

Usulan Penentuan Kebijakan Pengelolaan Suku Cadang Reaktor Udc 101 Menggunakan Metode Reliability Centered Spares (Rcs) Dan Inventory Analysis Di Pt Pupuk Kujang

1st Dika Muhamad Reza

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

dikamuhamadreza@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Endang Budiasih

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id

3rd Aji Pamoso

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

humamsiddiq@telkomuniversity.ac.id

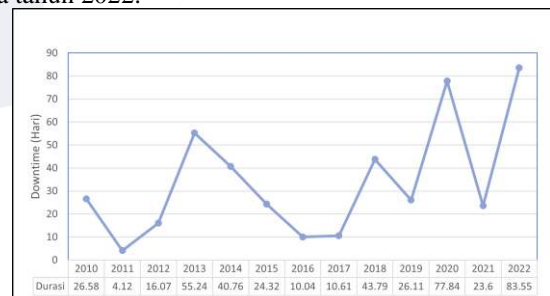
Abstrak - PT Pupuk Kujang merupakan pabrik yang memproduksi pupuk Urea dan NPK yang berlokasi di Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Pada tahun 2022 pabrik kujang 1A mengalami kenaikan *downtime* yang cukup tinggi selama 84 hari, hal tersebut disebabkan karena reaktor UDC 101 yang mengalami kebocoran sehingga proses reaksi kimia antara karbamat, gas karbon dioksida, dan amonia tidak dapat dilakukan. Kebocoran gas disebabkan oleh penghubung bagian reaktor (gasket) yang harus segera diganti, namun ketersediaan komponen tidak mencukupi sehingga waktu perbaikan membutuhkan waktu yang panjang. Metode *Reliability Centered Spares* (RCS) merupakan metode pemeliharaan berbasis keandalan suku cadang yang mampu memperkirakan kebutuhan jumlah komponen serta metode *inventory analysis* yang digunakan, yaitu *Economic Order Quantity* (EOQ) dan *Economic Order Interval* (EOI) yang bertujuan menentukan pemesanan optimal komponen. Dengan menggunakan metode RCS komponen kritis reaktor UDC 101 terdapat 3 (tiga) yaitu komponen Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (*Bottom Cover*), Gasket:Rd ;Delta ;531.2X20.9Mm;Ti (*Top Cover*), dan Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2Mm;Ti (*Flange*) dengan kebutuhan komponen Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti Ti (*Bottom Cover*) satu unit, Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9Mm;Ti (*Top Cover*) satu unit, dan Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2Mm;Ti (*Flange*) lima unit. Kemudian jumlah pemesanan ekonomis komponen Gasket:Rd;136 X149.5 X2Mm;Ti Ti (*Bottom Cover*) 2 (dua) unit dalam interval pemesanan 1.6 tahun dengan biaya pemesanan Rp130.469. Lalu jumlah pemesanan ekonomis komponen Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9Mm;Ti (*Top Cover*) 2 (dua) unit dalam interval pemesanan kembali selama 2 tahun dengan biaya pemesanan Rp275.160. Selanjutnya jumlah pemesanan ekonomis komponen Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2Mm;Ti (*Flange*) 5 (lima) unit dalam interval pemesanan kembali selama 1 (satu) tahun dengan biaya pemesanan Rp1.075.590.

Kata Kunci - Risk Matrix, Reliability Centered Spares (RCS), Poisson Process, Inventory Analysis, Economic Order Quantity (EOQ), Economic Order Interval (EOI),

