

OPTIMASI PENJADWALAN PERAWATAN MESIN *ULTRASONOGRAPHY* UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA KERUSAKAN KOMPONEN (STUDI KASUS: RUMAH SAKIT X)

Tasya Zahrotul Husna¹, Hery Murnawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

Email: 1411900188@surel.untag-sby.ac.id, herymurnawan@untag-sby.ac.id

ABSTRACT

Maintenance is an important activity that ensures equipment and systems function properly in various manufacturing, transportation, aviation, and healthcare industries. The purpose of Maintenance is to minimize downtime, extend service life, and prevent costly repairs. X Hospital is the largest hospital under the auspices of PT. XY is engaged in health services that has an ultrasound machine in serving patients. Machine maintenance carried out by the company only uses corrective maintenance or the company replaces machine spare parts when damage occurs without carrying out periodic maintenance of machine components. Therefore, the proposed method is a type of preventive maintenance. ACQ Module (Acquisition Module) and Software are critical components of ultrasound machines that are determined with the highest downtime. The maintenance scheduling interval time on critical components of the Ultrasonography Machine found that the ACQ Module (Acquisition Module) component has an inspection interval of 11 days. As for the Software component, it has a check interval of 18 days. The difference in costs between the maintenance set by the company and the proposed preventive maintenance method is Rp. 76,075,735 for ACQ Module (Acquisition Module) components and Rp. 25,647,258 for Software components. The cost savings of the proposed method maintenance reached 32.4% and 38.1% for each critical component. Risk management handling that has the potential to arise during machine maintenance is the repair of ultrasound machines, rescheduling, prioritizing critical patients, referrals to other hospitals, and the hospital will replace with other examination methods.

Keywords: Ultrasonography Machine, Machine Maintenance, Critical Components, Risk Management

ABSTRAK

Pemeliharaan adalah aktivitas penting yang memastikan peralatan maupun sistem berfungsi dengan baik diberbagai industri manufaktur, transportasi, penerbangan, dan perawatan kesehatan. Tujuan Pemeliharaan adalah untuk meminimalkan waktu henti, memperpanjang masa pakai, dan mencegah perbaikan yang mahal. Rumah Sakit X adalah rumah sakit terbesar di bawah naungan PT. XY yang bergerak di bidang pelayanan Kesehatan yang memiliki mesin *ultrasonography* dalam melayani pasien. Perawatan mesin yang dilakukan oleh perusahaan hanya menggunakan *corrective maintenance* atau perusahaan mengganti *sparepart* mesin ketika terjadi kerusakan tanpa melakukan perawatan komponen mesin secara berkala. Maka dari itu, metode yang diusulkan adalah jenis pemeliharaan secara *preventive maintenance*. *ACQ Module (Acquisition Module)* dan *Software* merupakan komponen kritis mesin USG yang ditentukan dengan *downtime* tertinggi. Waktu interval penjadwalan perawatan pada komponen kritis Mesin Ultrasonography didapatkan bahwa komponen *ACQ Module (Acquisition Module)* memiliki waktu interval pemeriksaan selama 11 hari sekali. Sedangkan untuk komponen *Software* memiliki waktu interval pemeriksaan selama 18 hari sekali. Selisih biaya antara perawatan yang ditetapkan perusahaan dengan metode usulan *preventive maintenance* adalah sebesar Rp. 76.075.735 untuk komponen *ACQ Module (Acquisition Module)* dan Rp. 25.647.258 untuk komponen *Software*. Penghematan biaya perawatan metode usulan mencapai 32,4% dan 38,1% untuk masing – masing komponen

kritis. Penanganan manajemen resiko yang berpotensi muncul pada saat pemeliharaan mesin yaitu perbaikan mesin *ultrasonography*, dilakukannya penjadwalan ulang, memprioritaskan pasien kritis, rujukan ke rumah sakit lain, serta pihak rumah sakit akan mengganti dengan metode pemeriksaan lainnya.

Kata Kunci: Mesin *Ultrasonography*, Pemeliharaan Mesin, Komponen Kritis, Manajemen Resiko

PENDAHULUAN

Rumah Sakit X adalah rumah sakit terbesar di bawah naungan PT. XY. PT. XY adalah anak perusahaan pertamina yang bergerak di bidang jasa Kesehatan. Mesin yang digunakan dalam rumah sakit merupakan alat - alat untuk mencegah, mendiagnosis, mengobati, dan memantau kondisi Kesehatan pasien. Mesin - mesin ini harus memenuhi standar Kesehatan yang ditetapkan oleh pemerintah dan berfungsi dengan baik untuk memberikan pelayanan Kesehatan yang optimal. Salah satu mesin yang ada dalam Rumah Sakit X ini adalah Mesin *Ultrasonography* atau biasa disebut dengan Mesin USG. Mesin USG adalah alat penunjang diagnostik dibidang kedokteran dengan menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi, yang menghasilkan gambaran dalam tubuh. Mesin USG dapat mengenali atau mendeteksi organ dalam, otot, organ, struktur tulang, serta adanya penyakit patalogis.

