

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Medan Distribusindo Raya merupakan bagian dari jaringan distribusi Wings Group yang telah berdiri sejak tahun 1948 dan dikenal luas di Indonesia. Seiringnya waktu, PT Medan Distribusindo Raya berkembang menjadi salah satu pemain utama dalam industri distribusi nasional dengan jaringan logistik yang luas dan kompleks. Di mana keberhasilan operasional sangat bergantung pada kecepatan, ketepatan, dan efisiensi dalam penanganan barang. Dalam konteks ini, perusahaan tidak hanya bertindak sebagai penyedia barang, tetapi juga sebagai bagian dari rantai pasok nasional yang harus mampu menjaga kontinuitas distribusi dari produsen ke konsumen melalui sistem logistik yang terintegrasi.

Dengan cakupan distribusi yang luas, volume barang yang dikelola oleh perusahaan setiap harinya sangat besar dan beragam, baik dari segi ukuran, berat, maupun karakteristik produknya. Oleh karena itu, kegiatan operasional di gudang dan pabrik terutama proses bongkar muat, penyimpanan, dan pengiriman memerlukan alat bantu angkut yang andal dan efisien yakni *forklift* dan *reach truck*.

Sebagai perusahaan dengan cakupan distribusi berskala nasional, sangat bergantung pada penggunaan *forklift* dan *reach truck* untuk mempercepat proses pemindahan barang serta mendukung kelancaran kegiatan *inbound* dan *outbound logistics*. Selain itu, kedua alat ini memungkinkan pemanfaatan ruang penyimpanan secara maksimal melalui penempatan barang pada rak bertingkat, sehingga kapasitas gudang dapat ditingkatkan tanpa perlu perluasan fisik.

Namun, tingginya intensitas penggunaan *forklift* dan *reach truck* menyebabkan alat-alat tersebut rentan terhadap kerusakan, terutama jika tidak didukung oleh sistem pemeliharaan yang baik. Kerusakan mendadak atau *unscheduled breakdown* tidak hanya mengganggu aktivitas distribusi, tetapi juga berpotensi menimbulkan *downtime*, keterlambatan pengiriman, peningkatan biaya operasional, dan bahkan menurunkan tingkat kepuasan pelanggan.

Berdasarkan observasi awal di lapangan, kejadian kerusakan alat sering kali tidak terduga dan berulang, yang menunjukkan belum optimalnya sistem *preventive maintenance* yang diterapkan. Pemeliharaan yang ada saat ini dilakukan secara rutin berdasarkan jadwal, namun belum didukung oleh evaluasi performa alat secara kuantitatif. Akibatnya, kegiatan perawatan dapat dilakukan terlalu dini atau terlalu lambat, yang menyebabkan inefisiensi baik dari segi waktu, tenaga teknisi, maupun pengeluaran untuk suku cadang.

Dalam industri modern, pendekatan berbasis data sangat dibutuhkan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dan efisien. Salah satu metode evaluasi yang dapat digunakan adalah perhitungan *Mean Time Between Failure (MTBF)* dan *Mean Time To Repair (MTTR)*. MTBF memberikan informasi tentang rata-rata waktu antar kerusakan, sedangkan MTTR menunjukkan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki alat. Kedua parameter ini umum digunakan dalam praktik *reliability engineering* untuk menilai keandalan (*reliability*) dan kemampuan perbaikan (*maintainability*) suatu sistem atau peralatan.

Dengan menerapkan analisis MTBF dan MTTR, perusahaan dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai performa alat berat yang digunakan, serta menyusun strategi *preventive maintenance* yang lebih terukur. Evaluasi ini juga dapat membantu dalam menentukan jadwal perawatan yang optimal, mengurangi frekuensi kerusakan, serta meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut maka penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: “**Analisis Preventif Maintenance Pada Forklift Dan Reach Truck Dengan Metode Menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) Dan Mean Time To Repair (MTTR) Di Pt Medan Distribusindo Raya.**”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang, permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa nilai MTBF dan MTTR pada *forklift* dan *reach truck* di PT Medan Distribusindo Raya?
2. Bagaimana perbandingan efektivitas preventif *maintenance* pada *forklift* dan *reach truck* sebelum dan sesudah penggunaan analisis MTBF dan MTTR?
3. Apa saja faktor terbesar yang menyebabkan sering terjadinya kerusakan pada *forklift* dan *reach truck*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai MTBF Dan MTTR pada *forklift* dan *reach truck* di PT Medan Distribusindo Raya.
2. Untuk mengetahui dan membandingkan efektivitas preventif *maintenance* pada *forklift* dan *reach truck* sebelum dan sesudah penggunaan analisis MTBF dan MTTR.
3. Untuk mengidentifikasi faktor terbesar yang menyebabkan sering terjadinya kerusakan pada *forklift* dan *reach truck*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat bagi penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada PT Medan Distribusindo Raya mengenai kondisi aktual performa *forklift* dan *reach truck* berdasarkan nilai MTBF dan MTTR sehingga perusahaan dapat menentukan strategi pemeliharaan yang lebih tepat.
2. Menjadi dasar bagi perusahaan untuk meningkatkan efektivitas program preventif *maintenance* melalui identifikasi faktor-faktor utama penyebab kerusakan.
3. Membantu perusahaan dalam meminimalkan *downtime*, meningkatkan keandalan alat, serta mengoptimalkan biaya pemeliharaan.

