

ANALISIS KEANDALAN *BUCKET ELEVATOR* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* UNTUK MENURUNKAN *DOWNTIME* PRODUKSI DI PT XYZ

Muhammad Irwan^{1*}, Roberth M Ratlalan¹, Dimas Adrian¹

¹ Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

*Corresponding author: irwan073129@gmail.com

Article history

Received:

20-01-2026

Accepted:

15-06-2026

Published:

30-06-2026

Copyright © 2026
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Bucket elevator merupakan peralatan *material handling* yang berperan penting dalam menjaga kontinuitas proses produksi di PT XYZ. Operasi yang berlangsung secara kontinu menyebabkan peralatan ini rentan mengalami kegagalan yang berdampak langsung pada meningkatnya *downtime* produksi. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji keandalan *bucket elevator* dan menentukan strategi pemeliharaan yang efektif dengan mengintegrasikan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Analisis dilakukan menggunakan data *downtime* dan histori kerusakan periode Maret-Agustus, dengan periode Maret-Mei sebagai kondisi sebelum penerapan RCM dan Juni-Agustus sebagai kondisi setelah penerapan RCM. Analisis menunjukkan bahwa belt merupakan komponen kritis dengan total *downtime* awal sebesar 870 menit dan nilai RPN tertinggi sebesar 378 pada mode kegagalan sobekan belt. Berdasarkan hasil RCM-FMEA, ditetapkan strategi pemeliharaan yang berfokus pada komponen kritis. Penerapan RCM mampu menurunkan total *downtime bucket elevator* dari 1245 menit menjadi 465 menit atau sebesar 62,65%. Hasil ini menunjukkan bahwa *Reliability Centered Maintenance* efektif dalam meningkatkan keandalan peralatan dan menurunkan *downtime* produksi di PT XYZ.

Kata Kunci: *Bucket Elevator, Downtime, FMEA, Reliability Centered Maintenance*

Abstract

Bucket elevator is a *material handling* system that plays a critical role in maintaining production continuity at PT XYZ. Continuous operation makes this equipment prone to failures that directly contribute to increased production *downtime*. This study was conducted to evaluate the reliability of the *bucket elevator* and to determine an effective maintenance strategy by integrating the *Reliability Centered Maintenance (RCM)* and *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* methods. The analysis was conducted using *downtime* data and failure history from March to August, with the March–May period representing the condition before RCM implementation and June–August representing the condition after RCM implementation. The analysis showed that the belt was the most critical component, with an initial total *downtime* of 870 minutes and the highest Risk Priority Number (RPN) value of 378, associated with the belt tear failure mode. Based on the RCM–FMEA results, maintenance strategies were formulated with a primary focus on critical components. The implementation of RCM reduced the total *bucket elevator* *downtime* from 1245 minutes to 465 minutes, corresponding to a reduction of 62.65%. These results demonstrate that *Reliability Centered Maintenance* is effective in improving equipment reliability and reducing production *downtime* at PT XYZ.

Keywords: *Bucket Elevator, Downtime, FMEA, Reliability Centered Maintenance*

1.0 PENDAHULUAN

Peralatan, mesin, dan tenaga kerja merupakan aset fundamental bagi suatu organisasi[1]. Peralatan produksi yang dioperasikan secara terus-menerus cenderung memiliki potensi kegagalan yang lebih besar, terutama

pada sistem *material handling* yang menjadi penunjang utama keberlangsungan proses produksi. *Bucket elevator* termasuk dalam kategori peralatan kritis (*critical equipment*), keandalannya perlu mendapat perhatian khusus karena setiap kerusakan yang terjadi dapat mengakibatkan gangguan bahkan penghentian proses

produksi[2]. Oleh karena itu, tingkat keandalan yang tinggi menjadi salah satu persyaratan utama dalam pengoperasiannya. Keandalan tersebut dapat dijamin, antara lain, melalui evaluasi kondisi teknis unit penggerak dan unit kerja, serta dengan penerapan tindakan perawatan yang sesuai[3]. Dengan pemilihan sistem pemeliharaan yang tepat dengan tujuan menjamin berfungsinya fasilitas produksi secara optimal, serta menciptakan interaksi yang efektif antara manusia dan mesin dalam mendukung kelancaran proses produksi[4].

PT XYZ telah menerapkan strategi pemeliharaan *preventif*, namun dalam praktiknya pelaksanaan perawatan tersebut masih menghadapi berbagai kendala sehingga permasalahan pada peralatan tetap terjadi. Kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan secara rutin dan sistematis mampu menjaga keandalan mesin dan peralatan, memperpanjang masa pakainya, menjamin kelancaran proses produksi, serta mengurangi risiko terjadinya kerusakan berat maupun kerusakan total[5]. Melalui pelaksanaan pemeliharaan yang baik, waktu kerugian akibat kerusakan mesin terutama yang disebabkan oleh kegagalan komponen di luar jadwal perawatan dapat ditekan sehingga gangguan terhadap proses produksi dapat diminimalkan[6]. PT XYZ belum melakukan analisis yang memadai untuk mengidentifikasi peralatan-peralatan yang bersifat kritis. Akibatnya, masih sering terjadi *breakdown* pada *bucket elevator* di luar jadwal pemeliharaan, yang pada akhirnya menyebabkan terhentinya proses produksi. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ialah pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengembangkan program pemeliharaan preventif yang efektif guna mempertahankan keandalan dan fungsi peralatan [7]. RCM adalah metode perawatan yang memanfaatkan data mengenai keandalan komponen, dengan tujuan merancang strategi pemeliharaan yang efektif, efisien, dan mudah diterapkan[8]. Beberapa penelitian membuktikan bahwa penerapan RCM dapat mengidentifikasi komponen kritis dan menurunkan *downtime* mesin produksi secara signifikan[9].

