

Analisis Perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) Dan *Mean Time To Repair* (MTTR) Mesin Cold Storage

Muhammad Husein Habibi¹, Sutrisno², Ahmad Jibril^{3*}

^{1,2,3}Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo, Indonesia

E-mail: huseinhabibi11@gmail.com¹, sutrisno111267@gmail.com², ahmad.mekanisasi20@gmail.com^{3*}

Article History:

Received: 07 April 2025

Revised: 31 Mei 2025

Accepted: 09 Juni 2025

Keywords: Cold Storage, Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time To Repair (MTTR)

Abstract: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keandalan mesin cold storage dengan melakukan perhitungan rata-rata waktu antara dua kegagalan yang terjadi pada komponen mesin cold storage dengan melakukan perhitungan terhadap Mean Time Between Failure (MTBF) dan mengetahui rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan terhadap komponen mesin cold storage yang mengalami kerusakan dengan melakukan perhitungan terhadap Mean Time To Repair (MTTR). Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan rancangan penelitian kuantitatif yang digunakan untuk menentukan nilai Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR). Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan terhadap jenis kerusakan yang terjadi pada rangkaian komponen mesin cold storage diperoleh 25 kegagalan yang terjadi pada rangkaian mesin cold storage selama kegiatan proses penyimpanan produk yang berlangsung dalam kurun waktu selama satu tahun yang dimulai pada bulan Februari 2024-Januari 2025. Sedangkan nilai Mean Time Between Failure (MTBF) diperoleh sebesar 20,944.8 menit, atau setara dengan 349.08 jam dan nilai Mean Time To Repair (MTTR) diperoleh sebesar 130.4 menit, atau setara dengan 2.17 jam.

PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya industri perikanan di Indonesia, membuat persaingan bisnis dalam bidang perikanan menjadi semakin ketat. Jika perusahaan hanya diam ataupun hanya melakukan semua pekerjaan seperti biasa tanpa adanya ide-ide, inovasi ataupun strategi baru, maka perusahaan akan tertinggal jauh dan sulit untuk bersaing di pasar. Keadaan pasar yang bersaing dan berkembang serta kompleksnya sistem kerja suatu perusahaan, membuat perusahaan harus mencari dan melaksanakan taktik dan strategi yang tepat untuk mengatasi kondisi lingkungan yang terjadi untuk menunjang kinerja dari suatu perusahaan agar dapat berjalan dan bekerja secara efektif dan efisien. Ini sangatlah penting untuk dilakukan agar perusahaan dapat mempertahankan keberadaannya dalam bisnis bahkan untuk dapat menjadi perusahaan yang unggul dalam persaingan bisnis yang semakin kompetitif (Masyitho *et al.*, 2023).

Perkembangan teknologi di bidang refrigerasi dan pengkondisian udara mengalami kemajuan dengan pesat seiring berkembangnya zaman. Teknologi refrigerasi memberikan banyak keuntungan bagi manusia, salah satu penggunaan sistem refrigerasi adalah digunakan untuk industri penyimpanan dan pendistribusian produk diagnostik. Sehingga produk diagnostik yang disimpan dengan sistem refrigerasi tersebut dapat terjaga kualitas dan kesegarannya dalam waktu yang lama dan saat diperlukan untuk didistribusikan kepada konsumen (Rahmat, 2015). Dalam dunia industri, sistem refrigerasi digunakan untuk mempertahankan kondisi suhu dari bahan baku ataupun produk yang dihasilkan dengan maksud untuk memperpanjang umur penyimpanan melalui proses pendinginan, dimana proses pendinginan dapat digunakan untuk mempertahankan kualitas dari suatu bahan baku sebelum digunakan pada proses produksi ataupun dapat mempertahankan kualitas dari produk yang telah dihasilkan sebelum di distribusikan ke konsumen melalui proses penyimpanan (Ahmad *et al.*, 2022).