I. PENDAHULUAN

PT Pupuk Kujang merupakan pabrik yang memproduksi pupuk urea dan NPK yang terletak di Kabupaten Karawang Jawa Barat. PT Pupuk Kujang memiliki 2 (dua) pabrik utama, yaitu pabrik kujang 1A dan pabrik kujang 1B. Kedua pabrik tersebut mampu memproduksi Urea 570.000 ton/tahun dan Amonia 330.000 ton/tahun.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Taopik Hidayat, S.T. selaku kepala bagian departemen pemeliharaan lapangan (PEMLAP), mesin yang beroperasi di pabrik Kujang 1A baik itu mesin dinamis (bergerak) maupun mesin statis (diam) merupakan mesin semi otomatis yang terus beroperasi dan hanya akan dimatikan jika terjadi kerusakan atau *overhaull* yang dilaksanakan tiap 1 tahun sekali. Mesin yang beroperasi setiap hari tanpa dimatikan memerlukan tindakan pencegahan, yaitu pemeliharaan preventif. Tindakan preventif yang dilakukan oleh departemen dengan melakukan penggantian secara berkala komponen yang rusak dan pemeriksaan yang dilakukan setiap 2 jam/hari. Namun pabrik 1A mengalami kenaikan waktu *downtime* yang cukup tinggi pada tahun 2022.



GAMBAR 1.
Data Downtime Pabrik Kujang 1A

Terlihat pada **gambar 1** pabrik kujang 1A mengalami kenaikan waktu *downtime* pada tahun 2022 dengan total

waktu downtime selama 84 hari (termasuk kegiatan perbaikan di *plant amonia* dan *pigging* pertagas).

TABEL 1.
Data Penyebab Downtime Tahun 2022

No	Mesin	Durasi (hari)
1	Boiler 2007 UA	1.29
2	UGB 102	0.16
3	GTG Hitachi	0.18
4	Feeder 52	0.38
5	PCV 2078	0.39
6	UGB 101 A	0.09
7	UDC 101	65.92

Pada Tabel 1 terlihat penyebab tingginya waktu *downtime* di pabrik Kujang 1A pada tahun 2022 dikarenakan terdapat kebocoran pada reaktor UDC 101. Penyebab lainnya adalah suku cadang yang akan digunakan untuk proses perbaikan tidak tersedia di departemen pergudangan dan material tidak mencukupi. Oleh karena itu diperlukan manajemen suku cadang supaya proses pemeliharaan yang dilaksanakan tidak terkendala, sehingga tidak menyebabkan *shutdown* pabrik yang memakan waktu. Manajemen suku cadang dapat diketahui dengan menghitung keandalan (*reliability*) dari suatu komponen [1]. Kemudian dihitung menggunakan *poisson procces* (distribusi *poisson*) untuk menentukan level kebutuhan suku cadang [2]. *Reliability Centered Spares* (RCS) adalah sebuah metode untuk pengendalian suku cadang berdasarkan keandalan. RCS dapat meningkatkan reliabilitas peralatan dan memperpanjang umur pakai peralatan atau mesin melalui pemilihan secara teliti pada proses pembelian dan penyimpanan suku cadang [1]. Manajemen suku cadang tidak terlepas dari proses pengadaan barang, oleh karena itu diperlukan perhitungan *inventory* untuk mengetahui jumlah pembelian optimal, interval waktu pembelian, dan titik pembelian kembali suku cadang. *Inventory control* merupakan proses pengendalian persediaan yang bersifat unik yang memperhatikan 3 (tiga) komponen biaya, yaitu biaya pesan, biaya simpan, dan biaya kekurangan [1].

Dengan menggunakan metode *Reliability Centered Spares* (RCS) dan analisis *inventory* perusahaan dapat mengetahui komponen kritis, jumlah kebutuhan suku cadang dan bagaimana pengelolaan suku cadang.

II. KAJIAN TEORI

A. Reliability Centered Spares (RCS)

Reliability Centered Spares (RCS) merupakan sebuah metode perawatan berdasarkan keandalan (*reliability*) suku cadang, metode ini bertujuan untuk menentukan tingkat persediaan suku cadang tidak hanya rekomendasi dari vendor atau pabrikan, tetapi dari persyaratan operasi peralatan dan pemeliharaan yang didukung oleh persediaan [3]. Metode *Reliability Centered Spares* (RCS) merupakan pengembangan dari metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), dimana memiliki pertanyaan-pertanyaan dasar yang perlu dijawab untuk menggunakannya, pertanyaannya yaitu [4]:

1. Apa persyaratan pemeliharaan peralatan?
2. Apa yang terjadi jika tidak ada suku cadang yang tersedia?
3. Apakah kebutuhan suku cadang dapat diantisipasi?
4. Persediaan suku cadang apa yang dibutuhkan?