Hal penting dalam metode RCM adalah penerapan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yaitu suatu pendekatan untuk mengidentifikasi kerusakan pada mesin yang dapat mengganggu kinerjanya, dengan menentukan tingkat kritisitas mesin yang paling tinggi serta memahami konsekuensi dari kerusakan yang terjadi secara berulang[10]. FMEA adalah teknik yang digunakan untuk menganalisis secara sistematis penyebab, dampak, dan metode deteksi dari setiap potensi kegagalan pada suatu sistem atau komponen[11]. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) mampu meningkatkan keandalan peralatan dan menurunkan *downtime* pada mesin produksi[12][13]. Sejumlah studi juga mengombinasikan RCM dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan komponen kritis dan memprioritaskan tindakan perawatan[14][15]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada mesin produksi secara umum, sementara kajian yang secara khusus menjadikan *bucket elevator* sebagai objek

utama penelitian khususnya konteks industri manufaktur di Indonesia.

Bucket elevator dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki peran strategis sebagai sistem *material handling* yang menghubungkan antarproses produksi. Berdasarkan data operasional di PT XYZ, gangguan pada *bucket elevator* menyebabkan terhentinya aliran material dan berdampak langsung terhadap kelangsungan proses produksi secara keseluruhan. Selain itu, data *downtime* menunjukkan bahwa kegagalan pada komponen utama *bucket elevator*, seperti belt dan gearbox, memberikan kontribusi terbesar terhadap total *downtime* sistem. Oleh karena itu, analisis keandalan *bucket elevator* menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) menjadi penting untuk dilakukan sebagai upaya menurunkan *downtime* produksi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keandalan *bucket elevator* menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), mengidentifikasi komponen kritis penyebab *downtime*, serta menyusun rekomendasi strategi pemeliharaan yang tepat guna menurunkan *downtime* dan meningkatkan keandalan sistem produksi di PT XYZ.

2.0 METODE

Objek penelitian ini adalah *bucket elevator* yang digunakan sebagai sistem *material handling* pada proses produksi pakan ternak di PT XYZ. *Bucket elevator* berfungsi untuk mengangkut material curah secara vertikal, seperti jagung, dedak, dan bahan baku pakan lainnya, sehingga memiliki peranan penting dalam menjaga kontinuitas proses produksi. Penelitian difokuskan pada unit *bucket elevator* yang selama periode operasional sering mengalami gangguan dan menyebabkan terjadinya *downtime* produksi.

Data penelitian diperoleh dari data historis perusahaan yang meliputi data kerusakan mesin, data *downtime*, serta catatan kegiatan pemeliharaan *bucket elevator* selama periode enam bulan, yaitu bulan Maret hingga Agustus 2025 dan data pendukung diperoleh melalui observasi langsung di lapangan.

2.1. Perlakuan pada Objek Penelitian

Perlakuan pada objek penelitian dilakukan dengan menganalisis sistem pemeliharaan *bucket elevator* menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Variabel tetap dalam penelitian ini adalah jenis peralatan yang dianalisis, yaitu *bucket elevator*, serta kondisi operasional mesin yang relatif sama selama periode pengamatan. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah metode pemeliharaan yang diterapkan, sedangkan variabel terikatnya adalah tingkat *downtime* dan keandalan *bucket elevator*.

Variasi yang dilakukan dalam penelitian ini berupa perbandingan kondisi *downtime* sebelum dan sesudah penerapan metode RCM. Data *downtime* bulan Maret, April, dan Mei digunakan sebagai kondisi sebelum penerapan RCM, sedangkan data bulan Juni, Juli, dan Agustus digunakan sebagai kondisi setelah penerapan RCM. Perbandingan ini digunakan untuk mengevaluasi pengaruh penerapan RCM terhadap penurunan *downtime*

serta untuk mengidentifikasi komponen-komponen kritis pada *bucket elevator*

2.2. Metode dan Prosedur Penelitian

Metode pemecahan masalah yang digunakan dalam Pendekatan penelitian yang digunakan adalah integrasi metode RCM dan FMEA untuk mengevaluasi keandalan peralatan dan mengembangkan strategi pemeliharaan yang optimal.. Metode RCM digunakan untuk mengidentifikasi fungsi utama *bucket elevator*, potensi *failure mode*, serta konsekuensi kegagalan yang dapat mempengaruhi proses produksi. Selanjutnya, FMEA digunakan sebagai alat bantu analisis risiko dalam tahapan RCM untuk menganalisis tingkat risiko kegagalan setiap komponen berdasarkan penyebab kegagalan dan dampak yang ditimbulkan. Penilaian Parameter FMEA terdiri dari tiga parameter utama yakni *severity* (S) sebagai analisis tingkat keparahan, *occurrence* (O) sebagai analisis frekuensi kerusakan, dan terakhir *detection* (D) sebagai deteksi kemungkinan kerusakan.

- a. *Severity* (tingkat keparahan) dianalisis dari banyaknya dampak membahayakan karena kerusakan yang terjadi pada *bucket elevator*. Terdapat nilai 1 hingga 10 yang semakin besar nilainya semakin besar dampak kerusakan pada mesin. Pemberian nilai 1 hingga 10 didasarkan lama waktu *downtime* hingga mesin selesai diperbaiki kembali. Penilaian dampak risiko *severity* (S) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Penilaian Dampak Frekuensi *Severity*