Menurut (Fatma *et al.*, 2020) untuk meminimalisir terjadinya *breakdown* dan *downtime* pada suatu mesin produksi maka perlu adanya sistem penjadwalan perawatan yang baik guna mencegah terjadinya kerusakan mesin pada saat digunakan dalam proses produksi, sehingga mesin produksi dapat berfungsi dengan baik dan sesuai standar. *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) adalah salah satu metode yang dapat digunakan sebagai acuan untuk menetapkan jadwal perawatan yang efektif. Oleh karena itu, diperlukan adanya tindakan *preventive maintenance* agar dapat meningkatkan kinerja dari mesin produksi, sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerugian yang cukup besar yang diakibatkan oleh berhentinya proses produksi karena kerusakan mesin produksi. Kerusakan yang terjadi pada mesin produksi diakibatkan oleh jadwal perawatan yang tidak optimal dan perawatan mesin tidak dilaksanakan dengan baik sesuai dengan jadwal perawatan yang sudah dibuat, sehingga perlu adanya tindakan untuk memperbaiki masalah tersebut dan mesin-mesin produksi dapat berfungsi dengan baik setiap saat jika dibutuhkan (Setiawan *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil penelitian analisa *preventive maintenance* pada mesin *extruder* (ITE) menggunakan metode *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) di PT. Gajah Tunggal, TBK yang telah dilakukan oleh (Fatma *et al.*, 2020), didapatkan nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) sebesar 259,04 menit dan nilai *Mean Time to Repair* (MTTR) sebesar 19.990,1 menit. Perubahan penjadwalan *preventive maintenance* dapat dilakukan dengan interval waktu 2 minggu sekali untuk aktivitas *cleaning* ac panel dan *cleaning* motor blower. Hasil penerapan tindakan *preventive maintenance* rata-rata 98% sehingga mesin mampu bekerja secara optimal dalam melakukan proses produksi.

Permasalahan yang sering terjadi pada operasional mesin *cold storage* adalah kegagalan pada rangkaian komponen mesin *cold storage*, seperti kompresor, evaporator, kondensor dan sensor suhu. Kerusakan pada komponen ini dapat menyebabkan gangguan operasional mesin *cold storage*, bahkan berpotensi mengakibatkan produk yang disimpan pada mesin *cold storage* mengalami kerusakan jika tidak segera ditangani. Oleh karena itu, pemeliharaan secara berkala sangat diperlukan untuk memastikan sistem tetap berfungsi dengan baik sesuai dengan standar operasional pada mesin *cold storage*.

Sehingga untuk mengetahui nilai rata-rata kerusakan yang dialami oleh rangkaian komponen mesin *cold storage* dibutuhkan penjadwalan terhadap *preventive maintenance* dengan cara menghitung nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) yang berfungsi untuk mengetahui berapa rata-rata kerusakan terjadi yang dialami oleh rangkaian komponen mesin *cold storage* dan selanjutnya juga dibutuhkan berapa waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melakukan perbaikan

atau perawatan terhadap rangkaian mesin *cold storage* dengan menghitung nilai *Mean Time To Repair (MTTR)*. Setelah diketahui semua hasil nilainya kemudian dapat dijadikan acuan dalam membuat jadwal *preventive maintenance* yang dibutuhkan agar komponen rangkain mesin *cold storage* tidak mengalami kerusakan pada saat proses produksi akibat kurangnya perawatan.

Perbedaan penelitian yang akan dilakukan ini dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Fatma *et al.*, 2020) yakni pada penelitian sebelumnya analisis nilai *Mean Time Between Failure (MTBF)* dan *Mean Time to Repair (MTTR)* dilakukan pada mesin *extruder (ITE)*, sedangkan pada penelitian ini melakukan analisis nilai *Mean Time Between Failure (MTBF)* dan *Mean Time to Repair (MTTR)* pada mesin *cold storage* untuk mengetahui kerusakan apa saja yang terjadi, jarak waktu operasional mesin *cold storage* hingga terjadi kerusakan berikutnya serta berapa lama waktu perbaikan yang diperlukan sehingga dapat dilakukan perawatan secara terjadwal pada rangkaian sistem mesin pendingin.

