

USULAN PENENTUAN KEBUTUHAN SPARE PART DAN KEBIJAKAN INVENTORY PADA MESIN ROVEMA 1 MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED SPARES (RCS) DAN MIN MAX STOCK DI PT XYZ

PROPOSED DETERMINATION OF SPARE PART REQUIREMENT AND INVENTORY POLICY FOR ROVEMA 1 MACHINE USING RELIABILITY CENTERED SPARES (RCS) AND MIN MAX STOCK METHODS IN PT XYZ

Cynthia Fresky Angelina¹, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji², Budi Santosa³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹cynthiafreskya@gmail.com ²franstatas@telkomuniversity.ac.id

³budisantosa@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang obat-obatan, makanan, dan natural produk. Permasalahan yang dihadapi perusahaan khususnya pada *Food Plant* yaitu keterlambatan perbaikan mesin atau *outstanding*. *Outstanding* terjadi karena mesin mengalami *downtime* dan disebabkan oleh ketidaktersediaan *spare part*. Berdasarkan data *downtime losses*, *downtime* dan frekuensi kerusakan paling tinggi terjadi di Mesin Rovema 1. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan kebijakan persediaan yang baik oleh perusahaan untuk menjamin ketersediaan *spare part* apabila *spare part* tersebut dibutuhkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Reliability Centered Spares (RCS)* untuk menentukan kebutuhan *spare part* kritis untuk 1 tahun dengan menggunakan *Poisson Process* dan *Min Max Stock* untuk menentukan persediaan minimum dan maksimum di gudang serta menentukan *reorder point spare part* kritis. Dengan menggunakan metode *Reliability Centered Spares (RCS)* dan *Min Max Stock*, didapatkan kebutuhan *Steel Band* yaitu 18 komponen dan *Insert Kuningan* yaitu 11 komponen dan *min max stock*, serta *reorder point* masing-masing komponen.

Kata Kunci : *Reliability Centered Spares (RCS)*, *Poisson Process*, *Min Max Stock*, *Reorder Point*, suku cadang

Abstract

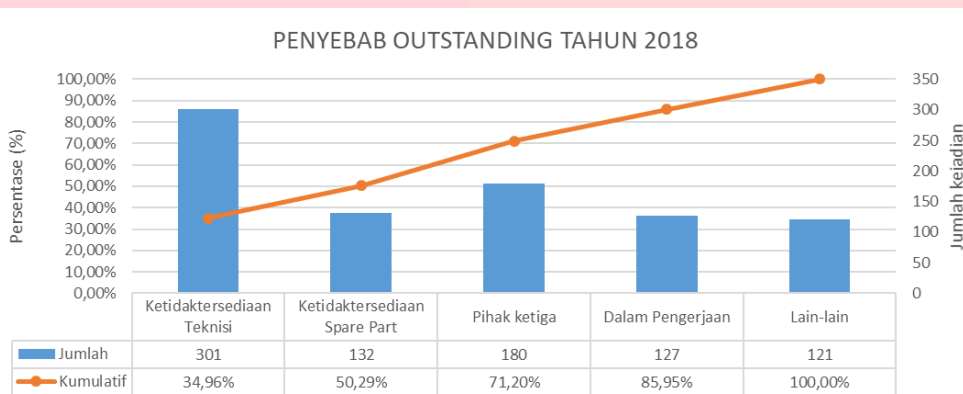
PT XYZ is a manufacturing company engaged in medicine, food, and natural products. The problems faced by the company, especially in the Food Plant are delays in repairing the machine or outstanding. Outstanding occurs because the machine has downtime and is caused by the unavailability of spare parts. Based on data on downtime losses, the highest downtime and frequency of damage occurs in the Rovema 1 machine. To overcome these problems a good inventory policy is needed by the company to guarantee the availability of spare parts if the spare parts are needed. The method used in this study is Reliability Centered Spares (RCS) to determine the need for critical spare parts for 1 year using Poisson Process and Min Max Stock to determine the minimum and maximum inventory in the warehouse and determine the reorder point for critical spare parts. By using the Reliability Centered Spares (RCS) and Min Max Stock methods, it is found that Steel Band needs are 18 components and Brass Insert which is 11 components and min max stock, as well as reorder points for each component.