Mesin *ultrasonography* tersebut banyak terjadi kendala atau masalah yaitu mesin usg tiba - tiba mati saat digunakan data pasien penuh sehingga *software* yang digunakan *corrupt*, filter udara kotor, *power supply* rusak, dan lain sebagainya. Masalah tersebut timbul dikarenakan perawatan mesin tersebut dilakukan secara korektif atau perusahaan mengganti sparepart mesin ketika terjadi kerusakan saja tanpa melakukan perawatan komponen mesin secara berkala.

Pemeliharaan mesin secara korektif sangat berdampak bagi perusahaan dikarenakan penggantian komponen yang rusak, serta terjadinya *delay* sehingga mesin tidak dapat digunakan untuk sementara waktu. Tujuan utama dari perawatan adalah untuk menjaga keandalan mesin agar selalu berfungsi dengan baik. Untuk mendukung pengolahan data faktor manajemen resiko sangat perlu ditentukan untuk menganalisis komponen mesin yang akan diolah. Salah satu metode untuk menentukan interval waktu pengujian serta pemeriksaan komponen adalah metode *age replacement*.

STUDI KEPUSTAKAAN

Kegiatan pemeliharaan merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menjaga mesin dan sistem tetap dalam kondisi operasional dan aman, serta mampu mengendalikannya jika terjadi kerusakan (Pranowo, 2019).

Tujuan utama dilakukan sistem manajemen pemeliharaan menurut (Pranowo, 2019) adalah sebagai berikut:

1. Memperpanjang umur pakai fasilitas produksi
2. Menjamin tingkat ketersediaan optimal dan fasilitas produksi
3. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan untuk penggunaan darurat
4. Menjamin keselamatan operator dan pengguna fasilitas
5. Mendukung kemampuan mesin agar dapat sesuai dengan fungsinya
6. Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan suku cadang diluar batas

7. Mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin dengan maintenance secara efektif dan efisien
8. Mengadakan kerja sama erat dengan fungsi – fungsi utama lainnya dalam mencapai tujuan utama Perusahaan yaitu keuntungan yang sebesar – besarnya dan total biaya yang rendah.

Downtime merupakan periode waktu dimana mesin tidak berfungsi ataupun tidak dapat digunakan untuk tujuan yang menyebabkan permasalahan atau kegagalan teknis. *Downtime* bisa diakibatkan oleh berbagai aspek, seperti kehancuran komponen mesin, kesalahan manusia, perawatan dan perbaikan, ataupun permasalahan keamanan serta keamanan. *Downtime* bisa menimbulkan kerugian finansial serta produktivitas yang signifikan. (Arsyad & Zubair, 2018)

Penjadwalan merupakan ukuran yang baik konsep umum. Pada fase ini, pesanan aktual pertama-tama ditugaskan ke sumber daya tertentu. Pekerjaan berurutan dilakukan di setiap pusat pemrosesan untuk mencapai pemanfaatan optimal dari kapasitas yang ada. Permintaan dalam jadwal ini adalah produk dan jumlah yang ditentukan oleh MPS akan ditugaskan pada dipusat pemrosesan tertentu selama periode harian (Ginting, 2009).

Keandalan sistem sering dinyatakan sebagai angka yang menunjukkan umur pakai yang diharapkan dari suatu sistem atau alat dengan huruf E[T], digunakan hanya untuk komponen yang sering rusak dan perlu diganti dengan yang baru atau bagus (Pranowo, 2019).

$$\text{Rata - Rata MTTF} = \frac{\text{total jam operasi}}{\text{jumlah total kegagalan}} \dots\dots\dots (1)$$

Age Replacement, penggantian preventif dilakukan sesuai dengan masa pakai suku cadang. Tujuan dari model ini adalah untuk menentukan usia optimal dimana penggantian preventif harus dilakukan untuk meminimalkan *downtime* total (Jardine & Tsang, 2013).