LANDASAN TEORI

Cold Storage

Cold storage merupakan perangkat refrigerasi yang berfungsi untuk menyimpan produk dengan suhu tertentu dengan tujuan agar kualitas produk yang disimpan dapat terjaga dalam waktu yang lebih lama (Yuono *et al.*, 2023). *Cold storage* adalah ruangan untuk menyimpan suatu produk yang memerlukan suhu dingin. Fungsi utama dari *cold storage* sendiri adalah sebagai tempat penyimpanan produk baik itu makanan maupun barang-barang tertentu yang membutuhkan suhu khusus. Selain sebagai ruang penyimpanan, *cold storage* dapat digunakan untuk pembekuan makanan. Tujuan dari penyimpanan makanan dalam keadaan beku adalah untuk pengawetan, dimana proses pembekuan makanan pada suhu dibawah titik beku air akan menghambat pertumbuhan mikrobiologi yang akan merusak komposisi makanan (Hari dan Wahyudi, 2023).

Mesin pendingin merupakan sebuah mekanisme berupa siklus yang mengambil energi (termal) dari lingkungan yang bertemperatur rendah dan dibuang ke lingkungan yang bertemperatur tinggi, sehingga beban pendinginan sangat berpengaruh terhadap prestasi mesin pendingin. Semakin besar beban pendinginan yang di dinginkan maka akan diperlukan daya mesin pendingin yang lebih besar. Begitu juga sebaliknya semakin kecil beban pendinginan maka lebih kecil daya mesin pendingin yang diperlukan (Purwanto dan Ridhuan, 2014). Menurut (Fakhrudin *et al.*, 2021) sistem kerja mesin pendingin atau alur *refrigerant* dimulai dari kompresor yang berfungsi menghisap dan menekan *refrigerant* dengan tekanan tinggi berwujud gas mengalir kearah kondensor dan terjadi proses kondensasi dari wujud gas menjadi cair. Sebelum masuk ke kondensor terdapat strainer yang berfungsi sebagai *filter* kotoran agar tidak masuk ke pipa kapiler. Dari kondensor, *refrigerant* mengalir ke pipa kapiler/katup ekspansi lalu terjadi penurunan suhu dan tekanan. *Refrigerant* mengalir ke evaporator dan terjadi proses evaporasi dari wujud cair ke gas, dibantu dengan blower yang berfungsi menghembuskan suhu dingin dari evaporator ke dalam ruangan, selanjutnya aliran *refrigerant* kembali lagi ke kompresor. Sebelum masuk ke kompresor *refrigerant* cair dipisahkan oleh *accumulator*, hal ini dikarenakan kompresor hanya dapat menerima *refrigerant* dalam fasa gas.

Menurut (Haryadi, 2020), mesin *cold storage* memiliki beberapa bagian utama dalam sistem kerjanya. Bagian utama tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

1. Kompresor, berfungsi untuk mengalirkan *refrigerant* ke seluruh sistem pendingin, sistem kerjanya dengan mengubah tekanan *refrigerant* sehingga berpindah dari sisi bertekanan rendah ke sisi bertekanan tinggi;

2. Kondensor, merupakan alat penukar panas (*heat exchanger*) yang berfungsi untuk mengembunkan *refrigerant* dari fasa uap menjadi fasa cair;
3. Evaporator, berfungsi untuk menguapkan cairan *refrigerant* yang akan menyerap panas dari bahan/ruangan, sehingga ruangan disekitar menjadi dingin;
4. Katup ekspansi, berfungsi untuk menurunkan tekanan *refrigerant*.

Mean Time Between Failure (MTBF)

Mean Time Between Failure (MTBF) merupakan rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi pada saat mesin atau komponen telah selesai diperbaiki hingga mesin atau komponen tersebut mengalami kerusakan kembali. MTBF diaplikasikan pada mesin yang bersifat 'dapat diperbaiki' setelah mengalami kerusakan. Dengan mengetahui nilai MTBF, perusahaan dapat mengetahui ketersediaan dan ketahanan dari mesin atau komponen (Sunardi *et al.*, 2023). Menurut (Pratama dan Paundra, 2024) *Mean Time Between Failure (MTBF)* merupakan rata rata waktu pada sebuah peralatan untuk dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan serta menurut (Rusdi *et al.* 2019) *Mean Time Between Failure (MTBF)* adalah waktu rata-rata antar kegagalan atau rata-rata waktu beroperasinya komponen, subsistem, atau sistem tanpa mengalami kegagalan.