Nilai	Akibat	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Mode kegagalan menimbulkan dampak yang sangat kritis terhadap operasi sistem dan terjadi tanpa adanya tanda atau peringatan sebelumnya.
9	Berbahaya dengan peringatan	Mode kegagalan memberikan dampak serius pada sistem, namun masih didahului oleh indikasi atau peringatan tertentu.
8	Sangat tinggi	Kegagalan menyebabkan sistem tidak dapat beroperasi dan berpotensi menimbulkan kondisi yang membahayakan.
7	Tinggi	Operasi sistem terganggu akibat kerusakan komponen atau peralatan yang signifikan.
6	Sedang	Sistem masih dapat berfungsi, tetapi terjadi penurunan kinerja karena kerusakan yang relatif kecil.
5	Rendah	Kerusakan menyebabkan sebagian fungsi sistem tidak berjalan optimal, meskipun operasi masih dapat dilanjutkan.
4	Sangat rendah	Sistem tetap beroperasi dengan penurunan performa yang tidak terlalu memengaruhi fungsi utama.
3	Kecil	Kegagalan hanya mengakibatkan sedikit penurunan kinerja dan tidak mengganggu operasi secara signifikan.
2	Sangat Kecil	Dampak kegagalan sangat minimal sehingga sistem tetap dapat beroperasi secara normal.
1	Tidak Ada	Tidak berpengaruh

- b. *Occurrence* (frekuensi kemungkinan terjadinya kerusakan) hal ini juga dapat diartikan seberapa

sering mode kegagalan tersebut terjadi. Penilaian frekuensi terjadinya kerusakan (O) pada *Bucket elevator* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Penilaian Dampak Frekuensi *Occurrence*

Nilai	Akibat	Deskripsi
10	Sangat Tinggi	≥ 100 per seribu, ≥ 1 dari 10
9	Sangat Tinggi	50 per seribu, 1 dari 20
8	Tinggi	20 per seribu, 1 dari 50
7	Tinggi	10 per seribu, 1 dari 100
6	Sedang	2 per seribu, 1 dari 500
5	Sedang	0,5 per seribu, 1 dari 2000
4	Rendah	0,1 per seribu, 1 dari 10000
3	Rendah	0,01 per seribu, 1 dari 100000
2	Rendah	$\leq 0,001$ per seribu, 1 dari 100000
1	Sangat Rendah	Kegagalan dihilangkan melalui tindakan preventif

- c. *Detection* merupakan keadaan mendeteksi kemungkinan kerusakan yang terjadi pada *bucket elevator*. Penilaian dampak deteksi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3: Penilaian Dampak Frekuensi *Detection*

Nilai	Akibat	Deskripsi
10	Tidak Pasti	Sistem pengendalian tidak memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi penyebab potensial terjadinya mode kegagalan.
9	Sangat Jarang	Kemungkinan mekanisme pengendalian mendeteksi penyebab kegagalan sangat rendah
8	Jarang	Mekanisme pengendalian memiliki peluang yang kecil untuk mengenali penyebab potensial dari kegagalan.
7	Sangat Rendah	Peluang kecil bahwa mekanisme kontrol akan mendeteksi potensi penyebab mode kegagalan
6	Rendah	Terdapat kemungkinan rendah bahwa mekanisme pengendalian dapat mengidentifikasi penyebab kegagalan sebelum terjadi.
5	Sedang	Sistem pengendalian memiliki peluang yang cukup untuk mendeteksi penyebab potensial dari kegagalan.
4	Cukup tinggi	Kemungkinan mekanisme pengendalian dalam mengidentifikasi penyebab kegagalan tergolong baik.
3	Tinggi	Sistem pengendalian memiliki tingkat kemampuan yang tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan.
2	Sangat Tinggi	Peluang deteksi oleh mekanisme pengendalian sangat besar sehingga penyebab kegagalan hampir selalu dapat dikenali.
1	Hampir pasti	Mekanisme pengendalian mampu mengidentifikasi penyebab potensial kegagalan dengan tingkat kepastian yang sangat tinggi.

Penelitian diawali dengan pengumpulan data *downtime* dan histori kerusakan *bucket elevator*. Data tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan total *downtime* setiap bulan serta mengidentifikasi komponen yang paling sering mengalami kerusakan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dilakukan identifikasi komponen kritis menggunakan pendekatan RCM. Selanjutnya, Analisis FMEA dilakukan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan komponen yang memerlukan perhatian pemeliharaan berdasarkan tingkat risiko kegagalannya. Penentuan tingkat risiko dilakukan melalui perhitungan

Risk Priority Number (RPN) dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \tag{1}$$

Dimana S adalah tingkat keparahan (*severity*), O adalah frekuensi kejadian (*occurrence*), dan D adalah kemampuan deteksi (*detection*) sedangkan RPN adalah Nilai Risk Priority Number yang digunakan sebagai indikator untuk menetapkan urutan prioritas pelaksanaan tindakan pemeliharaan[16].

Metode RCM merupakan metode yang telah banyak digunakan dalam industri karena mampu menyusun strategi pemeliharaan secara sistematis dan berbasis keandalan. Kelebihan metode ini adalah kemampuannya dalam menurunkan *downtime* dan mengoptimalkan kegiatan pemeliharaan, sedangkan kekurangannya adalah ketergantungan pada ketersediaan data historis yang akurat dan keterlibatan tenaga ahli yang memahami sistem peralatan secara menyeluruh. Meskipun demikian, integrasi RCM dengan FMEA dalam penelitian ini memungkinkan penentuan strategi pemeliharaan yang lebih terfokus pada komponen kritis dan kegagalan dengan risiko tertinggi.

2.3. Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan unit *bucket elevator* sebagai objek kajian utama penelitian, data histori kerusakan dan *downtime* mesin, serta dokumen pemeliharaan yang tersedia di PT XYZ.

Selain itu, digunakan formulir RCM dan tabel FMEA sebagai alat bantu analisis untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan menentukan strategi perawatan. Perangkat lunak pengolah data digunakan untuk membantu proses perhitungan dan penyajian data hasil penelitian.