Keywords: *Reliability Centered Spares (RCS)*, *Poisson Process*, *Min Max Stock*, *Reorder Point*, *spare parts*

1. Pendahuluan

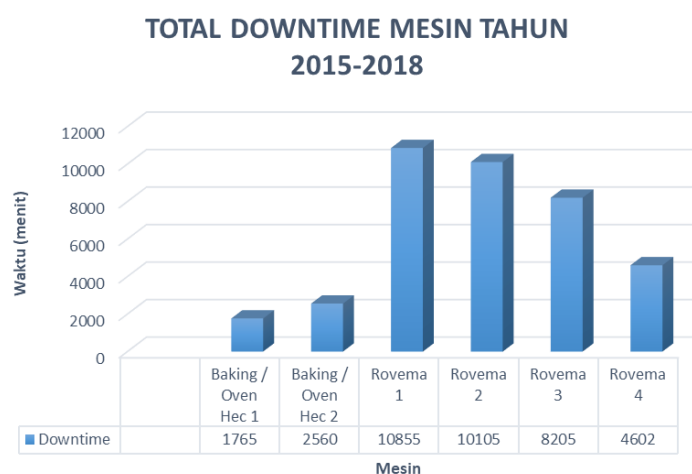
Kebijakan dalam pengelolaan persediaan (*inventory*) sangat penting dalam suatu perusahaan. Persediaan merupakan suatu bahan atau barang yang disimpan untuk memenuhi kebutuhan tertentu. Tanpa adanya persediaan, perusahaan dapat dihadapkan pada risiko yaitu tidak dapat memenuhi permintaan konsumen. Tujuan dari pengelolaan persediaan adalah untuk menjaga tingkat persediaan barang pada tingkat optimal dengan biaya persediaan yang minimum, menentukan kapan barang dipesan, menentukan jumlah barang yang dipesan, dan sebagainya. Umumnya, perusahaan tidak dapat mengelola operasional persediaan sehingga dapat terjadi ketidaktersediaan persediaan barang.

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang obat-obatan, makanan, dan natural produk. Penelitian dilakukan di *Food Plant* PT XYZ yang menghasilkan produk *snacks* seperti Tini Wini Biti dan Choco Mania. Proses produksi *snacks* terdiri dari proses *mixing*, proses *forming*, proses *baking* atau *oven*, proses *flavoring*, proses *cooling down*, dan proses *packaging*. Agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar, dibutuhkan mesin yang memiliki *performance* yang baik dan keandalan yang tinggi. Akan tetapi, keandalan suatu mesin dapat menurun seiring berjalannya waktu sehingga dapat menyebabkan mesin mengalami *downtime*. Untuk menjaga keandalan mesin, PT XYZ melakukan kegiatan pemeliharaan (*maintenance*). *Maintenance* yang dilakukan oleh PT XYZ yaitu *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance*. Interval pelaksanaan *preventive maintenance* yaitu mingguan, bulanan, dan tahunan. *Corrective maintenance* yang dilakukan oleh PT XYZ berupa *Service*. Adapun permasalahan yang terjadi pada perusahaan yaitu penanganan mesin yang mengalami kerusakan tidak selesai dikerjakan sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan, sehingga menyebabkan *outstanding*. *Outstanding* adalah keterlambatan dalam perbaikan mesin. Gambar 1 menunjukkan diagram pareto penyebab terjadinya *outstanding* tahun 2018.



