

Analisis Biaya Perawatan Pada Mesin *Carding* Dengan Metode *Preventive Maintenance Policy* Di PT. XYZ

Riko Khaerul Anam^{a*}, Dana Prianjani^b, Hafid Syaifullah^c, Isna Nugraha^d

^{a,b} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, 50112

^{c,d} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya Jawa Timur – 60294.

*Corresponding author : rikokhaerul06@std.unissula.ac.id

ABSTRAK

PT. XYZ adalah pabrik tekstil pemintalan benang (*spinning*). Proses Produksi pemintalan benang mempunyai beberapa proses tahapan. Dari sekian banyak mesin dalam proses pemintalan, mesin *Carding* memiliki hasil *output* yang sangat berpengaruh terhadap proses akhir pemintalan bahkan mesin *carding* disebut juga jantungnya semua mesin proses produksi pemintalan benang. Karena mesin *Carding* berjalan terus menerus maka diperlukan kegiatan pemeliharaan (*maintenance*). Ada dua jenis perbaikan dalam *maintenance* yaitu secara *repair* dan secara *preventive*. Setelah dilakukan perhitungan biaya menggunakan *repair* dan *preventive maintenance policy* dapat diketahui biaya dari kedua jenis perawatan mesin *carding* untuk kelas kerusakan A lebih baik dilakukan proses perawatan menggunakan *repair policy* karena lebih murah dibandingkan dengan menggunakan *preventive police*. Untuk kelas kerusakan B lebih baik dilakukan proses perawatan menggunakan *preventive policy* dengan periode 3 bulan sekali karena lebih murah dibanding menggunakan *repair policy*. Analisis biaya dapat digunakan sebagai alat manajemen untuk memprediksi biaya di masa depan, mengukur sistem biaya keuntungan, dan melakukan analisis sensitivitas.

Kata Kunci: Analisis Biaya, *Maintenance*, Mesin *Carding*, *Preventive Maintenance Policy*.

ABSTRACT

PT. XYZ is a yarn spinning textile factory. The production process for spinning yarn has several process stages. Of the many machines in the spinning process, the Carding machine has an output that greatly influences the final spinning process. In fact, the carding machine is also called the heart of all machines in the yarn spinning production process. Because the carding machine runs continuously, maintenance activities are needed. There are two types of repairs in maintenance, namely repair and preventive. After calculating the costs using repair and preventive maintenance policies, the costs of both types of carding machine maintenance can be known. For class A damage, it is better to carry out the maintenance process using a repair policy because it is cheaper than using preventive police. For class B damage, it is better to carry out the maintenance process using a preventive policy for a period of every 3 months because it is cheaper than using a repair policy. Cost analysis can be used as a management tool to predict future costs, measure system cost benefits, and carry out sensitivity analysis.

Keywords: Cost Analysis, Maintenance, Carding Machines, Preventive Maintenance Policy.

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang pemintalan benang (*spinning*) yang memproses bahan baku serat untuk dijadikan benang untuk bahan baku tenun atau rajut. Salah satu proses produksi pemintalan benang di PT. XYZ adalah proses *carding* di mesin *carding*.

Mesin *Carding* merupakan mesin yang merubah gumpalan serat menjadi *sliver*[1]. Mesin *Carding* mempunyai peran yang sangat penting dalam penentuan kualitas hasil produksi di suatu pabrik pemintalan[2]. Pada mesin ini terdapat beberapa bagian yang dilalui oleh *sliver*. Dari beberapa fungsi bagian-bagian mesin *carding* jika pada mesin *carding* mengalami kegagalan maka *sliver* pada proses selanjutnya akan mengalami kegagalan yang berkelanjutan, hasil yang tidak sempurna dan mengalami banyak kecacatan. Penggunaan mesin *carding* yang terus-menerus meyebabkan bagian-bagian mesin *carding* menjadi aus dan harus diperbaiki dan diganti secara berkala. Maka dari itu dengan berjalannya proses mesin *carding* yang secara terus menerus mengakibatkan bagian-bagian *carding* mengalami penurunan fungsi optimalnya maka diperlukan *maintenance* secara berkala dengan teliti.

Menurut Riadi & Muchlisin (2019), *maintenance* merupakan pemeliharaan fasilitas dan peralatan dengan memperhatikan jadwal yang telah ditentukan sehingga mereka selalu tersedia untuk produksi secara efektif dan efisien berdasarkan standar (fungsi dan kualitas) serangkaian kegiatan [3][4]. *Maintenance* terdiri dari beberapa elemen dalam bentuk peralatan, penggantian komponen atau suku cadang, biaya pemeliharaan, rencana kegiatan pemeliharaan, dan pemeliharaan sistem [5][6].