Perhitungan yang dilakukan terhadap nilai *Mean Time Between Failure (MTBF)* adalah untuk mengetahui seberapa lama durasi waktu rangkaian mesin mengalami kerusakan kembali setelah dilakukannya perbaikan, karena jika mesin produksi mengalami kurangnya perawatan sehingga akan terjadi kerusakan terus menerus dan akan menghambat pada proses produksi untuk menghasilkan produk oleh suatu perusahaan, sehingga untuk dapat menetapkan jadwal perawatan terhadap suatu mesin produksi maka dibutuhkan perhitungan nilai *Mean Time Between Failure (MTBF)*.

Mean Time to Repair (MTTR)

Mean Time to Repair (MTTR) merupakan rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan terhadap suatu mesin produksi (Fatma *et al.*, 2020). Tingginya nilai *Mean Time to Repair (MTTR)* yang diperoleh mengidentifikasi rendahnya *maintainability*. *Mean Time to Repair (MTTR)* dapat diperhitungkan dengan membagi *total breakdown time* dengan banyaknya kerusakan atau kegagalan pada periode tersebut (Ilma *et al.*, 2024).

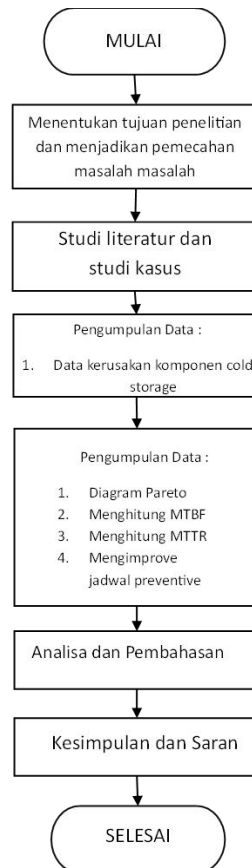
Perhitungan nilai *Mean Time to Repair (MTTR)* digunakan untuk mengetahui lamanya waktu perbaikan terhadap suatu mesin produksi yang mengalami kerusakan, sehingga jika nilai *Mean Time to Repair (MTTR)* tinggi maka akan berpengaruh terhadap penurunan produktivitas produksi. Oleh karena itu setiap perusahaan harus dapat meminimalkan nilai *Mean Time to Repair (MTTR)* agar dapat meningkatkan produktivitas.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan rancangan penelitian kuantitatif untuk menentukan nilai *Mean Time Between Failure (MTBF)* yang bertujuan untuk mengetahui rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi pada suatu mesin produksi setelah mesin tersebut selesai diperbaiki hingga mengalami kerusakan kembali dan menentukan nilai *Mean Time to Repair (MTTR)* yang bertujuan untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan terhadap perbaikan pada suatu mesin produksi yang mengalami kerusakan. Sehingga dengan mengetahui nilai *Mean Time Between Failure (MTBF)* dan nilai *Mean Time to Repair (MTTR)*

dapat digunakan sebagai acuan dalam membuat jadwal *preventive maintenance* terhadap suatu mesin produksi untuk meningkatkan produktivitas. Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Teknik Analisis Data

1. Menentukan Nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF)

Nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) diperoleh dari hasil perbandingan antara total waktu operasional mesin produksi dengan jumlah kegagalan mesin produksi dalam periode waktu operasional tersebut (Bastari dan Varayesi, 2024) dan merupakan waktu operasional mesin produksi setelah dilakukannya perbaikan hingga mesin tersebut mengalami kerusakan dan berhenti beroperasi.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Frequency Breakdown}}$$

2. Menentukan Nilai *Mean Time to Repair* (MTTR)

Nilai *Mean Time to Repair* (MTTR) diperoleh dari hasil perbandingan antara total *breakdown time* dengan jumlah kegagalan mesin produksi (Bastari dan Varayesi, 2024) dan merupakan indikator terhadap kemampuan operator *maintenance* dalam mengatasi setiap kerusakan yang terjadi pada mesin produksi hingga mesin produksi tersebut siap untuk beroperasi menghasilkan produk.

$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frequency Breakdown}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Kerusakan Komponen Mesin *Cold Storage*

Langkah pertama dalam menentukan nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) adalah melakukan identifikasi terhadap jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada mesin *cold storage* dalam kurun waktu satu tahun mulai bulan Febuari 2024 sampai bulan Januari 2025. Sehingga dapat diketahui jenis kerusakan yang terjadi dan lamanya waktu perbaikan terhadap mesin *cold storage*.