5. Bagaimana jika persyaratan pemeliharaan suku cadang tidak terpenuhi?

B. System Breakdown Structure (SBS)

System Breakdown Structure (SBS) merupakan pembagian sistem kedalam sub-sistem yang dapat berbentuk hierarki [3]. Tujuan dari SBS adalah memecah sistem kedalam sub sistem untuk memudahkan analisis, karena sub-sistem berisi data yang lebih spesifik seperti *equipment*, komponen, *part* atau material pada sistem.

C. Risk Matrix

Risk Matrix Assesment adalah sebuah tabel yang digunakan untuk menilai tingkat risiko dengan mempertimbangkan kategori probabilitas atau kemungkinan yang disebut dengan skala *likelihood* dan tingkat keparahan yang disebut dengan skala *severity* [5]. Skala *likelihood* dan skala *severity* masing-masing memiliki 5 (lima) penilaian. Kelima indikator penilaian skala dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3

TABEL 2.
Skala Likelihood

Likelihood Score	Descriptor	Keterangan
1	Rare	Hampir tidak pernah terjadi
2	Unlikely	Jarang terjadi
3	Possible	Mungkin terjadi
4	Likely	Sering terjadi
5	Almost Certain	Hampir pasti terjadi

TABEL 3.
Skala Severity

Severity Score	Decsriptor	Keterangan
1	Insignificant	Kegagalan tidak menyebabkan kerugian.
2	Minor	Kegagalan parsial jangka pendek, tidak terdapat kerugian atau gangguan terhadap penyedia layanan.
3	Moderate	Kegagalan parsial yang berkepanjangan, kemungkinan kerugian finansial atau cedera.
4	Major	Kegagalan parsial yang berkepanjangan, kemungkinan kerugian finansial atau cedera.
5	Catastrophic	Total kegagalan layanan, kerugian finansial yang tinggi atau kemungkinan kematian/luka parah.

D. Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan salah satu pola persebaran data yang digunakan dalam pemeliharaan berdasarkan *reliability* (keandalan). Parameter dalam distribusi normal adalah *mean* (" μ ") dan standar deviasi (" σ ") [6].

E. Failure Rate

Tingkat kegagalan dapat berhubungan dengan proses Fukuda Poisson, yang merupakan komposisi proses *Poisson* dan Gamma [7]. Tingkat kegagalan proses Fukuda *Poisson* dapat

menggambarkan seberapa sering suatu peristiwa terjadi dalam interval tertentu [8]. Formula untuk laju kerusakan/*failure rate* komponen *non-repairable* sebagai berikut:

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} t \quad [1]$$

Keterangan:

λt = Laju kerusakan
 A = Jumlah komponen
 N = Jumlah mesin
 M = Waktu operasional mesin
 T = Periode pemakaian

F. Poisson Process

Menurut *study* yang telah dilakukan Shigeru Fukuda pada tahun 1968, *poisson process* merupakan metode yang digunakan untuk menghitung kebutuhan suku cadang dengan memanfaatkan persebaran data distribusi *poisson* [7]. Proses *Poisson* adalah proses yang menghitung jumlah kemunculan suatu peristiwa dalam interval tertentu yang mengacu pada komposisi proses *Poisson* dan *Gamma*. [2]. Formula dari *poisson process* untuk mencari kebutuhan suku cadang sebagai berikut:

$$f(x; \lambda, t) = \frac{(\lambda t)^x e^{-\lambda t}}{x!} \quad [2]$$

Keterangan:

λt = Failure rate
 t = Time Considered
 x = Number Of Failure
 λt = Mean Value

G. Economic Order Quantity (EOQ)

Economic Order Quantity (EOQ) adalah salah satu metode dalam analisis *inventory*, dengan menggunakan metode EOQ perusahaan dapat menentukan jumlah komponen atau *quantity* (Q) yang ekonomis dalam melakukan pemesanan komponen [1]. Adapun formula dari perhitungan EOQ sebagai berikut:

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{I \times C}} \quad [3]$$

Keterangan:

D = Demand selama satu periode
 S = Biaya setiap kali pesan
 C = Harga komponen
 I = Fraction of holding cost

H. Economic Order Interval (EOI)

Berbeda dengan perhitungan analisis *inventory* menggunakan metode EOQ, metode *Economic Order Interval* (EOI) merupakan perhitungan untuk menentukan interval (I) pemesanan yang ekonomis [1]. Dibawah ini merupakan formula dari metode EOI:

$$TC = m \times A + \frac{h \times D}{2m} \quad [4]$$

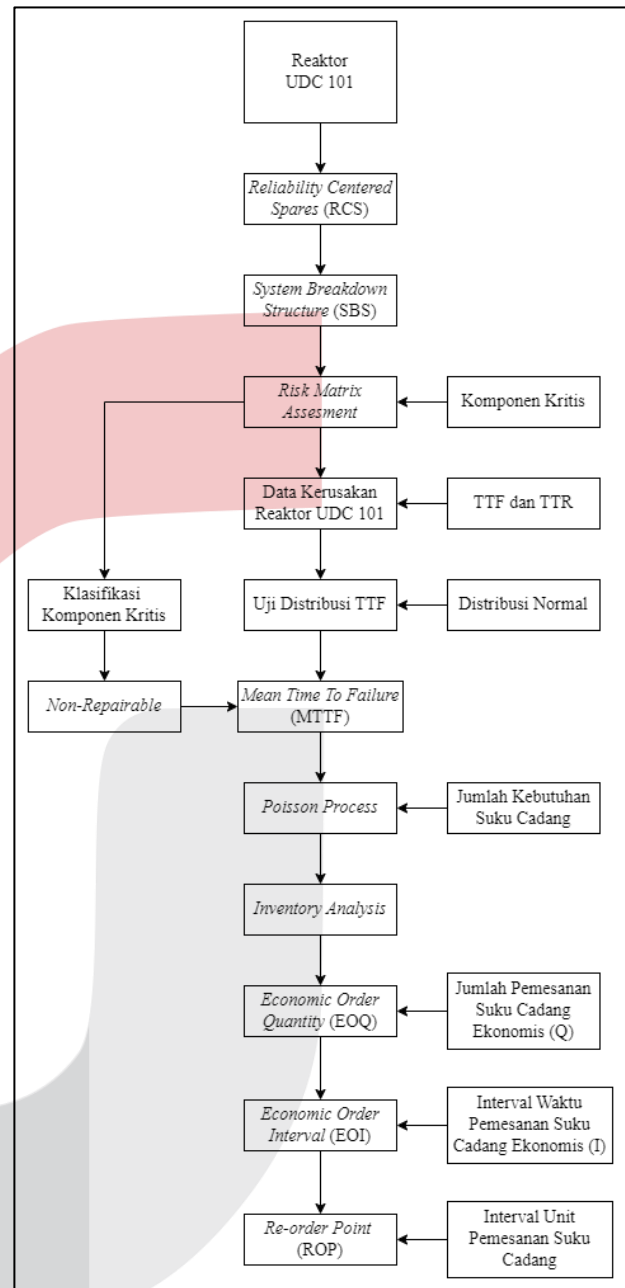
$$T^* = \sqrt{\frac{2 \times A}{h \times D}}$$

Keterangan:

P = Harga
 T* = Economic Order Interval
 M = Frekuensi pemesanan

T = Setiap kapan dilakukan pemesanan
 A = Operasional pemesanan

III. METODE



GAMBAR 2.
Model Konseptual

Perancangan penelitian ini diawali dengan pengumpulan data dengan metode wawancara dan kuesioner kepada Bapak Wira Nugroho, ST. selaku orang yang bertanggung jawab dalam pengambilan keputusan di departemen mekanik pemeliharaan lapangan. Data yang diambil berupa data primer, yaitu data spesifikasi reaktor UDC 101, histori kerusakan reaktor UDC 101, harga komponen reaktor UDC 101, biaya pemesanan komponen reaktor UDC 101, biaya penyimpanan, dan *lead time* pemesanan.