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Awal Downtime Bucket elevator (Sebelum Penerapan RCM)

Bucket elevator merupakan salah satu peralatan material *handling* yang memiliki peranan penting dalam menunjang kontinuitas proses produksi di PT XYZ. Ketergantungan sistem produksi terhadap kinerja *bucket elevator* menyebabkan setiap gangguan atau kerusakan pada peralatan ini berpotensi menimbulkan *downtime* yang signifikan dan berdampak langsung pada terhentinya proses produksi. Oleh karena itu, analisis kondisi awal *downtime* menjadi tahap penting sebelum dilakukan penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Data *downtime* yang dianalisis pada subbab ini merupakan data historis kerusakan *bucket elevator* pada periode Maret hingga Mei, yang merepresentasikan kondisi pemeliharaan sebelum penerapan pendekatan RCM. Data diperoleh dari *maintenance log* dan laporan gangguan operasional bagian perawatan PT XYZ. Parameter yang dianalisis meliputi jenis komponen yang mengalami kerusakan serta durasi *downtime* yang ditimbulkan.

Tabel 4: Rekapitulasi Downtime Bucket elevator Periode Maret–Mei

Komponen	Bulan		
	Maret	April	Mei
<i>Belt</i>	120	210	540
<i>Bucket</i>	60	30	50
<i>Pulley</i>	35	15	20
<i>Bearing</i>	35	20	15
<i>Gearbox</i>	45	30	20

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa *downtime bucket elevator* selama periode Maret–Mei masih relatif tinggi dan didominasi oleh kerusakan pada komponen tertentu. Komponen *belt* menunjukkan kontribusi *downtime* paling besar dan mengalami peningkatan signifikan pada bulan Mei. Hal ini mengindikasikan bahwa kegagalan yang terjadi bersifat berulang dan terkonsentrasi pada komponen tertentu, bukan bersifat acak.

Fluktuasi *downtime* antarbulan juga menunjukkan bahwa pelaksanaan pemeliharaan preventif yang diterapkan sebelumnya belum sepenuhnya efektif dalam menekan terjadinya kerusakan di luar jadwal perawatan. Beberapa kegagalan terjadi secara mendadak dan membutuhkan waktu perbaikan yang relatif lama, sehingga berdampak langsung terhadap kontinuitas proses produksi.

Tingginya kontribusi *downtime* dari komponen tertentu menunjukkan bahwa belum dilakukan identifikasi komponen kritis secara sistematis. Kondisi ini berpotensi menyebabkan ketidakefektifan kegiatan pemeliharaan karena sumber daya perawatan belum difokuskan pada komponen yang paling berpengaruh terhadap keandalan sistem. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pemeliharaan yang berorientasi pada keandalan untuk mengidentifikasi komponen-komponen kritis serta merumuskan strategi pemeliharaan yang lebih efektif dan tepat sasaran.

3.2 Analisis Downtime Berdasarkan Komponen Kritis Bucket elevator

Analisis *downtime* berdasarkan komponen dilakukan untuk mengidentifikasi bagian-bagian *bucket elevator* yang memberikan kontribusi terbesar terhadap terjadinya gangguan operasional selama periode pengamatan. Identifikasi komponen kritis ini menjadi dasar penting dalam penelitian, karena akan menentukan fokus analisis lanjutan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Data yang digunakan pada subbab ini merupakan data *downtime* periode Maret hingga Mei, yang merepresentasikan kondisi awal sistem sebelum penerapan pendekatan RCM.

Tabel 5: Downtime Bucket elevator Periode Maret–Mei

Komponen	Bulan (menit)			Total Downtime	Presentasi (%)
	Maret	April	Mei		
<i>Belt</i>	120	210	540	870	69,88
<i>Bucket</i>	60	30	50	140	11,24
<i>Pulley</i>	35	15	20	70	5,62
<i>Bearing</i>	35	20	15	70	5,62
<i>Gearbox</i>	45	30	20	95	7,63

Berdasarkan hasil rekapitulasi *downtime*, komponen *bucket elevator* yang dianalisis meliputi *belt*, *bucket*,

pulley, *bearing*, dan *gearbox*. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan total durasi *downtime* masing-masing komponen selama periode pengamatan guna mengetahui tingkat kontribusi kegagalan terhadap terhentinya proses produksi.

Berdasarkan Tabel 5, komponen *belt* menunjukkan kontribusi *downtime* paling dominan dengan total *downtime* sebesar 870 menit, jauh lebih tinggi dibandingkan komponen lainnya. Tingginya *downtime* pada komponen *belt* terjadi secara konsisten pada setiap bulan pengamatan, dengan peningkatan signifikan pada bulan Mei. Kondisi ini mengindikasikan bahwa *belt* merupakan komponen yang bekerja secara kontinu dengan beban operasional tinggi, sehingga rentan mengalami keausan dan kerusakan yang berdampak langsung pada penghentian proses produksi. Komponen *bucket* menempati urutan kedua dengan total *downtime* sebesar 140 menit, diikuti oleh *gearbox* sebesar 95 menit. Meskipun kontribusi *downtime* kedua komponen tersebut lebih kecil dibandingkan *belt*, kegagalan yang terjadi tetap perlu mendapat perhatian karena berpotensi mengganggu kestabilan sistem *bucket elevator* apabila tidak ditangani secara tepat.

Sementara itu, komponen *pulley* dan *bearing* menunjukkan total *downtime* yang relatif lebih rendah, masing-masing sebesar 70 menit atau 5,62%. Hal ini mengindikasikan bahwa kegagalan pada kedua komponen tersebut cenderung memiliki durasi perbaikan yang lebih singkat atau frekuensi kejadian yang lebih rendah dibandingkan komponen lainnya. Namun demikian, kegagalan *bearing* tetap memiliki potensi risiko lanjutan, karena dapat memicu kerusakan pada komponen berputar lainnya apabila tidak terdeteksi sejak dini.