Rumus perhitungan model *Age replacement* adalah sebagai berikut:

$$M(tp) = \frac{MTTF}{1-R(tp)} \dots\dots\dots (2)$$

Tindakan pemeriksaan diperlukan untuk mengurangi tingkat kerusakan, menjaga kinerja mesin dan meminimalisir *downtime* yang terjadi akibat kerusakan dari komponen yang terjadi secara tiba-tiba yang dapat mengakibatkan pembengkakan biaya. Model interval waktu pemeriksaan optimal tersebut dapat dituliskan menggunakan persamaan berikut:

$$N = \sqrt{\frac{k.i}{\pi}} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$$K = \frac{\text{frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{periode terjadinya kerusakan}} \dots\dots\dots (4)$$

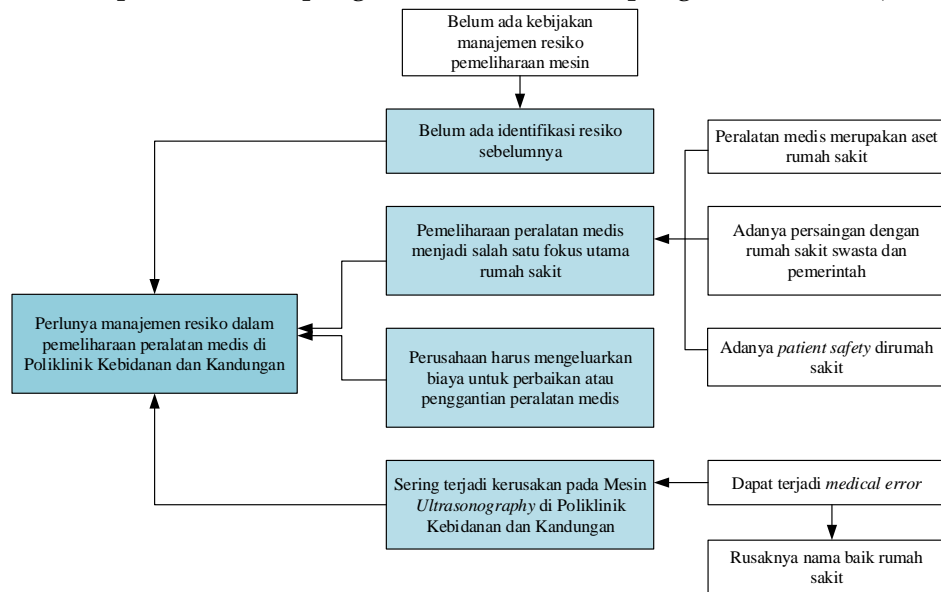
$$Tf = \frac{1}{\pi}; Ti = \frac{1}{i} \dots\dots\dots (5)$$

Keterkaitan antara pemeliharaan preventif, biaya perbaikan kerusakan dan probabilitas interval pemeliharaan per satuan waktu dapat dirumuskan sebagai berikut. (Pranowo, 2009):

$$Cf = (a + b) \times c + d \dots\dots\dots (6)$$

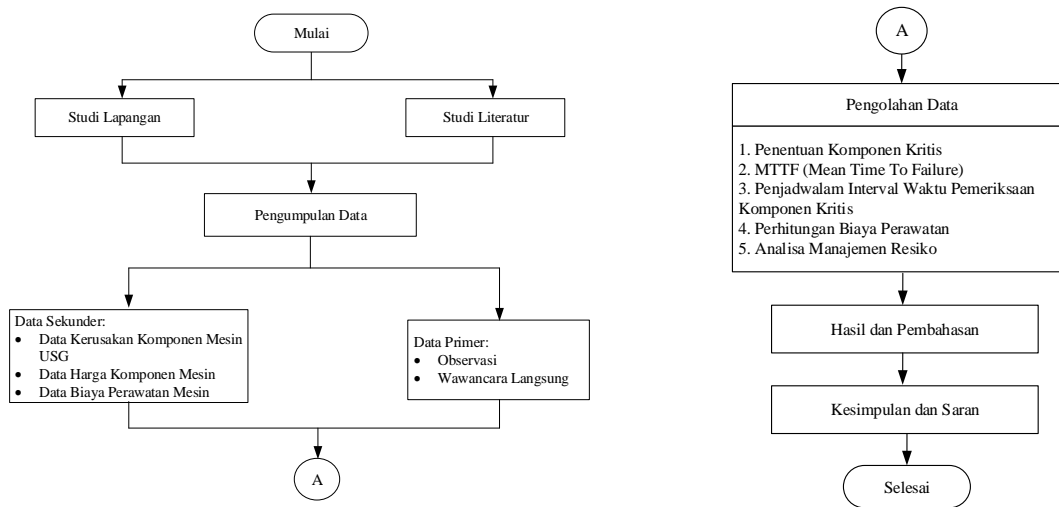
$$Tc = Cf \times Kf \dots\dots\dots (7)$$

Manajemen risiko adalah sistem manajemen risiko komprehensif suatu organisasi yang bertujuan untuk meningkatkan nilai perusahaan. Pengelolaan risiko dilakukan melalui proses identifikasi risiko, penilaian dan pengukuran risiko, serta pengelolaan risiko (Hanafi, 2016).