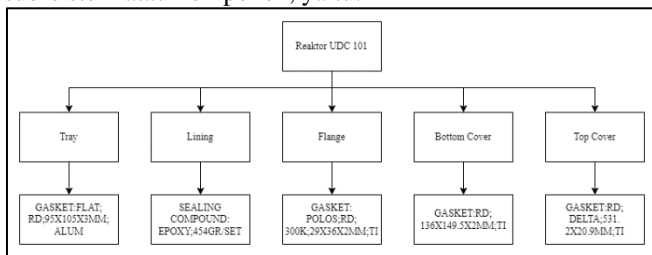
Setelah data terkumpul maka dilanjutkan dengan pengolahan data, yaitu membagi reaktor UDC 101 menjadi berbagai sub-sistem (komponen), kemudian dilakukan penilaian

komponen kritis menggunakan *Risk Matrix Assesment*. Lalu dilakukan rekapitulasi dan perhitungan untuk mengetahui nilai *Time To Failure* dari setiap komponen kritis yang akan digunakan untuk mengetahui persebaran distribusi dalam menentukan parameter nilai *Mean Time To Failure* (MTTF). Namun sebelum menghitung nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) harus dilakukan pengklasifikasian komponen kritis kedalam klasifikasi *repairable* atau *non-repairable*. Jika komponen kritis termasuk dalam klasifikasi *repairable* maka perhitungan keandalan yang digunakan adalah *Mean Time Between Failure* (MTBF), jika komponen kritis termasuk kedalam klasifikasi *non-repairable* maka perhitungan keandalan menggunakan *Mean Time To Failure* (MTTF). Setelah diketahui nilai keandalannya atau nilai *Mean Time To Failure*-nya selanjutnya dilakukan perhitungan laju kerusakan dan uji distribusi *poisson* (*poisson process*) untuk menentukan kebutuhan suku cadang. Terakhir setelah kebutuhan suku cadang teridentifikasi, maka dilakukan perhitungan *inventory analysis* menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ), *Economic Order Interval* (EOI) dan *Re-Order Point* (ROP).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. System Breakdown Structure (SBS)

Reaktor UDC 101 merupakan suatu sistem yang memiliki sub-sistem atau komponen, yaitu:



GAMBAR 3.
SBS Reaktor UDC 101

B. Risk Matrix Assesment

Setelah komponen reaktor UDC 101 teridentifikasi pada gambar 3 yang terdiri dari 5 (lima) komponen utama, selanjutnya dilakukan penilaian komponen kritis menggunakan metode *Risk Matrix Assesment*. Komponen kritis yang terpilih adalah

TABEL 4.
Risk Matrix Assesment Reaktor UDC 101

No	Komponen
1	Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (Bottom Cover)
2	Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9Mm;Ti (Top Cover)
3	Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2Mm;Ti (Flange)

C. Uji Distribusi Time To Failure (TTF)

Uji distribusi dilakukan untuk mencari distribusi yang paling tepat mewakili Time To Failure (TTF) dengan menggunakan metode uji Anderson-Darling (Adj). Empat jenis distribusi yang diuji adalah distribusi Normal, distribusi lognormal, distribusi Eksponensial, dan distribusi Weibull. Nilai Adj akan digunakan untuk mengevaluasi apakah salah satu dari keempat distribusi tersebut dapat menggambarkan penyebaran data dengan baik. Distribusi yang memiliki nilai Adj terbesar akan dipilih karena menunjukkan bahwa

distribusi tersebut secara optimal menggambarkan pola penyebaran data *Time To Failure* (TTF) [9].

Tabel 5.
Uji Distribusi TTF

Komponen	Distribusi	Nilai Adj
Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (Bottom Cover)	Normal	0.550
Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9Mm;Ti (Top Cover)	Normal	1.283
Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2Mm;Ti (Flange)	Normal	0.775

D. Klasifikasi Komponen Kritis

Komponen kritis diklasifikasikan menjadi *non-repairable* atau *repairable*. Jika komponen kritis termasuk kategori komponen *non-repairable*, maka jika mengalami kerusakan harus diganti dengan komponen baru. Namun jika komponen kritis termasuk kategori komponen *repairable*, maka jika mengalami kerusakan dapat dilakukan perbaikan.