Berdasarkan hasil analisis *downtime* tersebut, dapat disimpulkan bahwa *belt* merupakan komponen paling kritis, diikuti oleh *bucket* dan *gearbox*. Ketiga komponen ini memberikan kontribusi terbesar terhadap total *downtime bucket elevator* selama periode pengamatan. Oleh karena itu, komponen-komponen tersebut menjadi prioritas utama dalam analisis lanjutan menggunakan metode RCM, khususnya dalam penentuan fungsi sistem, *failure mode*, serta konsekuensi kegagalan sebagai dasar penyusunan strategi pemeliharaan yang lebih efektif.

Temuan bahwa komponen *belt* memberikan kontribusi *downtime* terbesar sebesar 69,88% menunjukkan bahwa *belt* merupakan komponen paling kritis pada sistem *bucket elevator*. Kondisi ini sejalan dengan penelitian Utama dan Achmad [2] yang melaporkan bahwa komponen *belt* pada *bucket elevator* memiliki tingkat kerusakan yang relatif tinggi akibat bekerja secara kontinu dan menerima beban material secara terus-menerus. Penelitian Sokolski [3] juga menjelaskan bahwa *belt* merupakan salah satu komponen yang paling rentan mengalami keausan, *misalignment*, maupun kerusakan mekanis akibat pengaruh beban dan kondisi operasi jangka panjang. Dengan demikian, dominasi *downtime* pada komponen *belt* yang ditemukan di PT XYZ bukan merupakan kasus yang bersifat khusus, melainkan menunjukkan pola kegagalan yang umum terjadi pada sistem *bucket elevator* di berbagai sektor industri.

3.3 Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Komponen Kritis Bucket elevator

Analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dilakukan untuk meningkatkan keandalan *bucket elevator* melalui identifikasi fungsi sistem, *failure mode*, serta konsekuensi kegagalan pada komponen kritis. Berdasarkan hasil analisis *downtime* pada Subbab 3.2, komponen *belt*, *bucket*, dan *gearbox* ditetapkan sebagai komponen kritis karena memberikan kontribusi terbesar terhadap terjadinya *downtime* produksi. Fokus analisis RCM pada ketiga komponen tersebut bertujuan untuk menentukan strategi pemeliharaan yang paling efektif dan berbasis risiko.

Tabel 6: Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

Komponen	Fungsi Utama	Kegagalan Fungsional	Dampak terhadap Produksi
<i>Belt</i>	Mentransmisi kan daya dan menggerakkan <i>bucket</i> secara kontinu	Sistem tidak mampu mengangkut material secara kontinu	Proses produksi terhenti dan <i>downtime</i> meningkat
<i>Bucket</i>	Mengangkut material dari <i>inlet</i> ke <i>outlet</i>	Material tidak terangkut dengan baik	Terjadi penumpukan material dan penurunan kapasitas produksi
<i>Gearbox</i>	Menurunkan dan menyalurkan putaran motor	Sistem berhenti beroperasi	Terhentinya proses produksi secara total

Berdasarkan identifikasi kegagalan fungsional pada Tabel 6, dilakukan penentuan *failure mode* dan penyebab kegagalan pada komponen kritis *bucket elevator*. Hasil identifikasi pada Tabel 7 menunjukkan bahwa setiap komponen memiliki lebih dari satu *failure mode* dengan penyebab kegagalan yang berbeda. *Failure mode* tersebut menjadi dasar dalam analisis FMEA untuk menentukan tingkat risiko dan prioritas tindakan pemeliharaan.

Tabel 7: Failure Mode dan Penyebab Kegagalan pada Komponen Kritis Bucket elevator

Komponen	Failure Mode	Penyebab Kegagalan	Dampak Kegagalan
<i>Belt</i>	Keausan <i>belt</i>	Gesekan kontinu dan umur pakai	Penurunan kecepatan angkut dan <i>downtime</i>
	Sobekan <i>belt</i>	Beban berlebih dan material tersangkut	Sistem berhenti beroperasi
	<i>Misalignment</i>	<i>Pulley</i> tidak sejajar	Getaran meningkat dan kerusakan lanjutan
<i>Bucket</i>	Keausan <i>bucket</i>	Gesekan material <i>abrasive</i>	Kapasitas angkut menurun

Komponen	Failure Mode	Penyebab Kegagalan	Dampak Kegagalan
	Sambungan <i>bucket</i> lepas	Baut longgar dan getaran	<i>Bucket</i> rusak dan sistem terganggu
<i>Gearbox</i>	Keausan roda gigi	Pelumasan tidak optimal	Suara bising dan penurunan kinerja
	<i>Overheating</i>	Beban berlebih dan pelumasan kurang	<i>Gearbox</i> berhenti beroperasi

Hasil analisis FMEA pada Tabel 8 menunjukkan bahwa *failure mode* sobekan belt memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi dibandingkan *failure mode* lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa kegagalan pada komponen belt memiliki dampak paling signifikan terhadap terhentinya proses produksi, dengan frekuensi kejadian yang relatif tinggi dan tingkat kesulitan deteksi yang cukup besar. Temuan ini sejalan dengan hasil analisis *downtime* pada Subbab 3.2, yang menunjukkan bahwa komponen belt merupakan penyumbang *downtime* terbesar pada sistem *bucket elevator*. Oleh karena itu, *failure mode* dengan nilai RPN tertinggi diprioritaskan dalam penentuan strategi pemeliharaan berbasis RCM.