Gambar 1. Diagram Pareto Penyebab Outstanding Tahun 2018

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui penyebab *outstanding* terdiri beberapa faktor antara lain ketidaktersediaan teknisi, ketidaktersediaan *spare part*, pihak ketiga, dalam pengerjaan, dan penyebab lainnya. Dari diagram Pareto di atas, dapat diketahui penyebab utama *outstanding* adalah ketidaktersediaan teknisi. Penyebab kedua adalah pihak ketiga, yang artinya memerlukan *service* dari pihak ketiga. Kedua faktor penyebab *outstanding* tersebut tidak dapat diubah, karena dalam RTK (Rencana Kebutuhan Tenaga Kerja) Perusahaan tahun 2019 tertera pernyataan : “Tidak ada penambahan karyawan untuk fungsi-fungsi *support*”. Maka penelitian ini fokus pada kebijakan persediaan *spare part* untuk mengatasi permasalahan *ketidaktersediaan spare part*. Selain itu, *outstanding* terjadi karena mesin mengalami *downtime*. *Downtime* adalah waktu dimana suatu *equipment* tidak dapat beroperasi disebabkan adanya kerusakan pada mesin (*failure*). Jika mesin mengalami *downtime*, proses produksi menjadi terhambat. Gambar 2 menunjukkan grafik total *downtime* setiap mesin pada tahun 2015 hingga 2018.



Gambar 2. Grafik Total Downtime Mesin (2015 – 2018)

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, dapat diketahui bahwa mesin Rovema 1 mengalami *downtime* paling tinggi yaitu 10855 menit. *Downtime* pada mesin terjadi karena adanya kerusakan pada mesin. Tabel 1 akan menunjukkan data total kerusakan dan persentase kerusakan setiap mesin pada tahun 2015 hingga 2018.

Tabel 1. Total Kerusakan dan Persentase

Mesin	Total Kerusakan	Persentase
Baking / Oven Hec 1	18	4,4 %
Baking / Oven Hec 2	24	5,9 %
Rovema 1	119	29,2 %
Rovema 2	116	28,4 %
Rovema 3	88	21,6 %
Rovema 4	43	10,5 %

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa mesin Rovema 1 mengalami kerusakan paling besar yaitu 119 kali dengan persentase kerusakan sebesar 29,2%. Jadi, mesin Rovema 1 terpilih sebagai mesin kritis dan objek penelitian karena mengalami *downtime* dan jumlah kerusakan paling tinggi dibandingkan mesin lainnya.

Maka dalam penelitian ini, dilakukan penentuan kebutuhan *spare part* kritis untuk 1 tahun kedepan menggunakan metode *Reliability Centered Spares* (RCS) dan menentukan kebijakan *inventory*. Metode RCS digunakan untuk menentukan kebutuhan suku cadang yang harus tersedia. Penentuan kebutuhan suku cadang menggunakan *Poisson Process*. Penentuan kebijakan *inventory* menggunakan metode *Min Max Stock* yaitu menentukan persediaan suku cadang minimum dan maksimum di gudang dan menentukan *Reorder Point* (ROP) yaitu untuk menentukan titik atau batas untuk dilakukan pemesanan kembali.

2. Dasar Teori dan Metode Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Maintenance Management

Maintenance adalah suatu pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah kegagalan dari suatu peralatan agar peralatan dapat bekerja dengan baik [1]. *Maintenance* dilakukan untuk memastikan asset-aset fisik dapat memenuhi fungsinya [2]. *Maintenance* diklasifikasikan menjadi 3 jenis pemeliharaan yaitu *reactive maintenance/corrective maintenance*, *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*. *Reactive maintenance/ Corrective maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan setelah terjadi kerusakan atau kegagalan pada suatu sistem [3]. *Preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan sebelum peralatan mengalami kerusakan dan termasuk pemeliharaan yang terjadwal [4]. *Predictive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah perbaikan besar dengan biaya yang mahal atau waktu henti yang tidak terjadwal. Terdapat salah satu hal yang perlu dipertimbangkan dalam pelaksanaan *maintenance* yaitu ketersediaan *spare part* [5].