1.5 Batasan Penelitian dan Asumsi Peneliti

1.5.1 Batasan Penelitian

Batasan – batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di PT Medan Distribusindo Raya pada *forklift* dan *reach truck*
2. Data yang digunakan berupa data historis kerusakan (*failure*) dan data waktu perbaikan (*repair time*) dari *forklift* dan *reach truck* selama periode Januari hingga Desember 2024.
3. Faktor luar seperti cara kerja operator, kondisi lingkungan, dan kualitas bahan atau suku cadang tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.5.2 Asumsi Peneliti

Asumsi – asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data kerusakan dan waktu perbaikan *forklift* serta *reach truck* dari PT Medan Distribusindo Raya dianggap akurat dan mencerminkan kondisi nyata selama penelitian.
2. Selama pengumpulan data, penerapan prosedur *preventive maintenance* pada *forklift* dan *reach truck* dilakukan secara konsisten sesuai dengan standar operasional yang berlaku di perusahaan, tanpa mengalami perubahan signifikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan sistematika penulisan laporan skripsi akan disajikan dalam sistematika penulisan BAB I hingga BAB VI yang dapat dilihat sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang permasalahan yang mendasari dilakukannya penelitian analisis *Preventive Maintenance*, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasa masalah dan asumsi penelitian, serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Menguraikan teori-teori yang mendukung pemecahan permasalahan penelitian yang berhubungan dengan penggunaan metode menghitung *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian seperti penentuan lokasi dan waktu penelitian, jenis penelitian, objek penelitian, kerangka konseptual penelitian, metode pengumpulan data, metode pengolahan data, serta kesimpulan dan saran.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini diisi dengan data-data yang telah dikumpulkan. Sehingga data-data tersebut dapat diolah sehingga diperoleh hasil untuk di analisis.

BAB V ANALISA DAN EVALUASI

Pada bab ini menguraikan tentang *Preventif Maintenance* dari metode yang sudah digunakan terhadap *forklift* dan *reach truck* di PT Medan Distribusindo Raya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini terdiri dari kesimpulan yang merupakan pernyataan singkat, jelas dan tepat yang telah dipaparkan dari hasil penelitian dan berisi tentang saran untuk perusahaan dan pembaca.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian *Preventive Maintenance*

Menurut Deradja, (2019) mengemukakan bahwa: “*Preventive Maintenance* adalah perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau cara perawatan yang direncanakan untuk pencegahan kerusakan”. Menurut Pratama Putra dan Irawan, (2020) “*Preventive Maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan secara terjadwal dan umumnya dilakukan secara periodik. Menurut Fatma dkk. (2020) *Preventive Maintenance* dapat diartikan sebagai sebuah tindakan perawatan untuk menjaga sistem atau sub-assembly agar tetap beroperasi sesuai dengan fungsinya dengan cara mempersiapkan inspeksi secara sistematis, deteksi, dan koreksi pada kerusakan yang kecil untuk mencegah terjadinya kerusakan yang lebih besar.