Tabel 8: Hasil Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada Komponen Kritis *Bucket elevator*

Komponen	Failure Mode	S	O	D	RPN	Prioritas
<i>Belt</i>	Sobekan <i>belt</i>	9	7	6	378	1
<i>Belt</i>	Keausan <i>belt</i>	8	6	5	240	2
<i>Gearbox</i>	<i>Overheating</i>	8	5	5	200	3
<i>Bucket</i>	Sambungan lepas	7	4	5	140	4
<i>Gearbox</i>	Keausan gigi	7	3	4	84	5

Berdasarkan hasil FMEA, sobekan *belt* merupakan mode kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 378 sehingga menjadi fokus utama dalam penyusunan strategi pemeliharaan. Nilai tersebut mencerminkan tingginya tingkat risiko akibat kombinasi dampak kegagalan yang signifikan, frekuensi kejadian yang relatif tinggi, serta rendahnya kemampuan deteksi. Hasil ini konsisten dengan penelitian Kurniawan dkk.. [16] yang menyatakan bahwa komponen dengan nilai RPN tertinggi umumnya berasal dari komponen yang bekerja secara kontinu dan berhubungan langsung dengan proses perpindahan material atau transmisi daya. Penelitian Ramadhan dkk. [10] juga menunjukkan bahwa identifikasi *failure mode* dengan RPN tertinggi menjadi dasar utama dalam penentuan prioritas tindakan pemeliharaan berbasis *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Oleh karena itu, penetapan komponen *belt* sebagai prioritas pertama dalam penelitian ini telah sesuai dengan prinsip dasar FMEA dan RCM yang menekankan pengendalian risiko pada komponen dengan tingkat kritis tertinggi.

Tabel 9: Strategi Pemeliharaan Komponen *Bucket elevator* Berdasarkan Metode *Reliability Centered Maintenance*

Komponen	Failure mode	Dampak kegagalan	Nilai RPN	Jenis tindakan RCM	Rekomendasi tindakan pemeliharaan
<i>Belt</i>	Sobekan dan keausan	<i>bucket elevator</i> berhenti total	tinggi	<i>Time Directed Maintenance</i>	Inspeksi visual berkala, penggantian <i>belt</i> berdasarkan umur pakai
<i>Bucket</i>	Sambungan longgar / patah	kapasitas angkut menurun	sedang	<i>Condition Directed Maintenance</i>	Pemeriksaan kekencangan dan kondisi <i>bucket</i> secara periodik
<i>Bearing</i>	Keausan dan panas berlebih	getaran meningkat	sedang	<i>Condition Directed Maintenance</i>	Monitoring temperatur dan pelumasan terjadwal
<i>Pulley</i>	<i>Misalignment</i>	keausan <i>belt</i> meningkat	sedang	<i>Failure Finding</i>	Pengecekan keselarasan <i>pulley</i> secara rutin
<i>Gearbox</i>	Keausan gigi	penurunan performa transmisi	rendah	<i>Condition Directed Maintenance</i>	Pemeriksaan oli dan kebisingan

Berdasarkan hasil analisis FMEA dan nilai RPN pada Tabel 8, selanjutnya ditentukan strategi pemeliharaan yang sesuai menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 9. Penentuan strategi pemeliharaan didasarkan pada tingkat risiko kegagalan, dampak terhadap proses produksi, serta kemampuan deteksi kegagalan pada masing-masing komponen *bucket elevator*.

Komponen *belt* memiliki nilai RPN tertinggi sehingga diprioritaskan menggunakan pendekatan *Time Directed Maintenance*, yaitu pemeliharaan berbasis waktu untuk mencegah terjadinya kegagalan mendadak yang dapat menyebabkan berhentinya proses produksi. Sementara itu, komponen *bearing*, *bucket*, *pulley*, dan *gearbox* lebih sesuai ditangani dengan pendekatan *Condition Directed Maintenance* dan *Failure Finding*, karena kegagalannya

masih dapat dideteksi melalui inspeksi kondisi sebelum menyebabkan gangguan serius pada sistem. Penerapan strategi pemeliharaan berbasis RCM ini diharapkan mampu meningkatkan keandalan *bucket elevator* serta menurunkan frekuensi dan durasi *downtime* produksi di PT XYZ.

3.4 Perbandingan Downtime Bucket elevator Sebelum dan Setelah Penerapan RCM

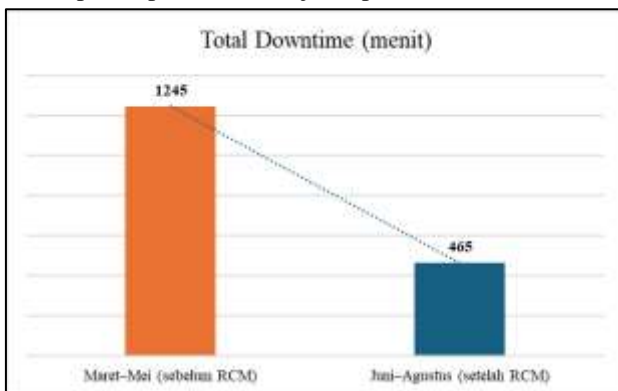
Setelah dilakukan analisis *downtime* dan penentuan strategi pemeliharaan berbasis *Reliability Centered Maintenance* (RCM) pada Subbab 3.1 hingga 3.3, tahap selanjutnya adalah mengevaluasi perubahan kinerja *bucket elevator* setelah rekomendasi pemeliharaan tersebut mulai diterapkan. Evaluasi ini bertujuan untuk melihat kecenderungan perubahan *downtime* sebagai indikator peningkatan keandalan sistem.

Perbandingan dilakukan dengan membagi periode pengamatan menjadi dua kondisi, yaitu periode sebelum penerapan RCM (Maret–Mei), dan periode setelah penerapan RCM (Juni–Agustus). Data *downtime* periode Juni–Agustus diperoleh dari catatan pemeliharaan PT XYZ setelah dilakukan penyesuaian pola inspeksi dan pemeliharaan berdasarkan hasil analisis RCM, khususnya pada komponen kritis *bucket elevator*.