2.1.2 Risk Matrix

Risk Matrix adalah matriks risiko yang digunakan untuk menentukan berbagai tingkat risiko dari beberapa kategori probabilitas bahaya dan dampak yang ditimbulkan dari risiko tersebut. [6]. *Risk Matrix* sering digunakan dalam pengambilan keputusan [7]. Penilaian risiko dalam *risk matrix* dapat dilihat dari tingkat *severity* atau *consequences* dan *probability* atau *likelihood* [8]. Untuk *risk matrix* model 5x5, tingkat *severity* terdiri dari kategori *insignificant*, *minor*, *moderate*, *major*, dan *catastrophic*. Sedangkan, tingkat *likelihood* terdiri dari kategori *rare*, *unlikely*, *possible*, *likely*, dan *almost certain*.

2.1.3 Reliability Centered Spares (RCS)

Reliability Centered Spares (RCS) adalah salah satu metode analisis pengelolaan suku cadang dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti kebutuhan pemeliharaan apa yang dibutuhkan oleh mesin dan akibat yang terjadi jika suku cadang tidak tersedia. Metode ini memungkinkan kegiatan perawatan tanpa harus menunggu pengadaan komponen yang diganti [9]. RCS dapat digunakan untuk menentukan level persediaan *spare part* berdasarkan kebutuhan peralatan dan pengoperasian *maintenance* [10].

2.1.4 Poisson Process

Poisson Process adalah teknik perhitungan kebutuhan suku cadang berdasarkan keandalan. Permintaan untuk suku cadang terjadi karena adanya penggantian atau kegagalan komponen yang terjadi sebagai akibat dari tindakan pemeliharaan adalah kejadian yang digambarkan sebagai pendistribusian Poisson yang terjadi berdasarkan peristiwa yang terjadi dalam interval tertentu [11]. *Spare part* diklasifikasikan menjadi 2 yaitu *non repairable* dan *repairable* [12]. Berikut adalah persamaan untuk menghitung kebutuhan *spare part* dengan menggunakan *Poisson Process* :

a. Repairable

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan komponen *repairable* yaitu:

$$\lambda t = \frac{1}{MTBF} t = \frac{A x N x M x T}{MTBF} \quad (1)$$

Dimana:

λt : Laju kerusakan
 t : *Total operating time*
 A : Jumlah komponen
 N : Jumlah mesin
 T : *Initial period*
 M : Utilitas/ *Operating machine*
 $MTBF$: *Mean Time Between Failure*

b. *Non Repairable*

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kebutuhan komponen *non repairable* yaitu:

$$\lambda t = \frac{1}{MTTF} t = \frac{A \times N \times M \times T}{MTTF} \quad (2)$$

Dimana:

λt : Laju kerusakan
 t : *Total operating time*
 A : Jumlah komponen
 N : Jumlah mesin
 T : *Initial period*
 M : Utilitas/ *Operating machine*
 $MTTF$: *Mean Time To Failure*

2.1.5 *Min Max Stock*

Metode *Min Max Stock* merupakan metode dalam pengendalian persediaan suku cadang, dimana ditentukan minimum stok dan maksimum stok suku cadang [13]. Apabila sudah mencapai batas minimum, maka perlu dilakukan pemesanan suku cadang untuk mencapai batas maksimum stok suku cadang. Penerapan metode *Min Max Stock* dilakukan agar gudang dapat mengetahui berapa stok minimum yang harus tersedia untuk memenuhi kapasitas kuantitas produksi dan stok maksimum bahan baku di gudang. Pengendalian persediaan dengan menggunakan metode *Min Max Stock* terdiri dari beberapa tahapan yaitu menentukan *safety stock*, *min stock*, dan *max stock* [14]. Berikut merupakan persamaan dalam perhitungan dengan menggunakan metode *Min Max Stock* [15]:

$$\text{Safety Stock} = (\text{Pemakaian Maksimum} - T) \times C \quad (3)$$

$$\text{Min Stock} = (T \times C) + S \quad (4)$$

$$\text{Max Stock} = 2 \times (T \times C) \quad (5)$$

Dimana:

T : Rata-rata pemakaian per periode tertentu (unit)
 C : *Lead time* (bulan)
 S : *Safety stock* (unit)

2.1.6 *Reorder Point*

Reorder Point adalah titik atau batas persediaan, dimana akan dilakukan pemesanan kembali [16]. Dalam perhitungan *reorder point* ini ditentukan oleh lamanya *lead time*, rata-rata pemakaian dan *safety stock* [17]. Berikut persamaan dalam perhitungan *reorder point*:

$$ROP = (AU \times LT) + SS \quad (6)$$

Dimana:

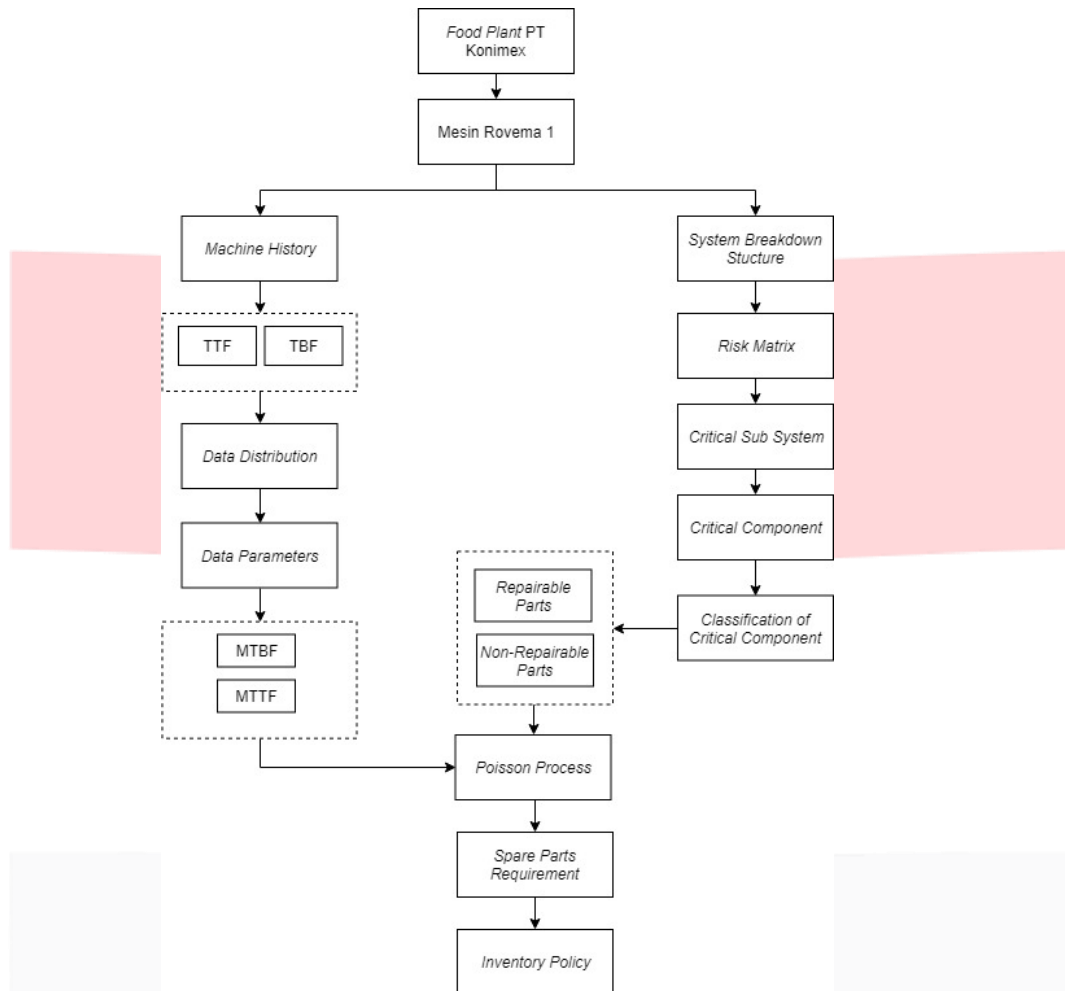
AU : Rata-rata pemakaian per periode tertentu (unit)
 LT : *Lead time* (bulan)
 SS : *Safety stock*