Selanjutnya menurut Siswanto (2017), Pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*) adalah inspeksi periodik untuk mendeteksi kondisi yang mungkin menyebabkan produksi berhenti atau berkurangnya fungsi proses mesin dikombinasikan dengan pemeliharaan untuk menghilangkan, mengendalikan, kondisi tersebut dan mengembalikan mesin ke kondisi semula atau dengan kata lain deteksi dan penanganan diri kondisi abnormal mesin sebelum kondisi tersebut menyebabkan cacat atau kerugian. Berdasarkan definisi yang disebutkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pemeliharaan preventive adalah serangkaian tindakan perawatan yang dijadwalkan dan dilakukan sebelum atau pada titik kegagalan yang bertujuan untuk mencegah kerusakan atau kegagalan sistem atau peralatan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan ketersediaan, memperpanjang umur operasional, dan mengoptimalkan kinerja sistem atau peralatan.

Menurut Adiasa et al. (2021), *preventive maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah kerusakan tak terduga serta mendeteksi kondisi yang dapat menyebabkan gangguan pada fasilitas produksi. Dengan perawatan ini, kontinuitas kerja fasilitas produksi dapat terjaga dan selalu dalam kondisi siap digunakan setiap saat dalam proses produksi.

Pamungkas (2021) mengelompokkan kegiatan pemeliharaan menjadi dua jenis, yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. *Preventive maintenance* merupakan bentuk pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal dengan tujuan mencegah kerusakan yang tidak terduga serta mendeteksi potensi gangguan pada aset selama proses produksi. Sementara itu, *corrective maintenance* dilakukan setelah terjadi kerusakan, mencakup aktivitas perbaikan, penggantian, atau restorasi komponen. Jenis pemeliharaan ini tidak dilakukan secara berkala sehingga berpotensi menghambat proses produksi.

Menurut Khoir (2024), *preventive maintenance* atau perawatan pencegahan merupakan suatu bentuk kegiatan pemeliharaan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan secara tiba-tiba serta mengidentifikasi potensi gangguan yang dapat menghambat proses produksi. Dalam pelaksanaannya, *preventive maintenance* dibagi ke dalam beberapa jenis diantaranya yaitu:

1. *Routine Maintenance*, yaitu perawatan yang dilakukan secara rutin seperti pembersihan dan pelumasan
2. *Periodic Maintenance*, yakni perawatan berkala yang dijadwalkan secara mingguan, bulanan, atau tahunan
3. *Ergency Maintenance*, yaitu tindakan perbaikan sementara untuk menangani gangguan mendadak.
4. *Predictive Maintenance*, yang dilakukan berdasarkan prediksi kondisi mesin.
5. *Overhaul Maintenance*, yakni perbaikan menyeluruh yang dijadwalkan secara berkala.
6. Serta jenis *Preventive Maintenance* lainnya *Productive Maintenance*, *Total Productive Maintenance*, *Running Maintenance*, dan *Shutdown Maintenance*. Keseluruhan jenis perawatan tersebut bertujuan untuk menjaga kinerja peralatan serta meminimalkan waktu henti (*downtime*) dalam proses produksi.

2.2 Tujuan Utama Perawatan

Pemeliharaan atau perawatan merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memastikan suatu fasilitas secara fisik bisa secara terus menerus melakukan apa

yang pengguna/pemakai inginkan. Untuk pengertian pemeliharaan lebih jelas adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima Assauri (2016). Berikut ini tujuan dari *Preventive Maintenance*.

1. Mengurangi *Downtime*

Pemeliharaan terjadwal bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan tidak terduga pada peralatan. Artinya dapat mengurangi waktu henti operasional yang dapat menyebabkan kerugian produksi dan kinerja bisnis yang tidak optimal. Dengan menghindari gangguan yang tidak terduga, perusahaan dapat menjaga kelancaran operasi mereka dan menghindari kerugian finansial yang disebabkan oleh *downtime*.

2. Memperpanjang Umur Peralatan

Melalui perawatan dan layanan rutin yang terjadwal, pemeliharaan preventif mampu memperpanjang masa pakai mesin dan peralatan. Hal ini mengurangi kebutuhan penggantian peralatan secara teratur dan membantu menghemat biaya jangka panjang.

3. Menghemat Biaya

Meskipun pemeliharaan preventif memerlukan biaya awal, dalam jangka panjang, hal itu dapat menghemat jumlah uang dalam jumlah besar. Sebab, pemeliharaan preventif dapat mencegah perbaikan darurat yang mahal dan penggantian.

4. Meningkatkan Keselamatan

Peralatan yang dirawat dengan baik kemungkinan mengalami kerusakan akan lebih kecil. Artinya, pendekatan *preventive maintenance* juga bertujuan untuk meningkatkan keselamatan para pekerja atau pengguna.