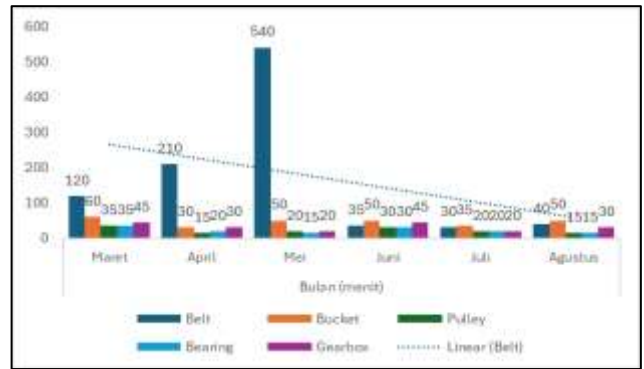
Tabel 10: Perbandingan Total Downtime Bucket elevator Sebelum dan Setelah Penerapan RCM

Periode	Total Downtime (menit)
Maret–Mei (sebelum RCM)	1245
Juni–Agustus (setelah RCM)	465

Berdasarkan Tabel 10, terlihat adanya penurunan total *downtime* yang signifikan setelah penerapan pendekatan RCM. Total *downtime bucket elevator* pada periode Juni–Agustus mengalami penurunan dibandingkan kondisi sebelum penerapan RCM. Hasil ini menunjukkan bahwa pemusatan tindakan pemeliharaan pada komponen-komponen kritis serta mode kegagalan dengan tingkat risiko tertinggi mampu mengurangi potensi gangguan operasional dan meningkatkan keandalan sistem. Untuk melihat pola perubahan *downtime* secara lebih rinci, perbandingan *downtime* bulanan sebelum dan setelah penerapan RCM disajikan pada Gambar 4.



Gambar 1: Tren Downtime Bucket elevator Periode Maret–Agustus



Gambar 2: Tren Downtime komponen bucket elevator Periode Maret–Agustus

Analisis tren *downtime* menunjukkan bahwa selama periode Maret–Mei terjadi fluktuasi dengan nilai relatif tinggi, terutama akibat kegagalan pada komponen belt. Setelah penerapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) pada periode Juni–Agustus, *downtime* mengalami penurunan dan menunjukkan pola yang lebih stabil, yang mengindikasikan peningkatan pengendalian kegagalan melalui inspeksi terjadwal dan pemantauan kondisi komponen.

Penurunan *downtime* paling signifikan terjadi pada komponen *belt*, sejalan dengan hasil FMEA yang menunjukkan bahwa *failure mode* sobekan dan keausan *belt* memiliki nilai RPN tertinggi. Fokus pemeliharaan pada komponen tersebut memberikan dampak langsung terhadap peningkatan keandalan sistem. Secara keseluruhan, penerapan RCM menurunkan *downtime bucket elevator* dari 1245 menit menjadi 465 menit, atau sebesar 62,65%, sehingga membuktikan efektivitas RCM dalam meningkatkan keandalan dan menurunkan *downtime* produksi di PT XYZ.

Penurunan *downtime* sebesar 62,65% menunjukkan bahwa penerapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan keandalan *bucket elevator* di PT XYZ. Jika dibandingkan dengan penelitian Ramadhan dkk. [9] pada mesin *Cement Mill*, penerapan RCM juga berhasil menurunkan *downtime* melalui identifikasi komponen kritis dan penyesuaian interval pemeliharaan. Hasil serupa dilaporkan oleh Kurniawan dkk. [15] pada industri manufaktur kertas, di mana implementasi RCM dan FMEA mampu menurunkan frekuensi gangguan mesin secara signifikan setelah fokus pemeliharaan diarahkan pada komponen dengan nilai RPN tertinggi. Dengan demikian, penurunan *downtime* sebesar 62,65% yang diperoleh pada penelitian ini dapat dikategorikan sebagai hasil yang sangat baik dan konsisten dengan berbagai penelitian terdahulu yang menunjukkan efektivitas pendekatan RCM dalam meningkatkan keandalan peralatan produksi. Perbedaan besarnya penurunan *downtime* antar penelitian umumnya dipengaruhi oleh kondisi awal mesin, tingkat kerusakan komponen, karakteristik proses produksi, serta konsistensi pelaksanaan program pemeliharaan setelah rekomendasi RCM diterapkan.

3.5 Implikasi Industri dan Kerangka Kerja Pemeliharaan bucket elevator berbasis RCM

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar *downtime bucket elevator* berasal dari sejumlah kecil komponen kritis, khususnya *belt*, *bucket*, dan *gearbox*. Temuan ini memberikan implikasi penting bagi industri manufaktur secara umum, yaitu bahwa efektivitas

program pemeliharaan tidak hanya ditentukan oleh frekuensi perawatan, tetapi oleh kemampuan perusahaan dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan komponen yang memiliki dampak terbesar terhadap kontinuitas produksi. Oleh karena itu, pendekatan pemeliharaan yang berfokus pada tingkat risiko kegagalan lebih efektif dibandingkan pemeliharaan yang dilakukan secara seragam pada seluruh komponen peralatan.

Berdasarkan hasil penelitian, strategi pemeliharaan yang tercantum pada Tabel 9 dapat diidentifikasi dan disusun menjadi kerangka kerja umum yang dapat diterapkan pada industri pakan ternak maupun berbagai industri manufaktur lain yang menggunakan *bucket elevator*. Kerangka kerja tersebut terdiri atas: (1) Identifikasi histori *downtime* dan komponen penyebab gangguan, (2) Penentuan komponen kritis berdasarkan kontribusi *downtime*, (3) Analisis *failure mode* menggunakan FMEA, (4) Penentuan prioritas risiko berdasarkan nilai RPN, dan (5) Pemilihan strategi pemeliharaan sesuai tingkat risiko. Komponen dengan risiko tinggi diarahkan pada *Time Directed Maintenance*, risiko sedang pada *Condition Directed Maintenance*, dan risiko rendah pada *Failure Finding*. Kerangka kerja ini memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya pemeliharaan, meningkatkan keandalan peralatan, serta meminimalkan potensi *downtime* pada sistem *material handling* secara berkelanjutan.