Gambar 1. Diagram Keterkaitan

METODE PENELITIAN



Gambar 2. Flowchart Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dengan memperjelas latar belakang masalah melalui survey lapangan dan penelitian literatur, dan mempelajari cara memecahkan masalah tersebut. Langkah selanjutnya adalah proses pengumpulan data untuk menentukan *variable - variable* yang akan diolah. Selanjutnya, data dikelola dengan menentukan komponen kritis, menghitung waktu antar perbaikan (MTTR) dan waktu antar kerusakan (MTTF), membuat penjadwalan interval waktu pemeriksaan komponen menggunakan *age replacement*, menghitung biaya perawatan secara *corrective maintenance* dan metode usulan *preventive maintenance*, serta tahap analisa manajemen risiko. Hasil yang diperoleh dijadikan bahan pertimbangan kemungkinan solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada di Rumah Sakit tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan Data

Input yang dibutuhkan dalam pengolahan data sebagai berikut:

a. Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Mesin *Ultrasonography*

Data waktu antar kerusakan serta total *downtime* dari komponen mesin *ultrasonography* diambil pada periode Desember 2022 – Mei 2023:

Tabel 1. Data Waktu Antar Kerusakan Komponen

No	Komponen Mesin	Tanggal Kerusakan	Waktu Antar Kerusakan (Hari)	<i>Downtime</i> (Menit)
1	<i>Power Module</i>	29-Dec-22	0	60
		13-Jan-23	15	30
		16-Feb-23	34	120
		05-May-23	78	60
2	<i>PC Module</i>	23-Dec-22	0	60
		10-Jan-23	18	60
		19-Jan-23	9	60
		01-Mar-23	41	25
		07-Mar-23	6	120
		15-Mar-23	8	30
3	<i>ACB (Acquisition Control Board)</i>	18-Jan-23	0	30
		14-Feb-23	27	30
4	<i>ACQ Module (Acquisition Module)</i>	27-Dec-22	0	60
		13-Jan-23	17	60
		17-Jan-23	4	60
		02-Feb-23	16	150
		13-Feb-23	11	90
		06-Mar-23	21	80
		10-Mar-23	4	120
		06-Apr-23	27	30
		05-May-23	29	40
5	<i>Keyboard</i>	19-Jan-23	0	50
		24-Feb-23	36	120
		10-Mar-23	14	40
6	<i>Trackball</i>	08-Dec-22	0	30
		19-Jan-23	42	30
		01-Mar-23	41	35
		26-May-23	86	30
7	<i>Software</i>	06-Dec-22	0	120
		08-Dec-22	2	90
		02-Feb-23	56	120
		06-Mar-23	32	70
		09-May-23	64	60

8	Printer	10-May-23	0	30
---	---------	-----------	---	----

(Sumber: Bagian Teknisi Rumah Sakit X)

b. Data Harga Komponen Mesin Ultrasonography

Data harga komponen mesin ultrasonography adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Harga Komponen Mesin USG

No	Nama Komponen	Harga Komponen
1	Power Module	Rp 79.940.000
2	PC Module	Rp 305.480.000
3	ACB (<i>Acquisition Control Board</i>)	Rp 35.000.000
4	ACQ Module (<i>Acquisition Module</i>)	Rp 27.700.000
5	Transduser atau <i>Probe</i>	Rp 20.000.000
6	<i>Keyboard</i>	Rp 4.000.000
7	<i>Trackball</i>	Rp 2.000.000
8	<i>Software</i>	Rp 7.000.000
9	Printer	Rp 4.500.000

(Sumber: Bagian Keuangan Rumah Sakit X)

c. Data Biaya Perawatan Mesin Ultrasonography

1. Biaya Tenaga Kerja

Perusahaan mempekerjakan 2 orang karyawan sebagai teknisi mesin rumah sakit dengan rincian biaya tenaga kerja sebagai berikut:

Tabel 3. Biaya Tenaga Kerja

Biaya/bulan	Biaya/hari	Biaya/jam
Rp. 5.200.000	Rp. 216.667	Rp. 24.074

(Sumber: Rumah Sakit X)

Berdasarkan tabel 3. diatas dapat disimpulkan bahwa biaya tenaga kerja teknisi mesin rumah sakit per jamnya adalah Rp. 24.074, jadi jika 2 orang teknisi maka jumlah biaya teknisi perjamnya adalah Rp. 48.148.