Analisis biaya diperlukan untuk mengurangi pengeluaran biaya perawatan dan perbaikan suatu mesin pada sebuah perusahaan tentu saja perlu dilakukan [7]. Untuk mengetahui ataupun mempersiapkan biaya perawatan dan perbaikan maka digunakalah metode perawatan mesin *preventive maintenance policy* Sistem pemeliharaan ini dilaksanakan secara berkala dan berkesinambungan berdasarkan data historis yang ada.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Proses Bisnis Perusahaan

Dalam proses produksi PT. XYZ pertama dimulai dengan pemilih bahan baku yang digunakan sesuai dengan proses benang yang akan diproduksi. Pemintalan benang terdapat beberapa tahapan proses, berikut adalah gambaran mengenai tahapan proses produksi perusahaan :

1. Gudang bahan, Merupakan tempat penyimpanan bahan baku yang akan dijadikan produk jadi. Dimana pada saat berada di gudang, bahan baku telah di cek terlebih dahulu sebelum bahan baku berada di gudang.
2. *Blowing* merupakan tahap awal pembuatan benang, cara kerja mesin *blowing* adalah membuka dan mengambil otomatis material dalam bentuk *bale* menjadi gumpalan serat yang lebih halus. Serat yang sudah di buka akan dipisahkan dari kotoran-kotoran yang masih menempel.
3. *Carding* membuka serat-serat yang menggumpal akan diurai kembali antara serat pendek dan serat panjang yang bertujuan untuk menjaga kekuatan benang, setelah itu serat-serat disatukan memanjang menjadi *sliver*.
4. *predrawing* berfungsi untuk merubah gulungan serat atau *sliver* yang masih kurang rapi. Biasanya dari mesin *carding* mengirim 10 can/drum di mesin *predrawing* bisa menjadi 2 can/drum saja, dimana pada mesin ini *sliver* mengalami peregangan dan pensejajaran serat.

5. *Unilap Combing* Mesin ini berfungsi menyisir serat-serat agar menjadi lurus dan beraturan. Benang yang dihasilkan pada proses ini disebut benang *combed* (benang sisira).
6. *Blanded* Mesin ini berfungsi untuk mencampur antara *cotton* dan *polyester*, namun proses ini digunakan jika ada permintaan dari konsumen tertentu saja.
7. *Drawing Breaker* Mesin ini berguna untuk menghaluskan *sliver* yang keluar dari *predrawing* ataupun *blanded*.
8. *Drawing Finisher* Mesin ini merupakan proses akhir penghalusan *sliver*. Perbedaan dari mesin *drawing* lainnya adalah tingkat kerapatan persatuan panjangnya.
9. *Roving* yaitu memproses *sliver* yang melewati pasangan rol sehingga terjadi peregangan yang selanjutnya digulung pada bobin.
10. *Ring spinning* adalah memproses pemintalan yang bertujuan untuk mengubah *sliver roving* menjadi benang dengan cara meregangkan.
11. *Winding* Mesin ini berfungsi untuk menggulung benang yang berasal dari beberapa cop hasil dari mesin *spinning* menjadi benang yang digulung ke *cone*.
12. Pengemasan, setelah seluruh proses selesai benang yang digulung di *cone* dibawa ke ruang *ultra violet* untuk diperiksa kesempurnaan gulungan benangnya, selanjutnya benang siap untuk di kemas.
13. Gudang Produk Jadi, setelah proses produksi benang selesai dan melewati pengecekannya juag maka benang selanjutnya di simpan di gudang untuk menunggu pengiriman.

2.2 Analisis Teoritis Perusahaan

2.2.1 Sistem yang diterapkan Dalam Perusahaan

Metode kegiatan *maintenace* yang sudah diterapkan di perusahaan adalah menggunakan metode *repair maintenance*. Kegiatan perbaikan atau pemeliharaan ini menunggu mesin bermasalah, tujuan kegiatan ini adalah untuk perbaikan, yaitu. menunggu kerusakan terjadi kemudian diperbaiki agar mesin produksi atau sistem produksi kembali siap digunakan dan proses produksi berjalan dengan lancar kembali.