TABEL 6.
Klasifikasi Komponen Kritis

Komponen	Klasifikasi
Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (Bottom Cover)	<i>Non-repairable</i>
Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9Mm;Ti (Top Cover)	<i>Non-repairable</i>
Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2Mm;Ti (Flange)	<i>Non-repairable</i>

Pada tabel 6 semua komponen kritis termasuk kedalam komponen yang *non-repairable*, maka digunakan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) untuk memprediksikan kegagalan berikutnya.

E. Mean Time To Failure (MTTF)

Distribusi yang terpilih pada tabel 5 untuk persebaran data *Time To Failure* (TTF) ketiga komponen kritis adalah distribusi normal, maka parameter distribusinya, yaitu median (μ) dan standar deviasi (σ). Kemudian untuk nilai MTTF-nya adalah nilai median [6]. Nilai MTTF dari ketiga komponen dapat dilihat pada tabel 7.

TABEL 7.
Nilai Mean Time To Failure (MTTF)

Komponen	MTTF
Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (Bottom Cover)	244400 Jam
Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9Mm;Ti (Top Cover)	224389 Jam
Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2Mm;Ti (Flange)	221041 Jam

F. Poisson Process

Setelah nilai MTTF tiap komponen diketahui pada tabel 7, maka perhitungan jumlah kebutuhan suku cadang dapat dilakukan, yaitu dengan menggunakan metode *poisson process*. Langkah pertama dalam metode *poisson process* adalah menghitung laju kerusakan/*failure rate* dari setiap komponen dengan menggunakan rumus:

$$\lambda t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} t \quad [1]$$

Dan menghitung *distribution poisson* menggunakan rumus:

$$f(x; \lambda, t) = \frac{(\lambda t)^x e^{-\lambda t}}{x!} \quad [2]$$

Hasil perhitungan kebutuhan komponen menggunakan laju kerusakan dan distribusi *poisson* dapat dilihat pada **tabel 8**

TABEL 8.
Poisson Process

Komponen	Failure Rate	Keb. Suku cadang
Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (Bottom Cover)	0.1768	1
Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9Mm;Ti (Top Cover)	0.0385	1
Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2 Mm;Ti (Flange)	1.5635	5

G. Economic Order Quantity (EOQ)

Pada **tabel 8** telah diketahui kebutuhan komponen dari 3 (tiga) komponen kritis, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan jumlah pemesanan ekonomis menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dengan menggunakan rumus:

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2 \times D \times S}{I \times C}} \quad [3]$$

Jumlah pemesanan ekonomis suku cadang untuk ketiga komponen kritis dapat dilihat pada **tabel 9**

TABEL 9.
Economic Order Quantity (EOQ)

Komponen.	Quantity (Q)
Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (Bottom Cover)	2 (dua) EA
Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9 Mm;Ti (Top Cover)	2 (dua) EA
Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2 Mm;Ti (Bottom Cover)	5 (lima) EA

H. Economic Order Interval (EOI)

Setelah diketahui jumlah pemesanan ekonomis pada **tabel 9**, maka dilanjutkan dengan menghitung interval waktu pemesanan menggunakan metode *Economic Order Interval* (EOI) dengan rumus:

$$TC = m \times A + \frac{h \times D}{2m} \quad [4]$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2 \times A}{h \times D}}$$

Interval waktu ekonomis pemesanan suku cadang untuk ketiga komponen dapat dilihat pada **tabel 10**

TABEL 10.
Economic Order Quantity (EOI)

Komponen.	Interval (I)
Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (Bottom Cover)	1.6 Tahun
Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9 Mm;Ti (Top Cover)	2 (dua) Tahun

Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2 Mm;Ti (Bottom Cover)	1 (satu) Tahun
---	----------------

Kemudian biaya untuk setiap pemesanan dapat dilihat pada **tabel 11**.