Tabel 1. Kerusakan Komponen Mesin *Cold Storage*

NO	ASSET NO	WAKTU PERBAIKAN	DESCRIPTION	PROBLEM	PERBAIKAN	
					START	FINISH
1	COLD STORAGE 4	20-Feb-24	Evaporator Coil	Mengalami kebocoran melakukan pembersihan dan perbaikan pada kebocoran	10.00	14.00
2		12-Mar-24	Pintu Seal	Karet seal pintu sudah melar dan melakukan penggantian	09.00	11.00
3		28-Mar-24	Kompresor	Pengisian ulang CO ₂ dan pengecekan tekanan	07.00	13.00
4		15-Apr-24	Penggantian Thermo Couple (Pompa Receiver)	Mengalami kerusakan dan melakukan penggantian	12.00	14.00
5		30-Apr-24	Thermostat	Kurang akurat melakukan pengkalibrasian dan penggantian	08.00	12.00
6		18-Mei-2024	Pipa Refrigerant	Pengecekan dan perbaikan pada kebocoran dan uji tekanan refrigerant	18.00	19.00
7		05-Jun-24	Kontaktor Listrik (Panel)	Pemeriksaan wiring dan penggantian kontaktor	21.00	23.00
8		22-Jun-24	Sensor Kelembapan	Melakukan perbaikan karena kurang akurat	07.00	08.00
9		10-Jul-24	Fan Evaporator 1	Suara kasar pada fan evap dan melakukan penggantian	14.00	16.00
10		27-Jul-24	Sirkulasi Pelumas Kompresor	Penggantian oli dan pengecekan sistem tekanan	13.00	15.00
11		27-Aug-24	Evaporator 1	Pembentukan es berlebih dan melakukan	14.00	15.00

	COLD STORAGE 4			pembersihan		
12		14-Sep-24	Pipa Ekspansi	Material pipa aus dan melakukan perbaikan	13.00	16.00
13		29-Sep-24	Sensor Suhu Ekspansi	Sensor eror dan tidak akurat melakukan pengecekan dan kalibrasi	15.00	16.30
14		17-Oct-24	Pintu Cold Storage	Kerusakan mekanis V-belt aus dan melakukan penggantian	10.00	11.00
15		27-Oct-24	Pipa Kapiler	Aliran keluar terlalu banyak karena jumlah cairan terlalu besar	09.00	12.00
16		10-Nov-24	Fan Evaporator 2	Bunyi kasar pada fan evap melakukan pengecekan dan penggantian	13.00	14.00
17		02-Dec-24	Pipa Kondensor	Mengalami kebocoran akibat korosi dari dalam	12.00	19.00
18		31-Dec-24	Sensor Selenoid	Kerusakan elektrikal pengecekan serta perbaikan dan pengkalibrasian	07.00	08.00
19		04-Jan-25	Fan Evaporator 3	Motor fan evap kebakar dan melakukan penggantian	09.00	10.10
20		07-Jan-25	Heater Evaporator 4	Heater fan evap bermasalah atau tidak berjalan normal	09.00	10.00
21		07-Jan-25	Talang Evaporator 2	Talang evap bermasalah perlu perbaikan	10.10	11.30
22		13-Jan-25	Valve	Stir valve bermasalah perlu penggantian	10.30	11.30
23		16-Jan-25	Kondensor	Air cooling bermasalah dan pengondisian air cooling tower	17.00	18.00
24		20-Jan-25	Display Suhu	Display suhu kurang akurat dan perlu penggantian	10.00	10.20
25		29-Jan-25	Kompresor	Pengecekan dan perbaikan serta pengkalibrasian	09.00	13.00

Menentukan Nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR)

Setelah melakukan identifikasi terhadap jenis kerusakan yang terjadi dan lamanya waktu