2.2.2 Sistem Analisis Yang Di Kembangkan

Analisis metode yang dikembangkan oleh penulis yaitu penggabungan antara metode yang sudah ada dalam perusahaan yaitu metode *repair maintenance* dengan metode *preventif maintenance policy*. Pemeliharaan *preventif maintenance policy* adalah tindakan pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan yang tidak diharapkan. Dari dua metode ini kemudian dibandingkan mana yang lebih baik diterapkan pada kerusakan-kerusakan tertentu.

2.3 Landasan Teori

2.3.1 Maintenance

Berikut adalah pengertian pemeliharaan menurut para ahli atara lain yaitu:

1. Menurut Ngadiyono (2010) kegiatan perawatan meliputi *maintenace*, *repair* dan *overhaul*. Pemeliharaan dengan demikian dapat diartikan sebagai segala tindakan yang ditujukan untuk memelihara atau mengembalikan suatu komponen atau mesin dalam kondisi optimal sehingga dapat melakukan tugasnya sesuai dengan kebutuhan perusahaan[8].
2. Menurut Ginting, Erlina, Antarlina, & Widowati (2009) pemeliharaan adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menjamin kelangsungan oprasi mesin atau pabrik [9].
3. Menurut Assauri & Sofjan (2013) Pemeliharaan adalah kegiatan memelihara peralatan atau sistem serta melakukan perbaikan atau penggantian untuk mencapai proses produksi yang memuaskan dan terencana[10].

Dari berbagai pernyataan diatas maka bisa disimpulkan bahwa kegiatan pemeliharaan dilakukan untuk memelihara atau memperbaiki peralatan perusahaan, sehingga dapat melaksanakan produksi secara efektif dan efisien sesuai dengan pesanan yang direncanakan dengan hasil produksi yang berkualitas tinggi.

2.3.2 Tujuan Maintenance

Tujuan *maintenance* menurut Daryus (2019) dalam bukunya manajemen pemeliharaan mesin Tujuan pemeliharaan yang utama dapat didefinisikan sebagai berikut:

1. Untuk menambah umur kegunaan asset [11].
2. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan fasilitas tersebut.
3. Untuk Memastikan semua peralatan yang dibutuhkan dalam situasi darurat selalu siap digunakan.
4. Untuk memastikan hasil terbaik dari produk yang diproduksi dan untuk mendapatkan keuntungan dari setiap investasi yang diperlukan [12][13].

2.3.3 Fungsi Maintenance

Fungsi pemeliharaan adalah memperpanjang umur ekonomis mesin dan pabrik produksi yang ada serta memastikan mesin dan pabrik produksi tersebut selalu dalam kondisi optimal dan siap pakai untuk menjalankan proses produksi [14][15]. Manfaat yang dapat diperoleh dari perawatan mesin yang baik adalah sebagai berikut :

1. Mesin dan peralatan produksi perusahaan dapat digunakan untuk waktu yang lama.
2. Pelaksanaan proses produksi di masing-masing perusahaan berjalan lancar.
3. Dapat menghindari atau mencegah kerusakan serius pada mesin dan fasilitas produksi selama proses produksi.
4. Peralatan produksi yang digunakan dapat beroperasi dengan aman dan handal, sehingga proses dan pengujian jaminan kualitas harus dilakukan dengan baik.
5. Kerusakan total pada mesin bekas dan fasilitas produksi dapat dihindari.
6. Ketika mesin dan peralatan produksi bekerja dengan baik, konsumsi bahan baku dapat dilakukan secara normal.
7. Baiknya penggunaan mesin dan peralatan produksi perusahaan maka beban mesin dan peralatan produksi yang ada semakin baik [16].

2.3.4 Kegiatan-kegiatan Maintenance

Kegiatan perawatan yang terdapat di perusahaan dapat dibedakan menjadi dua macam, antara lain yaitu :

1. Planned maintenance (Pemeliharaan terencana)

Pemeliharaan terencana adalah kegiatan pemeliharaan yang didasarkan pada perencanaan sebelumnya terkait dengan sejumlah proses produksi[17]. Ada beberapa jenis pemeliharaan terencana, antara lain yaitu:

- Preventive maintenance dimana pemeliharaan yang dilakukan pada waktu tertentu atau menurut kriteria tertentu pada tahapan proses produksi yang berbeda. Tujuannya adalah agar produk yang diproduksi memenuhi rencana dalam hal kualitas, biaya, dan kepatuhan terhadap jadwal [18].
- Scheduled maintenance adalah Pemeliharaan untuk mencegah kerusakan, dan pemeliharaan dilakukan secara berkala dalam jangka waktu tertentu. Interval perawatan didasarkan pada nilai empiris, data sebelumnya, atau rekomendasi dari produsen mesin yang bersangkutan[19].
- Predictive maintenance merupakan strategi pemeliharaan yang implementasinya didasarkan pada kondisi mesin itu sendiri. Preventive maintenance disebut juga dengan proper maintenance atau pemantauan kondisi mesin, yang berarti menentukan kondisi mesin dengan melakukan pemeriksaan mesin secara berkala untuk mengetahui keandalan mesin dan terjaminnya keselamatan pekerja.

2. Unplanned maintenance (perawatan tidak terduga)

Perawatan yang tidak terduga adalah perawatan yang dilakukan sebagai tanggapan atas indikasi atau indikasi bahwa beberapa fase proses pembuatan tiba-tiba menghasilkan hasil yang tidak sesuai[17]. Berikut adalah jenis perawatan yang tidak terduga:

- Breakdown maintenance adalah pemeliharaan korektif yang terjadi ketika sebuah peralatan gagal dan perbaikan darurat atau prioritas diperlukan[20].
- Corrective maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan karena produk (produk setengah jadi atau produk jadi) tidak sesuai dengan rencana dalam hal kualitas, biaya dan kepatuhan terhadap jadwal[21].

3. Metode Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data yang digunakan penulis melakukan pengamatan, wawancara, observasi, pengumpulan data tertulis maupun studi literatur. Pengamatan ini dilaksanakan terhadap rangkaian proses perawatan mesin *carding* dengan melakukan wawancara terhadap pelaksana kegiatan perawatan dan perbaikan mesin, jika diperlukan pemahaman yang lebih dalam penulis langsung menanyakan kepada kepala bagian maintenance. Berikut adalah data yang penulis sudah kumpulkan.

3.1.1 Data Breakdown

Data ini didapat meliputi data biaya pelayanan pemeliharaan pencegahan dan biaya perbaikan. Namun data biaya pergantian *sparepart* mesin penulis dapatkan berdasarkan kisaran rentan harga dari yang didapat dari informasi para pegawai dan *marketplace*, karena data biaya pembelian di PT. XYZ dirahasiakan. Berikut adalah Tabel 1 mengenai data *Breakdown* mesin *Carding* selama 6 bulan periode.

Tabel 1. Data *breakdown* Mesin *Carding*

Tanggal	Kegiatan Mekanik	Penggantian Spare Part		Harga (Rp)
		Nama Spare Part	Jumlah	
06/08/22	Laping Stripping Belakang	F Belt 450 X 20	1	180.000
07/08/22	Laping Stripping Belakang	Stripping Fillet Hpr30-Z2c	1	800.000
10/08/22	Pen Pulley Topflat Patah	Snapring S20	2	8.000
31/08/22	Baut Callender Roll Lepas	-	-	-
01/09/22	Pen Top Flat Patah	Snapring S20	1	4.000
09/09/22	Laping Callender Roll	-	-	-
28/09/22	Laping Beater Chuut Feed	-	-	-
10/10/22	Pen Pully Topflat Patah	Pully Jwf	1	309.000
03/11/22	Laping Stripping Belakang	F Belt 450 X 20	1	180.000
10/11/22	Pen Pully Topflat Patah	Snapring S20	1	4.000
14/11/22	T Belt 630 H Putus	T Belt 630 H	1	445.000
03/12/22	Slub Terus	F Belt 450 X 20	1	180.000
04/12/22	Laping Stripping Belakang	-	-	-
08/12/22	Coiler Mampet	-	-	-
14/12/22	Perbaikan Sliver	Cogged Belt	2	912.000
09/01/23	Flat Error	Stripping Fillet Hpr30-Z2c	1	800.000
13/01/23	Laping Stripping Belakang	-	-	-
18/01/23	Slub Terus	-	-	-
19/01/23	Perbaikan Kualitas	Bearing 1205	1	140.000
19/01/23	Laping Doffer	T Belt 630	1	445.000
20/01/23	Laping Callender Roll	-	-	-

Data *Breakdown* kemudian diklasifikasikan menjadi dua kelas golongan berdasarkan biaya *sparepart* yang harus diganti:

1. Kelas A memiliki harga *sparepart* hingga Rp. 200.000,00.
2. Kelas B memiliki harga *sparepart* diatas Rp. 200.000,00.

