu $t=170$

$$\lambda = ((t/\alpha)/t)^\beta \\ = ((170/157,0959)/170)^{3 \cdot 12838} \\ = 0,00614/hari$$

Jumlah komponen *Pre Filter* pada *Instrument Air Dryer* dibutuhkan sebanyak 2 unit. Jadi ekspektasi kebutuhan komponen *Pre Filter* selama satu tahun adalah: $DT = 2 \times 0,00614 \times 360 = 4.42 \approx 4$ unit

2. Jumlah Kebutuhan Untuk *After Filter*

Dengan melihat fungsi laju kepadatan probabilitas kerusakan komponen *After Filter*, peluang terjadinya kerusakan terbesar pada selang waktu rata-rata. Untuk menentukan kebutuhan *After Filter* selama satu tahun di tentukan berdasarkan nilai laju kerusakan rata-ratanya dengan menggunakan selang waktu antar kerusakan rata-rata. Selang waktu antar kerusakan rata-rata adalah:

$$(TTF(Hari/ti))/(n(Event)) = (120 + 150 + 200 + 210)/4 \\ = 680/4 \\ = 170$$

Laju kerusakan selama selang waktu $t=170$

$$\lambda = ((t/\alpha)/t)^\beta \\ = ((170/157,5905)/170)^{2 \cdot 1253} \\ = 0,0063/hari$$

Jumlah komponen *After Filter* pada *Instrument Air Dryer* dibutuhkan sebanyak 2 unit. Jadi ekspektasi kebutuhan komponen *After Filter* selama satu tahun adalah:

$$DT = 2 \times 0,0063/hari \times 36 = 4 \text{ unit}$$

Pemesanan dilakukan ketika sisa persediaan yang ada di gudang tinggal empat unit lagi.

4. Simpulan

Berdasarkan metode ABC yang dianalisis dengan pareto ditentukan komponen kritis untuk *spare part Instrument Air Dryer* yang akan ditentukan persediaannya selama satu tahun. Dari daftar kerusakan maka ada dua spare part yang merupakan komponen kritis, yaitu: *Pre Filter* dan *After Filter*. Sedangkan berdasarkan analisa keandalan (*reliability*) dengan

menggunakan konsep nilai tengah, semua nilai tengah nilai keandalan memiliki nilai yang terus menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Dengan menurunnya tingkat keandalan menunjukkan bahwa *Instrument Air Dryer* akan mengalami kerusakan pada waktu yang akan datang. Untuk itu perlu dilakukan persediaan untuk memenuhi kebutuhan *spare part* kelas A bila terjadi kerusakan. Selanjutnya berdasarkan komponen kritis yang telah ditentukan dengan metode ABC dikaitkan dengan nilai fungsi laju kerusakan pada metode *reliability* maka jumlah persediaan untuk komponen kritis selama periode waktu satu tahun dapat ditentukan yaitu: persediaan *Pre Filter* sebanyak 4 unit dan *After Filter* sebanyak 4 unit setiap tahunnya.

Referensi:

- [1] SUBEKTI, Agus Topo. Analisis Pengendalian Persediaan TBS Dengan Metode EOQ (Economic Order Quantity) di PT. Agrindo Indah Perkasa Tambang Baru. Jurnal Inovator, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 5-9, nov. 2018. ISSN 2615-5052. Available at: <http://ojs.politeknikjambi.ac.id/inovator/article/view/28>. Diakses tanggal: 16 dec. 2019.
- [2] Ansori, Nachnul dan M. Imron Mustajib. “Sistem Perawatan Terpadu” Edisi Pertama-Yogyakarta, Penerbit Graha Ilmu, 2013.
- [3] Kurniawan, Fajar. “Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri” Edisi Pertama – Yogyakarta, Graha Ilmu, 2013.
- [4] Herjanto, Edi “Manajemen Operasi” Edisi Ketiga, Penerbit Grasindo Jakarta 15 Juni 2006.