2.2 Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dijelaskan langkah-langkah pengerjaan dalam penelitian.

2.2.1 Model Konseptual

Model Konseptual merupakan gambaran mengenai alur atau model pengerjaan penelitian. Berikut merupakan model konseptual dalam penelitian ini.



Gambar 4. Model Konseptual

3. Pembahasan

3.1 Penentuan Subsistem dan Komponen Kritis

Penentuan subsistem dan komponen kritis menggunakan *Risk Matrix*. Mesin Rovema terdiri dari 3 sub sistem yaitu sistem mekanik, sistem elektrik, dan sistem pneumatik. Penentuan sub sistem kritis ini menggunakan *Risk Matrix*. Sebelum membuat *Risk Matrix*, didefinisikan terlebih dahulu tingkat *severity* dan *likelihood*. Tingkat *severity* merupakan dampak yang ditimbulkan akibat kerusakan pada sistem. Sedangkan tingkat *likelihood* merupakan probabilitas kerusakan atau kegagalan pada sistem. Berikut ini merupakan hasil *Risk Matrix* dari sub sistem pada Mesin Rovema 1.

Tabel 2. Risk Matrix Sub Sistem Mesin Rovema 1

Likelihood	Severity					
	Sub sistem	Insignificant (1)	Minor (2)	Moderate (3)	Major (4)	Catastrophic (5)
Almost Certain (5)					Mekanik	
Likely (4)						
Possible (3)			Elektrik			
Unlikely (2)			Pneumatik			
Rare (1)						

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa subsistem kritis Mesin Rovema 1 adalah subsistem mekanik.

Tabel 3. Risk Matrix Komponen dari Sub Sistem Kritis Mesin Rovema 1

		Severity				
		Sub sistem	Insignificant (1)	Minor (2)	Moderate (3)	Major (4)
Likelihood	Almost Certain (5)				Steel Band, Insert Kuningan	
	Likely (4)					
	Possible (3)		Carbon Brush			
	Unlikely (2)		Transport Belt	Conveyor		
	Rare (1)					

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa komponen kritis dari sub sistem Mekanik adalah *Steel Band* dan *Insert Kuningan*.

3.2 Penentuan Nilai MTTF dan MTBF

Mean Time To Failure (MTTF) adalah rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin atau komponen selesai diperbaiki hingga mesin atau komponen tersebut mengalami kerusakan kembali.

Tabel 4. Nilai MTTF

Komponen	Distribusi	Parameter		MTTF (jam)
<i>Steel Band</i>	Weibull	η	1.234,34	3546,87
		β	0,422761	
<i>Insert Kuningan</i>	Weibull	η	2.326,85	3.193,12
		β	0,647443	

Mean Time Between Failure (MTBF) adalah jarak rata-rata antar kerusakan.

Tabel 5. Nilai MTBF

Komponen	Distribusi	Parameter		MTBF (jam)
<i>Steel Band</i>	Weibull	η	1.481,76	3583,12
		β	0,455043	
<i>Insert Kuningan</i>	Eksponensial	η	2.539,51	2.539,51

3.3 Pengklasifikasian Komponen

Komponen kritis diklasifikasikan menjadi *non repairable* atau *repairable*. Jika komponen kritis termasuk *non repairable*, kerusakan harus di ganti dengan komponen yang baru. Jika komponen kritis termasuk *repairable*, maka komponen dapat diperbaiki sehingga komponen tidak perlu diganti. Pengklasifikasian komponen ini dilakukan karena dalam perhitungan jumlah kebutuhan komponen memiliki rumus perhitungan yang berbeda.