Komponen.	Biaya (Rp)
Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (Bottom Cover)	Rp130.469
Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9 Mm;Ti (Top Cover)	Rp275.160
Gasket:Plain;Rd;300K;29X36X2 Mm;Ti (Bottom Cover)	Rp1.075.590

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan, bahwa terdapat 3 (tiga) komponen kritis yang dianalisis menggunakan *Risk Matrix Assesment* pada reaktor UDC 101, yaitu komponen Gasket:Rd; 36X149.5X2Mm;Ti (bottom cover), komponen Gasket:Rd; Delta;531.2X20.9Mm;Ti (top cover), dan komponen Gasket; Plain;Rd;300K;9X36X2 Mm;Ti (flange). Kemudian jumlah kebutuhan komponen kritis yang dihitung menggunakan metode *Reliability Centered Spares* (RCS) diketahui untuk Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (bottom cover) membutuh-kan 1 (satu) suku cadang, Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9 Mm;Ti (top cover), membutuhkan (satu) suku cadang, dan Gasket;Plain;Rd;300K;29X36X2Mm;Ti (flange) membutuh-kan 5 (lima) suku cadang. Setelah itu dilakukan perhitungan *inventory* menggunakan metode *economic order quantity* (EOQ) dan *economic order interval* (EOI). Dapat diketahui nilai EOQ komponen Gasket:Rd;136X149.5X2Mm;Ti (bottom cover) sebanyak 2 (dua) unit suku cadang, komponen Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9Mm;Ti (top cover) sebanyak 2 (dua) unit suku cadang, dan komponen Gasket;Plain;Rd; 300K; 29X36X2Mm;Ti (flange) sebanyak 5 (lima) unit suku cadang. Kemudian interval pemesanan (EOI) komponen Gasket: Rd; 136 X149.5X2 Mm;Ti (bottom cover) selama 1.6 tahun dengan biaya pemesanan Rp130.369, komponen Gasket:Rd;Delta;531.2X20.9Mm;Ti (top cover) selama 2 (dua) tahun dengan biaya pemesanan Rp275.160, dan komponen Gasket;Plain;Rd;300K;29X36X2 Mm;Ti (flange) selama 1 tahun dengan biaya pemesanan Rp1.075.590

REFERENSI

- [1] F. Kurniawan, Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [2] O. Ueda dan S. J. Pearton, Materials and Reliability Handbook for Semiconductor Optical and Electron Device, New York: Springer New York, NY, 2013.
- [3] Z. Ega, J. Alhilman dan F. T. D. Atmaji, "Perencanaan Pengelolaan Suku Cadang Pompa Produk Menggunakan Reliability Centered Maintenance Spares Pada Terminal BBM PT.XYZ," *Journal Industrial Services*, pp. 103-108, 2018.

- [4] Aladon, "Risk Centered Spares (RCS)," 28 Desember 2022. [Online]. Available: <https://www.aladon.com/reliability-centered-spares-rcs/>.
- [5] H. Sutherland, G. Recchia, S. Dryhurst dan A. L. Freeman, "How People Understand Risk Matrices And How Matrix Design Can Improve their Use: Findings from Randomize Controlled Studies," *Wiler Online Library*, pp. 1023-1041, 2021.
- [6] M. Modarres, M. Kaminskiy dan V. Krivtsov, *Reliability Engineering and Risk Analysis*, New York: Marcel Dekker, Inc., 1999.
- [7] K. Buchak dan L. Sakhno, "Compositions of Poisson and Gamma Processes," *I-Journal Global Academics*, pp. 161-168, 2017.
- [8] J. Fukuda, *Spare Parts Stock Lever Calculation*, Tokyo, 2008.
- [9] Erlina, "Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Penerapan Preventive Maintenance untuk Menentukan Jadwal Perawatan Pencegahan yang Optimum dan Meningkatkan Keandalan Komponen Kritis Mesin HD/PE-120 pada PT. Metropoly Jaya Nusa," Universitas Bina Nusantara, Jakarta, 2007.