5. Meningkatkan Efisiensi

Pemeliharaan rutin memastikan bahwa mesin dan peralatan beroperasi pada tingkat efisiensi yang tinggi. Akhirnya, pendekatan ini menghasilkan penghematan energi dan *output* yang optimal.

Menurut Ramadhan dan Fitriani (2024), sistem pemeliharaan yang dikelola dengan baik penting untuk memastikan kelancaran fungsi fasilitas produksi serta mendukung interaksi yang harmonis antara manusia dan mesin. Mereka menyebutkan bahwa hambatan dalam produksi umumnya berasal dari enam faktor utama yang dikenal sebagai 6M, yaitu material, mesin dan peralatan, tenaga kerja, metode, lingkungan, serta pengukuran. Hambatan yang bersifat mendadak, seperti kerusakan mesin, dapat menyebabkan berhentinya proses produksi atau gangguan yang menurunkan efisiensi dan kualitas hasil produksi.

2.3 Tugas dan Aktivitas Perawatan

Menurut Pranowo (2019), aktivitas pemeliharaan dapat diklasifikasikan ke dalam empat jenis kegiatan utama, yaitu inspeksi, kegiatan teknik, kegiatan produksi, dan kegiatan administratif. Penjelasan masing-masing kegiatan adalah sebagai berikut:

1. Inspeksi

Inspeksi merupakan kegiatan pemeriksaan yang dilakukan secara rutin dan terjadwal terhadap seluruh aset produksi, mulai dari bangunan hingga mesin. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa seluruh fasilitas produksi berfungsi secara optimal. Apabila ditemukan adanya kerusakan atau penyimpangan, maka hal tersebut harus segera dilaporkan kepada bagian teknis untuk ditindaklanjuti. Proses inspeksi ini menjadi landasan dalam penetapan prioritas tindakan perbaikan, penggantian komponen, hingga keputusan pembelian peralatan atau mesin baru.

2. Kegiatan Teknik

Kegiatan teknik mencakup berbagai aspek pemeliharaan seperti pengaturan dan konfigurasi mesin, pelaksanaan perbaikan, penggantian komponen, serta kegiatan penelitian dan pengembangan alat produksi. Bagian teknik memiliki tanggung jawab utama dalam memastikan bahwa peralatan dan mesin tetap berfungsi secara andal serta mampu mendukung peningkatan produktivitas. Pengadaan peralatan baru biasanya didasarkan pada hasil evaluasi terhadap performa mesin yang tidak lagi memenuhi target produksi. Selain itu,

kegiatan teknik juga melibatkan perancangan modifikasi peralatan guna memenuhi kebutuhan operasional yang berkembang.

3. Kegiatan Produksi

Pelaksanaan pemeliharaan juga dilakukan secara langsung selama proses produksi berlangsung. Kegiatan ini melibatkan seluruh personel yang berpartisipasi aktif dalam menjaga kebersihan mesin dan lingkungan kerja, melaksanakan pelumasan rutin, serta memastikan kesiapan operasional mesin dan aspek keselamatan kerja. Semua aktivitas tersebut dijalankan berdasarkan panduan kerja serta instruksi dari bagian teknik guna memastikan kelancaran proses produksi.

4. Kegiatan Administratif

Aktivitas administratif berperan penting dalam mendukung sistem pemeliharaan melalui pencatatan dan dokumentasi. Informasi yang dicatat mencakup riwayat penggunaan mesin, frekuensi dan jenis kerusakan, komponen yang telah diganti, serta tindakan perbaikan yang telah dilakukan. Dokumentasi ini juga digunakan untuk mengevaluasi apakah performa mesin telah sesuai dengan standar yang ditetapkan, serta memastikan bahwa setiap prosedur telah dilaksanakan sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku.

2.4 Syarat – Syarat Agar Pekerjaan Bagian Pemeliharaan Dapat Lebih Efisien

Menurut Tampubolon (2014), keberhasilan suatu sistem pemeliharaan dalam mencapai efisiensi sangat bergantung pada kebijakan dan strategi yang diterapkan oleh perusahaan. Hal ini disebabkan karena setiap perusahaan memiliki pendekatan dan kebutuhan yang berbeda dalam mengelola mesin dan peralatannya. Untuk itu, terdapat enam syarat utama yang perlu dipenuhi agar kegiatan pemeliharaan dapat dilaksanakan secara efisien:

1. Dibutuhkan data yang akurat dan sistem informasi yang memadai mengenai seluruh mesin dan peralatan yang dimiliki perusahaan.