2. Biaya Kerugian

Biaya kerugian rumah sakit dapat diambil dari biaya kerugian per pasien ditolak atau tidak dilayani oleh rumah sakit dikarenakan mesin yang tidak dapat digunakan. Total biaya kerugian untuk komponen kritis yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. Biaya Kerugian

Komponen	Pasien ditolak/tidak dilayani	Jumlah
ACQ Module (<i>Acquisition Module</i>)	16	Rp. 11.811.936
<i>Software</i>	13	Rp. 9.597.198

(Sumber: Pengolahan Data)

2. Pengolahan Data

1. Komponen Kritis

Penentuan komponen kritis berdasarkan frekuensi *downtime* tertinggi. Perhitungan penentuan frekuensi kerusakan komponen mesin *ultrasonography* adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Frekuensi Kerusakan

Komponen	Frekuensi Kerusakan	<i>Downtime</i> (menit)	Frekuensi <i>Downtime</i>	Frekuensi Kumulatif <i>Downtime</i>
<i>Power Module</i>	4	230	11%	11%
<i>PC Module</i>	6	355	17%	28%
<i>ACB (Acquisition Control Board)</i>	2	60	3%	30%
<i>ACQ Module (Acquisition Module)</i>	9	650	31%	61%
<i>Keyboard</i>	3	210	10%	71%
<i>Trackball</i>	4	125	6%	77%
<i>Software</i>	5	460	22%	99%
<i>Printer</i>	1	30	1%	100%

(Sumber: Pengolahan Data)

Pada Gambar 4.2 diagram diatas, komponen kritis pada mesin ultrasonography berdasarkan *downtime* tertinggi yaitu *ACQ Module (Acquisition Module)* dan *Software*.

2. Menghitung Nilai MTTF (Waktu Antar Kerusakan) dan MTTR (Waktu Antar Perbaikan)

Menghitung MTTF dan MTTR menggunakan data TTF (Time to Failure) dan TTR (Time to Repair) dari komponen kritis. TTF adalah selang waktu antar kegagalan dan dihitung sebagai selisih antara waktu perbaikan satu komponen dan waktu kerusakan komponen berikutnya. TTR adalah waktu yang diperlukan untuk memperbaiki suatu komponen yang bermasalah atau rusak hingga dapat berfungsi kembali dengan baik.

a. Kerusakan *ACQ Module (Acquisition Module)*

Komponen *Acquisition Module* memiliki frekuensi kerusakan paling tinggi. Berikut adalah tabel 6 TTF komponen *ACQ Module (Acquisition Module)* periode bulan Desember 2022 - Mei 2023:

Tabel 6. Data Kerusakan Komponen *Acquisition Module*

No	Tanggal	Waktu Kerusakan dan Waktu Perbaikan	TTF (Hari)	TTR (Menit)
1	27-Dec-22	15.00 - 16.00	0	600
2	13-Jan-23	10.25 - 11.55	17	9240

3	17-Jan-23	14.05 - 15.05	4	2220
4	02-Feb-23	09.15 - 14.45	16	8790
5	13-Feb-23	13.10 - 14.40	11	6030
6	06-Mar-23	12.40 - 14.40	21	11420
7	10-Mar-23	09.43 - 11.43	4	2240
8	06-Apr-23	12.50 - 13.20	27	14610
9	05-May-23	14.03 - 15.03	29	15700

(Sumber: Pengolahan Data)

$$\text{Rata - Rata MTTF} = \frac{\text{total jam operasi}}{\text{jumlah total kegagalan}}$$

$$\tilde{x} = \frac{600 + 9240 + 2220 + 8790 + 6030 + 11420 + 2240 + 14610 + 15700}{9}$$

$$\tilde{x} = 7872,22 \text{ menit}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa umur rata - rata kerusakan pada komponen ACQ Module (*Acquisition Module*) adalah 131,2 jam.

b. Kerusakan *Software*

Komponen *software* memiliki frekuensi kerusakan kedua. Berikut adalah tabel 7 TTF komponen *Software* periode bulan Desember 2022 - Mei 2023:

Tabel 7. Data Kerusakan Komponen *Software*

No	Tanggal	Waktu Kerusakan dan Waktu Perbaikan	TTF (Hari)	TTR (Menit)
1	06-Dec-22	15.50 - 17.50	0	660
2	08-Dec-22	08.20 - 10.20	2	1170
3	02-Feb-23	09.15 - 14.45	56	30360
4	06-Mar-23	12.40 - 14.40	32	17350
5	09-May-23	10.25 - 11.25	64	34620

(Sumber: Pengolahan Data)

$$\text{Rata - Rata MTTF} = \frac{\text{total jam operasi}}{\text{jumlah total kegagalan}}$$

$$\tilde{x} = \frac{660 + 1170 + 30360 + 17350 + 34620}{5} = 16832 \text{ menit}$$

Jadi, berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa umur rata - rata kerusakan pada komponen *software* adalah 280,53 jam.

dengan menghitung interval waktu pengantiannya, agar performa mesin tetap terjaga. Terdapat beberapa aspek biaya yang harus diuraikan untuk menghitung biaya perawatan komponen secara korektif yaitu biaya tenaga kerja, biaya kerugian, dan biaya perawatan mesin.

a. Perbandingan *downtime corrective maintenance* dan *preventive maintenance*

1. *Downtime* rata – rata komponen kritis mesin USG saat *corrective maintenance*