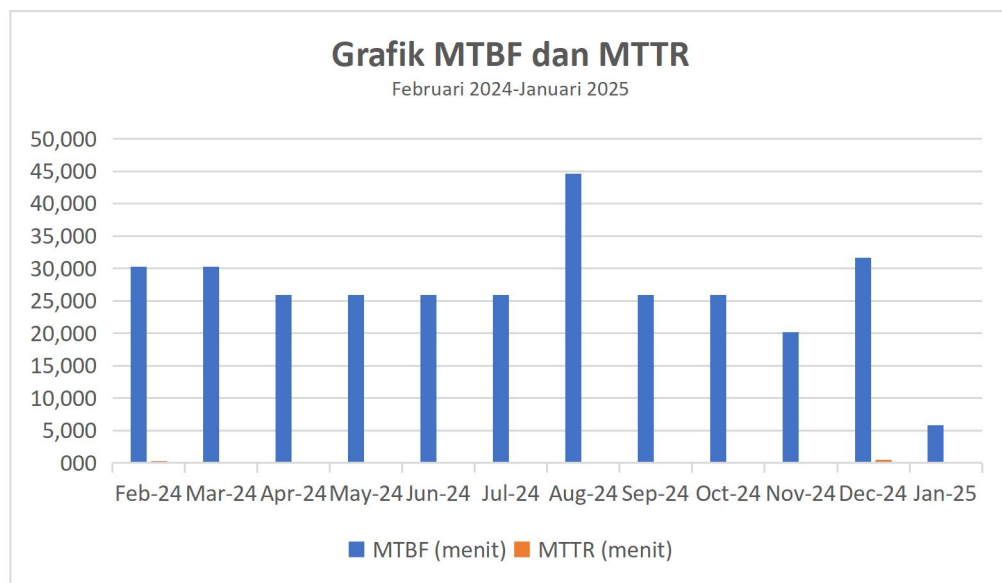
perbaikan terhadap mesin *cold storage*, maka langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu menentukan nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) pada mesin *cold storage*.

Tabel 2. *Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) Pada Komponen Cold Storage

NO	ASSET NO	WAKTU PERBAIKAN	DESCRIPTION	PROBLEM	PERBAIKAN		MTBF (menit)	MTTR (menit)
					START	FINISH		
1	COLD STORAGE 4	20-Feb-24	Evaporator Coil	Mengalami kebocoran melakukan pembersihan dan perbaikan pada kebocoran	10.00	14.00	30,240	240
2		12-Mar-24	Pintu Seal	Karet seal pintu sudah melar dan melakukan penggantian	09.00	11.00	30,240	120
3		28-Mar-24	Kompresor	Pengisian ulang CO ₂ dan pengecekan tekanan	07.00	13.00	23,040	360
4		15-Apr-24	Penggantian Thermo Couple (Pompa Receiver)	Mengalami kerusakan dan melakukan penggantian	12.00	14.00	25,920	120
5		30-Apr-24	Thermostat	Kurang akurat melakukan pengkalibrasian dan penggantian	08.00	12.00	21,600	240
6		18-Mei-2024	Pipa Refrigeran	Pengecekan dan perbaikan pada kebocoran dan uji tekanan refrigeran	18.00	19.00	25,920	60
7		05-Jun-24	Kontaktor Listrik (Panel)	Pemeriksaan wiring dan penggantian kontaktor	21.00	23.00	25,920	120
8		22-Jun-24	Sensor Kelembapan	Melakukan perbaikan karena kurang akurat	07.00	08.00	24,480	60
9		10-Jul-24	Fan Evaporator 1	Suara kasar pada fan evap dan melakukan penggantian	14.00	16.00	25,920	120
10		27-Jul-24	Sirkulasi Pelumas Kompresor	Penggantian Oli dan pengecekan sistem tekanan	13.00	15.00	24,480	120
11		27-Aug-24	Evaporator 1	Pembentukan es berlebih dan melakukan	14.00	15.00	44,640	60