Perencanaan serta penjadwalan pemeliharaan harus dilakukan secara tepat

dan terstruktur, agar aktivitas pemeliharaan berjalan sesuai target dan tidak mengganggu proses produksi.

2. Diperlukan adanya surat perintah kerja yang terdokumentasi dengan jelas sebagai panduan dalam pelaksanaan pemeliharaan.
3. Perusahaan harus memastikan tersedianya persediaan alat dan suku cadang (*spare part*) yang memadai guna menghindari keterlambatan perbaikan.
4. Seluruh aktivitas pemeliharaan perlu dicatat dan dimasukkan ke dalam sistem informasi perusahaan sebagai bentuk dokumentasi dan bahan evaluasi.
5. Pelaksanaan pemeliharaan harus dilengkapi dengan laporan, pengawasan, dan analisis yang sistematis agar dapat dilakukan peningkatan secara berkelanjutan.

2.5 RPN (*Risk Number Priority*)

RPN adalah indikator kekritisitas untuk menentukan tindakan korektif atau tindakan pengurangan kegagalan sistem yang terjadi sesuai dengan mode kegagalan (Noor Ahmadi, 2017). Nilai RPN dihasilkan dari perkalian antara *severity*, *occurrence*, dan *detection*, atau dituliskan dengan rumus:

$$\text{RPN} = \text{SEV} \times \text{OCC} \times \text{DET}$$

Hasil perkalian untuk nilai RPN menunjukkan tingkat keseriusan dari *potential failure*, semakin tinggi nilai risiko RPN maka menunjukkan semakin bermasalah atau tinggi tingkat kekritisitas suatu sistem tersebut, begitu sebaliknya semakin rendah nilai risiko RPN maka akan semakin rendah pula tingkat kekritisitas sistem.

Tabel 2. 1 Penilaian Standar *Severity*

Rating	Criteria of severity effect
1	Tidak ada efek
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah
3	Tidak terdapat efek dan pekerja menyadari adanya masalah
4	Perubahan fungsi dan banyak pekerja menyadari adanya perubahan
5	Mengurangi kenyamanan fungsi penggunaan
6	Kehilangan kenyamanan fungsi penggunaan
7	Pengurangan fungsi utama
8	Kehilangan fungsi utama
9	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan
10	Tidak berfungsi sama sekali

Sumber : Hasrul (2017)

Occurrence merupakan suatu indikator yang menunjukkan tingkat kemungkinan terjadinya penyebab kegagalan yang dapat menimbulkan bentuk kegagalan tertentu selama proses produksi. Nilai *occurrence* digunakan untuk menilai seberapa sering kegagalan tersebut diperkirakan akan muncul dalam siklus produksi suatu produk, sehingga menjadi salah satu parameter penting dalam analisis risiko.

Tabel 2. 2 Penilaian Standar *Occurance*

Rating	Probability of occurrence
1	Tidak pernah sama sekali
2	Lebih kecil dari 5 per 7200 jam penggunaan
3	5-10 per 7200 jam penggunaan
4	11-15 per 7200 jam penggunaan
5	15-20 per 7200 jam penggunaan
6	21-25 per 7200 jam penggunaan
7	26-30 per 7200 jam penggunaan
8	31-35 per 7200 jam penggunaan
9	36-40 per 7200 jam penggunaan
10	Lebih besar dari 50nper 7200 jam penggunaan

Sumber: Hasrul (2017)

Detection merupakan parameter dalam analisis risiko yang mengukur kemampuan sistem dalam mendeteksi potensi kegagalan sebelum produk selesai diproduksi, sehingga membantu mencegah kesalahan dan menurunkan risiko penurunan kualitas.

Tabel 2. 3 Penilaian Standar *Detection*

Rating	Detection design control
1	Pasti terdeteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
3	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi
5	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi
6	Kesempatan yang rendah untuk terdeteksi
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
10	Tidak mampu terdeteksi

Sumber: Hasrul (2017)

2.6 Metode *Mean Time Between Failure* (MTBF)

2.6.1 Pengertian *Mean Time Between Failure* (MTBF)

MTBF adalah rata-rata waktu aktif suatu mesin diantara kegagalan yang terjadi. MTBF diaplikasikan pada mesin yang bersifat 'dapat diperbaiki' setelah mengalami kerusakan. Dengan menggunakan MTBF, perusahaan dapat mengetahui ketersediaan dan ketahanan dari mesin atau komponen (Sunardi & Iskandar, 2022).