Berikut adalah penggolongan datanya.

Tabel 2. Penggolongan Harga *Sparepart*

Periode	Bulan	Jumlah Kerusakan		Total
		Kelas A	Kelas B	
1	Agustus 2022	3	1	4
2	September 2022	3	0	3
3	Oktober 2022	1	0	1
4	November 2022	2	1	3
5	Desember 2022	3	1	4
6	Januari 2023	4	2	6
Jumlah		16	5	21

3.1.2 Data Perawatan

Biaya perawatan adalah biaya yang keluar setiap perawatan mesin *carding* mencakup antara biaya tenaga kerja dan biaya perawatan, namun karyawan di gaji setiap bulannya, maka biaya tenaga kerja akan diabaikan. Sehingga biaya perawatan hanya meliputi biaya *oiling*, *greasing* dan komponen kecil seperti mur, baut dll.

Tabel 3. Biaya Perawatan Mesin

NO	Peralatan	Harga (Rp)
1	Bahan pelumas (<i>oil</i> , <i>grease</i> , dll)	Rp. 100.00,00
2	Komponen Kecil (mur, baut, dll)	Rp. 30.000,00
Total Harga		Rp. 130.000,00

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Perhitungan Biaya Repair

Metode perhitungan biaya *repair policy* (perbaikan) dapat di selesaikan menggunakan rumus seperti berikut :

$$Cr = \frac{\text{Total biaya komponen}}{\text{Jumlah komponen yang diganti}} \quad (1)$$

$$TMC(r) = TCr + TCd \quad (2)$$

$$Tb = \frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot T_i}{\text{Jumlah mesin (N)}} \quad (3)$$

$$B = \frac{\text{rata - rata runtime mesin (Tb)}}{\text{rata - rata runtime mesin (Tb)}} \quad (4)$$

$$TCr = B \times Cr \quad (5)$$

$$TMC = TCr + TCd \quad (6)$$

Keterangan : *Cr* = biaya *repair*
TMC = biaya kebijakan *repair*
TCr = biaya *repair*
TCd = biaya *down time*
Tb = rata-rata *run time* mesin
B = rata-rata *breakdown* tiap periode

4.1.1 Repair Yang Diperkirakan

Biaya perbaikan *repair* diperoleh dari biaya tenaga kerja ditambah dengan biaya komponen. Karena biaya tenaga kerja menggunakan gaji karyawan tiap bulan maka biaya tenaga kerja disini diabaikan.

$$Cr = \frac{\text{Total biaya komponen}}{\text{Jumlah komponen yang diganti}}$$

$$Cr(a) = \frac{700.000}{16} = 43.750 \text{ per kerusakan kelas A}$$

$$Cr(b) = \frac{3.711.000}{5} = 742.200 \text{ per kerusakan kelas B}$$

4.1.2 Repair policy yang Diperkirakan

Biaya yang ada dalam kebijakan *repair* (*repair policy*) adalah biaya *repair* dan biaya *downtime* yang dirumuskan dengan:

$$TMC(r) = TC_r + TC_d$$

Biaya produksi mesin *carding* memerlukan proses panjang, sehingga dapat diasumsikan *cost of downtime* ($TC_d = 0$). Untuk mencari TC_r maka terlebih dahulu mencari nilai rata-rata *run time* mesin (T_b) dan selanjutnya mencari nilai rata-rata *breakdown* tiap periode (B).

$$T_b = \sum_{i=1}^n p_i \cdot T_i$$

Maka *distribusi frekuensi breakdown*nya adalah:

$$T_b = \sum_{i=1}^6 p_i \cdot T_i$$

$$T_b(a) = p_1 T_1 + p_2 T_2 + \dots + p_6 T_6$$

$$T_b(a) = (0,187)(1) + (0,187)(2) + (0,062)(3) + (0,125)(4) + (0,187)(5) + (0,250)(6) = 3,68$$

$$T_b(b) = p_1 T_1 + p_2 T_2 + \dots + p_6 T_6$$

$$T_b(b) = (0,2)(1) + (0)(2) + (0)(3) + (0,2)(4) + (0,2)(5) + (0,4)(6) = 5,6$$

Untuk rata-rata jumlah *breakdown* per periode dihitung sebagai berikut:

$$B = \frac{\text{Jumlah mesin (N)}}{\text{rata-rata runtime mesin (T}_b\text{)}}$$