Tabel 10. *Downtime* rata – rata *corrective maintenance*

No	Komponen	<i>Downtime</i> rata – rata per bulan
1	ACQ Module (<i>Acquisition Module</i>)	10,83 jam
2	<i>Software</i>	7,67 jam
Total <i>downtime</i> per bulan		18,50 jam

(Sumber: Pengolahan Data)

2. *Downtime* rata – rata komponen kritis mesin USG saat *preventive maintenance*

1. ACQ Module (*Acquisition Module*)

2. *Software*

a. Interval Pemeliharaan = 11 hari

a. Interval Pemeliharaan = 18 hari

b. Pemeliharaan dalam 1 bulan = 3 kali/bulan

b. Pemeliharaan dalam 1 bulan = 2 kali/bulan

c. Waktu minimal pemeliharaan

c. Waktu minimal pemeliharaan = 1 jam

d. = 1 jam

d. *Downtime* perbulan = $2 \times 1 = 2$ jam

e. *Downtime* perbulan = $3 \times 1 = 3$ jam

Tabel 11. *Downtime* rata – rata *preventive maintenance*

No	Komponen	<i>Downtime</i> rata – rata per bulan
1	ACQ Module (<i>Acquisition Module</i>)	3 jam
2	<i>Software</i>	2 jam
Total <i>downtime</i> per bulan		5 jam

(Sumber: Pengolahan Data)

Tabel 12. Perbandingan dan Persentase *Downtime*

Komponen	<i>Corrective</i>	<i>Preventive</i>	Selisih	%
ACQ Module	10,83 jam	3 jam	7,83 jam	72,3%
<i>Software</i>	7,67 jam	2 jam	5,67 jam	73,9%

(Sumber: Pengolahan Data)

Pada Tabel 12 tersebut dijelaskan untuk perbandingan *downtime* sebelum dan sesudah dilakukannya *preventive maintenance*, dapat dilihat setelah melakukan *preventive maintenance* Perusahaan dapat memperkecil *downtime* komponen kritis sebesar 7,83 jam untuk komponen ACQ Module (*Acquisition Module*) dan 5,67 jam untuk komponen *software*.

b. Perbandingan biaya *corrective maintenance* dan *preventive maintenance*

Biaya Komponen yang diperhitungkan adalah biaya pemeliharaan korektif, yaitu biaya penggantian komponen setelah mengalami kerusakan, dan biaya pemeliharaan preventif, adalah biaya penggantian yang dibutuhkan sebelum komponen mesin mengalami kerusakan.

1. Biaya *corrective maintenance* komponen kritis Mesin USG

a. Biaya *corrective maintenance* komponen kritis Mesin USG

1. ACQ Module (*Acquisition Module*)

$$T_f = 650 \text{ menit} = 10,83 \text{ jam}$$

$$C_f = (\text{Rp. } 48.148 + \text{Rp. } 11.811.936) \times 10,83 + \text{Rp. } 27.700.000 = \text{Rp. } 156.184.234$$

$$K_f = \frac{9}{6} = 1,5$$

$$T_c = \text{Rp. } 156.184.234 \times 1,5 \\ = \text{Rp. } 234.276.365$$

2. *Software*

$$T_f = 460 \text{ menit} = 7,67 \text{ jam}$$

$$C_f = (\text{Rp. } 48.148 + \text{Rp. } 9.597.198) \times 7,67 + \text{Rp. } 7.000.000 = \text{Rp. } 80.947.653$$

$$K_f = \frac{5}{6} = 0,83$$

$$T_c = \text{Rp. } 80.947.653 \times 0,83 \\ = \text{Rp. } 67.186.552$$

Tabel 13. Biaya Penggantian Komponen dengan *Corrective Maintenance*

No	Komponen	a (Rp/Jam)	b (Rp/Jam)	c (Jam)	d (Rp/Jam)	Cf	Tc
1	ACQ Module	Rp 48.148	Rp 11.811.936	10,83	Rp 27.700.000	Rp 156.184.243	Rp 234.276.365
2	Software	Rp 48.148	Rp 9.597.198	7,67	Rp 7.000.000	Rp 80.947.653	Rp 67.186.552

(Sumber: Pengolahan Data)

Keterangan:

a = Biaya tenaga kerja

b = Biaya kerugian

c = Waktu penggantian korektif

d = Harga komponen

$C_f = \text{Cost of Failure/Biaya Penggantian Korektif} = (a + b) \times c + d$

$T_c = \text{Total Biaya Korektif} = C_f \times K_f$

$K_f = \frac{\text{frekuensi kerusakan}}{\text{jumlah bulan}}$

b. Biaya *preventive maintenance* komponen kritis Mesin USG

1. ACQ Module (*Acquisition Module*)

$$T_f = 3 \text{ jam}$$

$$C_f = (\text{Rp. } 48.148 + \text{Rp. } 11.811.936) \times 3 + \text{Rp. } 27.700.000 = \text{Rp. } 63.280.252$$