	COLD STORAGE 4			pembersihan				
12		14-Sep-24	Pipa Ekspansi	Material pipa aus dan melakukan perbaikan	13.00	16.00	25,920	180
13		29-Sep-24	Sensor Suhu Ekspansi	Sensor error dan tidak akurat melakukan pengecekan dan kalibrasi	15.00	16.30	21,600	90
14		17-Oct-24	Pintu Cold Storage	Kerusakan mekanis V-belt aus dan melakukan penggantian	10.00	11.00	25,920	60
15		27-Oct-24	Pipa Kapiler	Aliran keluar terlalu banyak karena jumlah cairan terlalu besar	09.00	12.00	14,400	180
16		10-Nov-24	Fan Evaporator 2	Bunyi kasar pada fan evap melakukan pengecekan dan penggantian	13.00	14.00	20,160	60
17		02-Dec-24	Pipa Kondensor	Mengalami kebocoran akibat korosi dari dalam	12.00	19.00	31,680	420
18		31-Dec-24	Sensor Selenoid	Kerusakan elektrik pengecekan serta perbaikan dan pengkalibrasian	07.00	08.00	41,760	60
19		04-Jan-25	Fan Evaporator 3	Motor fan evap kebakar dan melakukan penggantian	09.00	10.10	5,780	70
20		07-Jan-25	Heater Evaporator 4	Heater fan evap bermasalah atau tidak berjalan normal	09.00	10.00	4,320	60
21		07-Jan-25	Talang Evaporator 2	Talang evap bermasalah perlu perbaikan	10.10	11.30	10	80
22		13-Jan-25	Valve	Stir valve bermasalah perlu penggantian	10.30	11.30	8,640	60
23		16-Jan-25	Kondensor	Air cooling bermasalah dan	17.00	18.00	2,320	60

				pengondisian air cooling tower				
24		20-Jan-25	Display Suhu	Display suhu kurang akurat dan perlu penggantian	10.00	10.20	5,760	20
25		29-Jan-25	Kompresor	Pengecekan dan perbaikan serta pengkalibrasian	09.00	13.00	12,960	240
TOTAL							523,620	3,260



Gambar 2. Diagram Pareto MTBF dan MTTR

Pada gambar 2 menerangkan bahwa untuk diagram MTBF semakin tinggi maka semakin jarang komponen tersebut mengalami kerusakan, sedangkan untuk diagram MTTR semakin tinggi nilainya maka semakin rendah *maintainability* terhadap suatu komponen yang diakibatkan kurangnya perawatan hingga memerlukan waktu yang lebih banyak dan sering pada perbaikan.

Perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR)

Setelah mengetahui jenis kerusakan yang terjadi pada komponen mesin *cold storage* dan juga mengetahui nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Failure* (MTTR) pada tiap komponen mesin *cold storage*, langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan terhadap nilai keseluruhan pada MTBF dan MTTR.

Berdasarkan data kerusakan pada bulan Februari 2024 – Januari 2025, hasil *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) sebagai berikut:

$$MTBF = \frac{523,620}{25} = 20,944 \text{ Menit (349,08 Jam)}$$

$$MTTR = \frac{3,260}{25} = 130,4 \text{ Menit (2,17 Jam)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) didapatkan hasil 20,944 menit. Jika satu hari sama dengan 1440 menit maka *schedule maintenance* untuk rangkaian mesin *cold storage* adalah 349,08 jam (sekitar ≥ 14 hari) atau setara dengan dua minggu sekali. Dibawah ini adalah tabel perencanaan *schedule maintenance* untuk rangkaian mesin pada *cold storage*.

Tabel 3. Schedule Maintenance Mesin Cold Storage

No	Job Activity	Jan				Feb				Mar				Apr				Mei				Jun				Jul				Agu				Sep				Okt				Nov				Des			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
1	Cold Storage																																																