Tabel 6. Klasifikasi Komponen

Komponen	Klasifikasi
<i>Steel Band</i>	<i>Non repairable</i>
<i>Insert Kuningan</i>	<i>Non repairable</i>

3.4 Reliability Centered Spares (RCS) dan Kebijakan Inventory

3.4.1 Analisis Jumlah Kebutuhan Spare Part

Perhitungan jumlah kebutuhan *spare part* dilakukan berdasarkan hasil pengklasifikasian komponen yaitu *non repairable* atau *repairable* untuk 1 tahun kedepan. Perhitungan dilakukan menggunakan *Poisson Process*. Komponen *Steel Band* dan *Insert Kuningan* termasuk *non repairable*, artinya komponen tidak dapat diperbaiki

sehingga harus diganti dengan komponen baru. Hasil kebutuhan *spare part* yang harus disediakan berdasarkan *confidence level* sebesar 99%.

Tabel 7. Klasifikasi Komponen

Komponen	Kebutuhan Spare Part
<i>Steel Band</i>	18
<i>Insert Kuningan</i>	11

3.4.2 Analisis Kebijakan Inventory

Penentuan kebijakan *inventory* menggunakan metode *Min-Max Stock* dan *Reorder Point*. Metode *Min-Max Stock* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan persediaan minimum dan maksimum suku cadang agar tidak terjadi kekurangan suku cadang dan kelebihan suku cadang sehingga tidak terjadi penumpukan suku cadang di gudang. Jika sudah mencapai tingkat minimum stok, maka perlu dilakukan pemesanan suku cadang. *Reorder Point* merupakan titik atau batas perusahaan harus melakukan pemesanan suku cadang kembali. Berikut data pemakaian *steel band* dan *insert kuningan* serta *lead time* mulai tahun 2015 sampai 2018.

Tabel 8. Data Pemakaian dan *Lead Time*

Komponen	<i>Min Stock</i>	<i>Max Stock</i>	<i>Reorder Point</i>
<i>Steel Band</i>	10	16	10
<i>Insert Kuningan</i>	10	15	10

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan *Risk Matrix*, didapatkan subsistem kritis dan komponen kritis Mesin Rovema 1 yaitu subsistem mekanik dan 2 komponen kritis (*Steel Band* dan *Insert Kuningan*). Kebutuhan *Steel Band* dan *Insert Kuningan* untuk 1 tahun kedepan berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Reliability Centered Spares (RCS)* yaitu dengan *Poisson Process* sebanyak 18 komponen dan 11 komponen. Kebijakan *inventory* tiap komponen berbeda, dimana *min max stock* komponen *Steel Band* adalah 10 komponen dan 16 komponen. Apabila sudah mencapai batas minimum stok, maka dilakukan pemesanan kembali atau *reorder point*. Nilai *min stock* dan *reorder point Steel band* sama yaitu 10 komponen, yang berarti pemesanan kembali komponen dilakukan saat komponen tersisa 10. Sedangkan *min max stock* komponen *Insert Kuningan* adalah 10 komponen dan 15 komponen. Apabila sudah mencapai batas minimum stok, maka dilakukan pemesanan kembali atau *reorder point*. Nilai *min stock* dan *reorder point Insert kuningan* sama yaitu 10 komponen, yang berarti pemesanan kembali komponen dilakukan saat komponen tersisa 10.