$$K_f = \frac{30}{12} = 2,5$$

$$T_c = \text{Rp. } 63.280.252 \times 2,5 = \text{Rp. } 158.200.630$$

2. *Software*

$$T_f = 2 \text{ jam}$$

$$C_f = (\text{Rp. } 48.148 + \text{Rp. } 9.597.198) \times 2 + \text{Rp. } 7.000.000 = \text{Rp. } 26.290.692$$

$$K_f = \frac{19}{12} = 1,58$$

$$T_c = \text{Rp. } 26.290.692 \times 1,58 = \text{Rp. } 41.539.293$$

Tabel 14. Biaya Penggantian Komponen dengan *Preventive Maintenance*

No	Komponen	a (Rp/Jam)	b (Rp/Jam)	c (Jam)	d (Rp/Jam)	Cf	Tc
1	ACQ Module	Rp 48.148	Rp 11.811.936	3	Rp 27.700.000	Rp 63.280.252	Rp 158.200.630
2	Software	Rp 48.148	Rp 9.597.198	2	Rp 7.000.000	Rp 26.290.692	Rp 41.539.293

(Sumber: Pengolahan Data)

Keterangan:

$$K_f = \frac{\text{frekuensi perbaikan}}{\text{jumlah bulan}}$$

Tabel 15. Perbandingan dan Presentase Biaya Perawatan

No	Komponen	Tc <i>Corrective</i>	Tc <i>Preventive</i>	<i>Saving Cost</i>	Presentase (%)
1	ACQ Module	Rp 234.276.365	Rp 158.200.630	Rp 76.075.735	32,47%
2	Software	Rp 67.186.552	Rp 41.539.293	Rp 25.647.258	38,17%

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 15. Perbandingan biaya perawatan komponen kritis diperoleh nilai *preventive maintenance* dengan selisih biaya antara *corrective maintenance* dengan metode usulan yaitu *preventive maintenance* adalah sebesar Rp. 76.075.735 untuk komponen ACQ Module (*Acquisition Module*) dan Rp. 25.647.258 untuk komponen *Software*. Penghematan biaya perawatan metode usulan mencapai 32,4% dan 38,1% untuk tiap komponen.

5. Analisa Manajemen Resiko

Kerusakan mesin ultrasonography saat jam operasional rumah sakit dapat berdampak pada pelayanan medis dan pasien. Beberapa akibat yang akan terjadi yaitu:

1. Penundaan Pelayanan: Kerusakan mesin USG dapat menyebabkan penundaan dalam pelayanan diagnostik dan perawatan pasien. Pasien yang dijadwalkan untuk menjalani pemeriksaan USG mungkin harus menunggu atau menghadapi penjadwalan ulang.
2. Gangguan Diagnosis: USG adalah alat diagnostik penting dalam pengambilan keputusan medis. Kerusakan mesin USG dapat menghambat kemampuan dokter untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang kondisi pasien.
3. Pekerjaan: Kerusakan mesin USG dapat meningkatkan beban kerja staf medis, termasuk dokter dan perawat, dikarenakan harus mengoordinasikan penjadwalan ulang atau mencari solusi alternatif untuk mendiagnosis pasien.

4. Rujukan ke Fasilitas Lain: Dalam beberapa kasus, rumah sakit mungkin harus merujuk pasien ke rumah sakit atau fasilitas medis lain yang memiliki mesin USG yang berfungsi.
5. Dampak Finansial: Kerusakan mesin USG juga dapat memiliki dampak finansial pada rumah sakit, baik dalam hal biaya perbaikan atau penggantian mesin, maupun dalam hal potensi kehilangan pendapatan karena penundaan pelayanan. Tindakan per pasien di rumah sakit ini yaitu Rp. 880.000/Tindakan, selama periode bulan Desember 2022 – Mei 2023 terdapat 50 pasien yang tidak dilayani atau ditolak oleh pihak rumah sakit dikarenakan mesin USG yang bermasalah, sehingga kerugian rumah sakit mencapai Rp. 36.912.300.

Penanganan dari pihak rumah sakit akan memberikan solusi terbaik bagi pasien yaitu sebagai berikut:

1. Perbaiki Mesin: Pihak rumah sakit akan berupaya secepat mungkin untuk memperbaiki mesin USG yang rusak. Waktu perbaikan akan bergantung pada tingkat kerusakan dan ketersediaan suku cadang.
2. Penjadwalan Ulang: Jika perbaikan memakan waktu yang cukup lama, pihak rumah sakit akan mencoba menjadwalkan ulang janji pasien untuk pemeriksaan USG. Pasien yang dapat menunggu mungkin akan diberi prioritas lebih rendah daripada mereka yang membutuhkan pemeriksaan segera.
3. Prioritaskan Pasien Kritis: Prioritas akan diberikan kepada pasien yang membutuhkan pemeriksaan USG dengan urgensi tertinggi, misalnya pasien yang dalam keadaan kritis atau memiliki kondisi darurat.
4. Rujukan ke Rumah Sakit Lain: Jika mesin USG tidak dapat diperbaiki dalam waktu yang wajar atau jika rumah sakit tidak memiliki mesin USG alternatif, pasien akan dirujuk ke rumah sakit lain yang memiliki fasilitas USG yang berfungsi.
5. Alternatif Pemeriksaan: Dalam beberapa kasus, jika USG tidak tersedia, pihak rumah sakit mungkin akan menggantinya dengan metode pemeriksaan lain yang tersedia, seperti CT scan, MRI, atau pemeriksaan fisik lebih rinci oleh dokter.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data diatas, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komponen yang tergolong kritis pada Mesin *Ultrasonography* dapat dilihat dari diagram dimana komponen *ACQ Module (Acquisition Module)* dan *Software* mempunyai nilai tertinggi waktu *downtime* dengan frekuensi *downtime* sebesar 31% dan 22%. Waktu interval penjadwalan perawatan pada komponen kritis Mesin *Ultrasonography* didapatkan bahwa komponen *ACQ Module (Acquisition Module)* memiliki waktu interval pemeriksaan selama 11 hari sekali. Sedangkan untuk komponen *Software* memiliki waktu interval pemeriksaan selama 18 hari sekali.
2. Total biaya perawatan komponen terkecil didapatkan dengan metode *preventive maintenance* sebesar Rp. 158.200.630 untuk komponen *ACQ Module (Acquisition Module)* dan Rp. 41.539.293 untuk komponen *Software*. Jika dibandingkan dengan total biaya penggantian komponen oleh perusahaan yaitu metode *corrective maintenance* sebesar Rp. 234.276.365 untuk komponen *ACQ Module (Acquisition Module)* dan Rp. 67.186.552 untuk komponen *Software*. Sehingga selisih biaya antara perawatan yang ditetapkan perusahaan

- dengan metode usulan adalah sebesar Rp. 76.075.735 untuk komponen *ACQ Module (Acquisition Module)* dan Rp. 25.647.258 untuk komponen *Software*. Penghematan biaya perawatan metode usulan mencapai 32,4% dan 38,1% untuk masing – masing komponen.
3. Resiko yang berpotensi muncul saat pemeliharaan Mesin *Ultrasonography* yaitu penundaan pelayanan, gangguan diagnosis pasien, meningkatkan beban kerja dokter dan perawat, merujuk pasien ke rumah sakit lain sehingga terdapat dampak finansial pada rumah sakit. Maka, penanganan dari pihak rumah sakit antara lain perbaikan mesin ultrasonography, dilakukannya penjadwalan ulang, memprioritaskan pasien kritis, rujukan ke rumah sakit lain, serta pihak rumah sakit akan mengganti dengan metode pemeriksaan lainnya.

SARAN

Saran yang dapat diberikan mengenai penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan dapat mengetahui tindakan yang tepat, sehingga dapat mengurangi jumlah *downtime* mesin.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan usulan metode perawatan untuk perusahaan, dengan penerapan yang dilakukan dengan baik dan tepat waktu sesuai dengan waktu yang telah ditentukan sehingga dapat berjalan dengan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, R.G. (2023). *Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Injection Molding Plastik Dengan Metode Age Replacement (Studi Kasus: UD. Rumpun Mas)*
- Arsyad, M., & Zubair, S. A. (2018). *Manajemen Perawatan*. Deep Publish.
- Ardhikayana, I. B. G., Suprpta, N., Winaya, & Priambadi. (2015). *Analisa Perawatan pada Komponen Kritis Mesin Pembersih Botol 5 Gallon PT. X*.
- Asih, E. W., Sodikin, I., & Triski, D. S. (2021). *Penjadwalan Perawatan Preventif dan Waktu Penggantian Mesin Huller dengan Metode Age Replacement dan Therbogh's Model*.
- Fansuri, F. R., Widiasih, W., & Nuha, H. (2016). *Penentuan Interval Waktu Perawatan Preventive Maintenance dan Biaya Perawatan Mesin Bandsaw di CV. Sisi Jati Bening*.
- Ginting, R. (2009). *Penjadwalan Mesin*. Graha Ilmu.
- Hanafi, M. (2016). *Manajemen Resiko*.
- Jardine, A. K. S., & Tsang, A. H. C. (2013). *Maintenance, Replacement, and Reliability*. CRC Press of Taylor & Francis Group.
- Pranowo, I. D. (2019). *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan*. Deepublish Publisher.
- Riestayati, N. R. (2008). *Analisis Resiko Pemeliharaan Peralatan Medis di Inseptive Care Unit Rumah Sakit X*.