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan bahwa rata-rata waktu antara kegagalan atau *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah 20,944.8 menit, atau setara dengan 349.08 jam (sekitar ≥ 14 hari) atau setara dengan dua minggu. Ini berarti sistem mengalami kegagalan rata-rata setiap 349 jam sekali. Sementara itu, rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki setiap kegagalan atau *Mean Time To Repair* (MTTR) adalah 130.4 menit, atau sekitar 2.17 jam. Dengan kata lain, setiap kali terjadi kegagalan sistem memerlukan waktu sekitar 2 jam 10 menit untuk kembali beroperasi. Nilai MTBF yang cukup tinggi menunjukkan bahwa sistem memiliki keandalan yang baik sebelum mengalami gangguan, sedangkan nilai MTTR yang relatif rendah mengindikasikan bahwa waktu perbaikan cukup cepat, yang dapat membantu meminimalkan *downtime* dalam operasional. Walaupun kinerja mesin sudah optimal dan efektif akan tetapi tetap saja dibutuhkan *preventive maintenance* agar kinerja mesin bisa jauh lebih efektif dan optimal lagi mengingat bahwa masih ada kerusakan komponen yang terjadi akibat kurangnya *preventive maintenance* dan kerusakan yang tidak terduga terjadi, sehingga dengan dilakukannya penjadwalan rutin *preventive maintenance* untuk mengurangi kerusakan atau meminimalisir terjadinya kerusakan agar *lifetime* atau umur mesin bisa bekerja lebih panjang secara efektif dan optimal.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research is funded by Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo under Publication Grant scheme 2025.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad J., Cakranegara, P. A., Putri, R. S. W., dan Octiva, C. S. (2022). Analisis Efisiensi Kerja Kompresor Pada Mesin Refrigerasi di PT. XYZ. *Jurnal Mesin Nusantara*, 5(1), 86-95.
- Bastari, A. S., & Varayesi, F. (2024). Analisis Performance Maintenance Pada Blowout Preventer Menggunakan Metode Reability MTBF MTTR Dan Degradation Test Rubber Packing Element. *Jurnal Teknik & Teknologi Terapan*, 2(1), 31-35.
- Fakhrudin, A., Supriyadi, S., dan Burhanudin, A. (2021). Sistem Kerja Mesin Pendingin Sebagai Media Pembelajaran Praktikum Teknik Refrigerasi. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 21(1), 28-33.
- Fatma, N. F., Ponda, H., dan Kuswara, R. A. (2020). Analisis Preventive Maintenance Dengan

- Metode Menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) Dan Mean Time To Repair (MTTR) (Studi Kasus PT. Gajah Tunggal Tbk). *Heuristic*, 17(2), 87-94.
- Haryadi, S. (2020). Analisa Pengaruh Pemeliharaan Terhadap Kinerja. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, 2(1), 30-35.
- Ilma, Z., Halisa, N., dan Handoko, F. (2024). Penjadwalan Ulang Terhadap Mesin Pompa Distribusi Air Menggunakan Metode Preventive Maintenance (Studi Kasus Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang). 7(1), 60-67.
- Masyitho, D., Sriwahyuni, L., Maghfiroh, F. M., dan Anas, Y. A. (2023). Penerapan Supply Chain Management di Cold Storage Turen. *Tepis Wiring: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 9-21.
- Pratama, M. H., dan Paundra, F. (2024). mean time between failure (MTBF) Di PT . XXX. 4(2), 52-57.
- Purbatin H., dan Biantoro A. W. (2023). Perencanaan perhitungan beban pendinginan ruang frozen dengan kapasitas 100 ton per Hari pada pergudangan penyimpanan berpendingin. *Jurnal Teknik Mesin*, 12(1), 68-72.
- Purwanto, E., & Ridhuan, K. (2014). Pengaruh Jenis Refrigerant Dan Beban Pendinginan Terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 3(1), 11-16.
- Rahmat, M. R. (2015). Perancangan Cold Storage Untuk Produk Reagen. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma "45" Bekasi*, 3(1), 16-30.
- Rusdi, M., Suyuti, M. A., H, A. P., dan Suryono, S. (2019). Analisis Penentuan Interval Waktu Perawatan Finish Mill Berdasarkan Downtime Pada PT. Semen Tonasa. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 15(1), 1-17.
- Setiawan, W., Djanggu, N. H., dan Sujana, I. (2022). Penentuan Frekuensi Perawatan Termurah Pada Mesin Kritis Di PT Citra Mahkota. *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System*, 6(1), 25-37.
- Sunardi, O., Mardiana, dan Isdaryanto Iskandar. (2023). Analisis efektivitas mesin dengan total productive maintenance (studi kasus pada proses mixing). *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4(2), 98-106.
- Yuono, L. D., Ansori, A., Surono, B., Septiandi, A., dan Setiawan, I. K. (2023). Rancang Bangun Cold Storage Menggunakan Air Conditioner Split Wall 2 PK. *TURBO: Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 12(2), 436-443.