5. Daftar Pustaka

- [1] D. Kumar and D. Kumar, "Maintenance management," in *Maintenance Management: Sustainable Management of Coal Preparation*, 2018, pp. 369–380.
- [2] Moubrey, *Reliability-centered Maintenance*. London, 1991.
- [3] L. G. I. Fatritya, F. T. D. Atmaji, and E. Budiasih, "Usulan Kebijakan Perawatan Dan Biaya Pada Mesin 1110 Jc Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Dan Cost of Unreliability (Cour) (Studi Kasus: Pt.Xyz)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 2952–2959, 2018.
- [4] F. T. D. Atmaji and A. A. N. N. U. Putra, "Kebijakan Persediaan Suku Cadang Di PT ABC Menggunakan Metode RCS (Reliability Centered Spares) Spare Part Inventory Policy at ABC Company Using RCS (Reliability Centered Spare) method," *J. Manaj. Ind. Dan Logistik*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [5] M. R. Hariyanto, F. T. D. Atmaji, and J. Alhilman, "Perancangan Aplikasi Analisis Rcm (Reliability Centered Maintenance) Dan Rcs (Reliability Centered Spares) Dalam Menentukan Kebijakan Maintenance Dan Persediaan Spare Part," *SEMRESTEK 2018 Proc.*, vol. 1, no. 1, pp. 541–548, 2018.
- [6] A. Riyanto, F. Tatas, D. Atmaji, and E. Budiasih, "Perancangan Usulan Pengelolaan Sparepart Dan Kebijakan Maintenance Pada Mesin Ila-0005 Menggunakan Metode Reliability Centered Spares (Rcs) Dan Reliability Centered Maintenance (Rcm) Di Pt . Xyz Design of Sparepart Proposal Management and Maintenance ," vol. 5, no. 2, pp. 2809–2815, 2018.
- [7] A. C. Marquez, *The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Springer, 2007.
- [8] D. Ristic, "A Tool for Risk Assessment," *Saf. Eng.*, vol. 3, no. 3, 2013.
- [9] Z. Ega, J. Alhilman, and F. T. D. Atmaji, "PERENCANAAN PENGELOLAAN SUKU CADANG PADA POMPA PRODUK MENGGUNAKAN RELIABILITY CENTERED SPARES PADA TERMINAL BBM PT. XYZ," *J. Ind. Serv.*, vol. 4, no. 1, 2018.
- [10] M. S. Sarashvati, J. Alhilman, and Nopendri, "Optimalisasi Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) dan Perencanaan Pengelolaan Suku Cadang Menggunakan RCS (Reliability Centered Spares) Pada Continuous Casting Machine #3 Slab Steel Plant di PT Krakatau Steel,

- Tbk,” *J. Ind. Serv.*, vol. 4, no. 2, 2017.
- [11] J. Fukuda, *Spare Parts Stock Level Calculation*. 2008.
- [12] D. Louit, R. Pascual, D. Banjevic, and A. K. S. Jardine, “Optimization models for critical spare parts inventories-a reliability approach,” *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 62, no. 6, pp. 992–1004, 2011.
- [13] A. P. Kinanthi, D. Herlina, and F. A. Mahardika, “Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-Max (Studi Kasus PT.Djitoe Indonesia Tobacco),” *PERFORMA Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 15, no. 2, pp. 87–92, 2018.
- [14] T. Iqbal, D. Aprizal, and M. Wali, “Aplikasi Manajemen Persediaan Barang Berbasis Economic Order Quantity (EOQ),” *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 1, no. 1, pp. 48–60, 2017.
- [15] R. E. Indrajit and R. Djokopranoto, *Dari MRP Materials Requirement Planning Menuju ERP Enterprise Resource Planning*. 2011.
- [16] T. Lukmana and D. T. Y, “Penerapan Metode EOQ dan ROP,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 3, pp. 271–279, 2015.
- [17] G. G. Kencana, “Analisis Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Obat Antibiotik di RSUD Cicalengka Tahun 2014,” vol. 3, pp. 42–52, 2015.