$$B(a) = \frac{1}{3,68} = 0,271$$

$$B(b) = \frac{1}{5,6} = 0,178$$

Biaya *repair* yang diperkirakan adalah:

$$TC_r(a) = B \times Cr$$

$$= 0,271 \times 43.750 = \text{Rp. 11.856,00 per bulan}$$

$$TC_r(b) = B \times Cr$$

$$= 0,178 \times 742.200 = \text{Rp. 132.111,00 per bulan}$$

Jadi, biaya *repair policy* yang diperkirakan adalah:

$$TMC(a) = TC_r(a) + TC_d$$

$$= \text{Rp. 11.856,00} + \text{Rp. 0} = \text{Rp. 11.856,00 per bulan}$$

$$TMC(b) = TC_r(b) + TC_d$$

$$= \text{Rp. 132.111,00} + \text{Rp. 0} = \text{Rp. 132.111,00 per bulan}$$

Hasil perhitungan biaya *repair policy* selengkapnya bisa dilihat di tabel berikut:

Tabel 4. Biaya *Repair Policy*

Klasifikasi	Rata-rata <i>run time</i>	TC_r / bulan	TMC / bulan
Kelas A	3,68 bulan	Rp. 11.856,00	Rp. 11.856,00
Kelas B	5,6 bulan	Rp. 132.111,00	Rp. 132.111,00

4.2 Perhitungan Biaya Preventive

Metode perhitungan biaya *Preventive policy* (perawatan) dapat di selesaikan menggunakan rumus seperti berikut :

$$C_m = (\text{biaya tenaga kerja} + \text{waktu kerja} + \text{jumlah tenaga kerja}) + (\text{biaya komponen}) \quad (7)$$

$$B_n = N \times p_n \quad (8)$$

$$B = \frac{B_n}{n} \quad (9)$$

$$TC_{rn} = B \cdot Cr \quad (10)$$

$$TC_{mn} = \frac{N \cdot C_m}{n} \quad (11)$$

$$TMC_n = TC_r(n) + TC_m(n) + TC_d \quad (12)$$

Keterangan : C_m = perhitungan biaya perawatan
 B_n = Kumulatif jumlah *breakdown* perbulan
 B = Rata-rata jumlah *breakdown* perbulan
 TCr_n = Perkiraan biaya *repair* perbulan
 TCm_n = Biaya *preventive maintenance* perbulan
 TMC_n = total biaya *maintenance* perbulan

4.2.1 Biaya Preventive

Perawatan mesin biasa dilaksanakan rutin yang meliputi biaya perawatan dan biaya tenaga kerja, namun karna karyawan dibayar setiap bulanya maka biaya tenaga kerja diabaikan. Perhitungan biaya perawatan mesin yang rutin dilakukan perusahaan adalah sebagai berikut:

$$C_m = (\text{biaya tenaga kerja} + \text{waktu kerja} + \text{jumlah tenaga kerja}) + (\text{biaya komponen})$$

$$C_m = (0) + (\text{Rp. } 130.000,00) = \text{Rp. } 130.000,00 \text{ per perawatan}$$

4.2.2 Biaya Preventive Policy

Perhitungan biaya perawatan dengan metode *preventive policy* untuk klasifikasi A adalah sebagai berikut:

1. Pada 1 bulan operasi ($n = 1$)
 - a. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 1 bulan operasi

$$B_1 = N \times p_1$$

$$= 1 \times 0,187 = 0,18$$
 - b. Rata-rata jumlah *breakdown* per 1 bulan operasi

$$B = \frac{B_n}{n}$$

$$= \frac{B_1}{1} = \frac{0,18}{1} = 0,18 \text{ per bulan}$$
 - c. Perkiraan biaya *repair* per 1 bulan operasi

$$TCr_1 = B.Cr$$

$$= 0,18 \times 43.750 = \text{Rp. } 7.875,00$$
 - d. Biaya *preventive maintenance* per 1 bulan operasi

$$TCm_1 = \frac{N.Cm}{n}$$

$$= \frac{1 \times 130.000}{1} = \text{Rp. } 130.000,00$$
 - e. Jadi total biaya *maintenance* per 1 bulan operasi menjadi

$$TMC_1 = TCr(1) + TCm(1) + TCd$$

$$= 7.875 + 130.000 + 0 = \text{Rp. } 137.875,00$$

Untuk mencari nilai biaya preventive policy kelas A pada bulan ke 2 sampai ke 6 pada bisa mengikuti cara yang sama seperti pada bulan pertama diatas. Berikut adalah hasil perhitungan kelas A pada 6 periode:

Tabel 5. Biaya *Preventive Maintenance Policy* Kelas A

Bulan	Probabilitas	B_n	B	TCr	TCm	TMc
1	0,1875	0,18	0,18	7.875	130.000	137.875
2	0,1875	0,47	0,203	8.881	65.000	73.881
3	0,0625	0,512	0,170	7.437	43.333	50.770
4	0,125	0,592	0,408	6.475	32.500	38.975
5	0,1875	0,822	0,164	7.192	26.000	33.192
6	0,25	1,723	0,287	12.556	21.666	34.222

Untuk perhitungan biaya perawatan dengan metode *preventive maintenance policy* untuk klasifikasi B adalah sebagai berikut:

1. Pada 1 bulan operasi ($n = 1$)
 - a. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 1 bulan operasi

$$B_1 = N \times p_1$$

$$= 1 \times 0,2 = 0,2$$

- b. Rata-rata jumlah *breakdown* per 1 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n}$$

$$= \frac{B1}{1} = \frac{0,2}{1} = 0,2 \text{ per bulan}$$
- c. Perkiraan biaya *repair* per 1 bulan operasi

$$TCr1 = B.Cr$$

$$= 0,2 \times 742.200 = \text{Rp. } 148.440,00$$
- d. Biaya *preventive maintenance* per 1 bulan operasi

$$TCm1 = \frac{N.Cm}{n}$$

$$= \frac{1 \times 130.000}{1} = \text{Rp. } 130.000,00$$
- e. Jadi total biaya *maintenance* per 1 bulan operasi menjadi

$$TMC1 = TCr(1) + TCm(1) + TCd$$

$$= 148.440 + 130.000 + 0 = \text{Rp. } 278.440,00$$

Untuk mencari nilai biaya preventive policy kelas A pada bulan ke 2 sampai ke 6 pada bisa mengikuti cara yang sama seperti pada bulan pertama diatas. Berikut adalah hasil perhitungan kelas A pada 6 periode:

Tabel 6. Biaya *Preventive Maintenance Policy* Kelas B

Bulan	Probabilitas	Bn	B	TCr	TCm	TMc
1	0,2	0,2	0,2	148.440	130.000	278.440
2	0	0,24	0,12	89.064	65.000	154.064
3	0	0,2	0,06	49.480	43.333	92.813
4	0,2	0,4	0,1	74.220	32.500	106.720
5	0,2	0,68	0,136	100.939	26.000	126.939
6	0,6	1,136	0,189	140.520	21.666	162.186

4.3 Analisis Data

Setelah dilakukan perhitungan biaya menggunakan *repair* dan *preventive maintenance policy* dapat diketahui biaya dari kedua jenis perawatan mesin *carding* pada kerusakan kelas A biaya *repair policy* lebih murah dibandingkan dengan biaya *preventive*, sedangkan kerusakan kelas B biaya *preventive maintenance policy* lebih murah dibanding biaya *repair policy*.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data diatas, maka dapat diambil suatu kesimpulan:

1. Analisa perbaikan *repair* maupun *preventive* tidak bisa dijadikan patokan mana yang lebih minim biaya jika tidak dilakukan perhitungan biaya, ada kalanya *repair* minim biaya dibulan tertentu dan dalam jangka tertentu, ada kalanya juga *preventiv* minim biaya di waktu tertentu dan periode tertentu.
2. Pada analisa perbaikanya untuk kelas kerusakan A lebih baik dilakukan proses perawatan menggunakan *repair policy* karena lebih murah sebesar Rp 11.856,00 sedangkan Untuk kelas kerusakan B lebih baik dilakukan proses perawatan menggunakan *preventive policy* dengan periode 3 bulan sekali karena lebih murah dengan harga Rp92.813,00.