4.0 KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan RCM yang dikombinasikan dengan FMEA efektif digunakan untuk menentukan komponen kritis dan menentukan prioritas strategi pemeliharaan pada sistem *bucket elevator*. Melalui pendekatan berbasis risiko, kegiatan pemeliharaan dapat difokuskan pada komponen yang memiliki pengaruh terbesar terhadap kontinuitas produksi, sehingga mampu meningkatkan keandalan peralatan dan mengurangi *downtime* secara signifikan.

Selain itu, penelitian ini menghasilkan kerangka kerja pemeliharaan yang terdiri atas identifikasi *downtime*, penentuan komponen kritis, analisis *failure mode*, penentuan prioritas risiko, dan pemilihan strategi pemeliharaan yang dapat direplikasi pada industri lain yang menggunakan *bucket elevator* sebagai sistem *material handling*. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena analisis dilakukan berdasarkan data historis kerusakan dan *downtime* dalam periode pengamatan yang terbatas serta belum mempertimbangkan aspek biaya pemeliharaan dan parameter keandalan kuantitatif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan analisis biaya, parameter keandalan seperti *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR), serta teknologi *condition monitoring* berbasis sensor guna menghasilkan strategi pemeliharaan yang lebih komprehensif dan adaptif terhadap kebutuhan industri modern.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. S. Kusuma, M. A. Syahputra, R. Yanti, and D. I. Muthawali, "Design Maintenance System on Mixer Machine to Prevent the Breakdown Using Reliability Centered Maintenance," vol. 4, no. 1, pp. 47–54, 2023.
- [2] F. Y. Utama and C. Z. Achmad, "Bucket elevator M2202 Maintenance di unit Phospat Acid PT . XXX," *Indones. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 42–49, 2020.
- [3] P. Sokolski, "Assessment of Suitability for Long-Term Operation of a *Bucket elevator*: A Case Study," 2023.
- [4] I. Ramadhan and R. Fitriani, "Optimalisasi Efektivitas Preventive Maintenance Berbasis Usage-Based Maintenance untuk Mengurangi Downtime di PT PQR Optimizing the Effectiveness of Preventive Maintenance Based on Usage-Based Maintenance to Reduce Downtime at PT PQR," vol. 7, no. 2, pp. 166–183, 2024.
- [5] A. E. P. N. Munir Is'adi, Firdha Faizzatul Hotimah, "Analisis Kebijakan Dan Praktik Pemeliharaan Di PT . INKA: Perspektif Menulis : Jurnal Penelitian Nusantara," *J. Penelit. Nusant.*, vol. 1, pp. 179–183, 2025, doi: <https://doi.org/10.59435/menulis.v1i3.92>.
- [6] M. Burhannudin and M. Anshori, "Implementasi Reliability Centered Maintenance pada Excavator PC-800," *J. Ind. Syst. Optim.*, vol. 5, pp. 143–150, 2022.
- [7] H. Azhari, J. G. Ganap, and F. A. Nisah, "Analisis Perawatan Mesin Kapal dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT Jasa Armada Indonesia Tbk P-ISSN: 2776-4745," *INDUSTRIKA*, vol. 8, no. 2, 2024.
- [8] A. Candra, "Optimasi preventif maintenance menggunakan metode Reliability Centered Maintenance," vol. 2, 2019.
- [9] F. E. P. Annaufal Dzaki Ramadhan, Siti Rahayu, "Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk Mereduksi Downtime Mesin Cement Mill di PT XYZ Annaufal," *J. Kalibr.*, vol. 8, no. 2, pp. 94–103, 2025, [Online]. Available: <https://ejournal.borobudur.ac.id/index.php/teknik/index> Jurnal
- [10] A. S. Margana, W. S. Ayu, and E. I. Khoirunnisaa, "Analisis Sistem Perawatan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Dengan Bantuan Failure Mode Effect Analysis Pada Air Handling Unit G4," *J. Mek. Terap.*, vol. 05, no. 01, pp. 16–24, 2024, doi: 10.32722/jmt.v5i1.6299.
- [11] Sariyusda, "Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) Rel Conveyor pada Mesin Oven BTU Pyramax 150N di PT . Flextronics Teknologi Indonesia - Batam Analysis of Realibility Centered Maintenance (RCM) Rail Conveyor on BTU Pyramax 150N Oven Machine at PT . Fle," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. ENERGY*, vol. 2, no. June, pp. 33–42, 2018.
- [12] J. T. Juwando and J. Purnama, "Analisa Pemeliharaan Mesin Produksi dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Age Replacement," *JUTIN J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 6, no. 3, pp. 483–491, 2023.
- [13] T. J. Wibowo, T. S. Hidayatullah, and A. Nalhadi, "Analisa Perawatan pada Mesin Bubut dengan

- Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM),” vol. 3, no. 2, pp. 110–120, 2021.
- [14] J. Mustofa, “Perencanaan perawatan dengan metode reliability Centered Maintenance pada unit NPK Granulasi II,” vol. XV, no. 1, pp. 35–41, 2014, doi: 10.30587/matrik.v15i1.xxx.
- [15] M. H. Kurniawan *et al.*, “Implimentasi Reliability Centered Maintenance Untuk Mengurangi Downtime Mesin Pada Perusahaan Manufaktur Kertas Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis,” pp. 15–24, 2023.
- [16] J. Sidik, W. Andalia, T. Tamalika, J. T. Industri, F. Teknik, and U. Tridinanti, “Identifikasi Perawatan Mesin Press Hidrolik dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus di Bengkel Cahaya Ilahi),” *Jambura Ind. Rev.*, vol. 2, no. 2, pp. 57–64, 2022, doi: 10.37905/jirev.2.2.57-64.