Pustaka

- [1] A. Thawkar, P. Tambe, and V. Deshpande, "A reliability centred maintenance approach for assessing the impact of maintenance for availability improvement of carding machine," *Int. J. Process Manag. Benchmarking*, vol. 8, no. 3, pp. 318–339, 2018.
- [2] M. Afifuddin, "Analisis Penyebab Ketidakrataan Sliver Carding pada Mesin Carding JWF 1204 di Departemen 5 PT Sri Rejeki Isman Tbk.," *J. Tekst. J. Keilmuan dan Apl. Bid. Tekst. dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 8–14, 2020.
- [3] R. Gumiwang, "Mengenal Duniatex, Raksasa Tekstil yang Tengah Dirundung Krisis," *Messag. posted to <https://tirto.id/mengenal-duniatex-raksasa-tekstil-yang-tengah-dirundung-krisis-eeTQ>*. Diakses tanggal, vol. 14, 2019.
- [4] J. A. Saifuddin, I. Nugraha, and Y. C. Winursito, "Production machine effectiveness analysis using overall Equipment Effectiveness (OEE) and root cause analysis," *Nusant. Sci. Technol. Proc.*, pp. 320–328, 2021.
- [5] M. Shamsuzzaman, M. Mashud, M. M. Rahman, M. M. Rahman, E. Hoq, and D. Das, "Management and Maintenance of Textile Machinery," in *Advanced Technology in Textiles: Fibre to Apparel*, Springer, 2023, pp. 31–63.
- [6] L. C. Lemes and L. Hvam, "Maintenance costs in the process industry: a literature review," in *2019 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2019, pp. 1481–1485.
- [7] I. Nugraha, M. Hisjam, and W. Sutopo, "Aggregate planning method as production quantity planning and control to minimizing cost," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 943, no. 1, p. 12045.
- [8] A. Ahyari, "Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi (Edisi 4)," *Cetakan Kesembilan. BPFE. Yogyakarta*, 1999.
- [9] S. Assauri, "Manajemen Pemasaran, Jakarta: RajawaliPers, PT," *Raja Graf.*, 2013.
- [10] A. Daryus, "Manajemen perawatan mesin," *Univ. Darma Persada*, 2019.
- [11] M. R. Tamim, "Analisa Pengukuran Kinerja Mesin Drawing Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Studi Kasus: PT. Surya Cipta Baru Gresik)." Universitas Muhammadiyah Gresik, 2017.
- [12] U. M. Nur'safara, "Optimasi produksi dengan menggunakan metode grafis untuk menentukan jumlah produk yang optimal (kasus pada house of leather bandung)." Fakultas Ekonomi Dan Bisnis (UNISBA), 2015.
- [13] C. Ekawati, K. Leksananto, and F. H. Mustofa, "Jadwal Perawatan Preventive Pada Mesin Dyeing Menggunakan Metode Age Replacement Di PT. Nobel Industries," *REKA Integr.*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [14] J. A. Saifuddin, I. Nugraha, and Y. C. Winursito, "Analisis pengendalian waste produk pipa hdpe dengan metode lean manufacturing dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) DI PT XYZ," *Waluyo Jatmiko Proceeding*, vol. 15, no. 1, pp. 186–191, 2022.
- [15] R. Rochmoeljati, M. I. Firmansyah, and I. Nugraha, "ANALISA TINGKAT WASTE PADA BAGIAN PERAWATAN DENGAN METODE LEAN MAINTENANCE UNTUK MEMINIMUMKAN WASTE DI PT. VARIA USAHA BETON GRESIK."
- [16] M. Roihan, "Analisis penentuan interval waktu perawatan mesin las mig dengan menggunakan metode age replacement di pt bangun sarana baja." UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945, 2018.
- [17] M. Riadi, "Tujuan, Fungsi, jenis dan Kegiatan Perawatan (Maintenance)," *Retrieved From Kajianpustaka. Com <https://Www.Kajianpustaka.Com/2019/07/Tujuan-Fungsi-Jenis-Dan-Kegiatan-Perawatan-Maintenance.Html>*, 2019.
- [18] J. A. Saifuddin, I. Nugraha, and Y. C. Winursito, "Total Productive Maintenance Analysis Using OEE and FMEA Method at PT. XYZ Phosphoric Acid Factory," *Nusant. Sci. Technol. Proc.*, pp. 63–69, 2022.
- [19] P. Muthuswamy, "Overall Equipment Effectiveness (OEE) analysis and improvement in a spinning unit," 2022.
- [20] K. Antosz, M. Jasiulewicz-Kaczmarek, Ł. Paśko, C. Zhang, and S. Wang, "Application of machine learning and rough set theory in lean maintenance decision support system development," *Eksploat. i Niezawodn.*, vol. 23, no. 4, pp. 695–708, 2021.
- [21] P. Sukma, A. Sahara, and A. Eunike, "Minimizing corrective maintenance cost through spare parts classification and inventory control," in *2019 1st International Conference on Engineering and Management in Industrial System (ICOEMIS 2019)*, 2019, pp. 444–450.