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).

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. Persamaan untuk menghitung MTBF adalah:

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

Keterangan :

MTBF = *Mean Time Between Failure*

Total Operation Time = Total Waktu Operasional antara kegagalan

Frequency Breakdown = Jumlah total kegagalan

2.6.2 Langkah-langkah Meningkatkan *Mean Time Between Failure* (MTBF)

Peningkatan *Mean Time Between Failure* (MTBF) merupakan salah satu indikator penting dalam menjaga keandalan dan efisiensi operasional suatu peralatan. Semakin tinggi nilai MTBF, semakin jarang suatu peralatan mengalami kegagalan dalam periode waktu tertentu, yang berarti semakin lama peralatan dapat beroperasi tanpa gangguan. Hal ini sangat krusial, terutama pada peralatan yang membutuhkan operasi berkelanjutan atau memiliki peran vital dalam proses produksi. Oleh karena itu, pemantauan dan peningkatan MTBF menjadi strategi penting dalam manajemen pemeliharaan (Fatma, Ponda, & Kuswara, 2020). Untuk mendukung pencapaian nilai MTBF yang lebih optimal, diperlukan penerapan langkah-langkah sistematis dan berbasis data.

Adapun langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan MTBF adalah sebagai berikut:

1. Memastikan Keakuratan Data Kegagalan

Keakuratan data merupakan fondasi utama dalam analisis performa peralatan. Data yang dimaksud mencakup informasi mengenai waktu terjadinya kegagalan, jenis kerusakan, durasi perbaikan, serta frekuensi kegagalan yang terjadi.

2. Pemanfaatan Data untuk Perencanaan Pemeliharaan Preventif

Data historis yang telah dikumpulkan perlu dianalisis secara berkala untuk mengidentifikasi pola atau tren kegagalan pada peralatan. Informasi ini digunakan untuk menyusun jadwal pemeliharaan preventif secara proaktif, yaitu melakukan perawatan sebelum peralatan mengalami kerusakan. Pendekatan ini bertujuan untuk menekan kemungkinan terjadinya gangguan mendadak dan memastikan peralatan tetap berada dalam kondisi optimal selama masa operasionalnya (Fatma, Ponda, & Kuswara, 2020).

2.7 Metode *Mean Time To Repair* (MTTR)

2.7.1 Pengertian *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., 2022). 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.

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.

Mean Time To Repair (MTTR) juga dapat memberikan informasi untuk penentuan perangkat teknologi mana yang harus diberikan cadangan dan mana yang tidak. Nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) yang sangat tinggi dapat digunakan sebagai acuan bahwa perangkat teknologi tersebut sebaiknya diberikan cadangan. Pemberian cadangan ini bertujuan agar operasional perusahaan dapat segera berjalan normal ketika terjadi kerusakan. *Mean Time To Repair* (MTTR) merupakan indikator kemampuan (*skill*) dari mekanik *maintenance* dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan. Adapun rumus yang digunakan pada metode *Mean Time To Repair* (MTTR) adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

MTTR = *Mean Time To Repair*

Breakdown Time = Total waktu yang dihabiskan untuk perbaikan selama periode tertentu.

Frequency Breakdown = Jumlah perbaikan

2.7.2 Langkah – langkah Menurunkan *Mean Time To Repair* (MTTR)

Untuk menurunkan *Mean Time To Repair* (MTTR), diperlukan beberapa langkah strategis yang terencana dan berbasis analisis (Risnatha dan Suef (2023). Adapun langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Analisis Rutin terhadap *Breakdown*

Lakukan analisis bulanan terhadap data kerusakan untuk mengidentifikasi area atau proses yang paling sering mengalami gangguan. Fokus utama diarahkan pada sumber masalah terbesar, dan selanjutnya dibentuk tim khusus untuk menelusuri akar penyebab serta merumuskan tindakan perbaikan yang efektif.

2. Optimasi Ketersediaan dan Standarisasi *Tools*

Proses perbaikan sering kali terhambat akibat keterlambatan dalam mencari peralatan yang dibutuhkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi terhadap *tools* yang tidak standar dan penempatan peralatan tersebut di area mesin yang relevan. Selain itu, standarisasi peralatan yang harus dibawa oleh tim pemeliharaan saat ke lapangan perlu diterapkan. Audit berkala terhadap kelengkapan *tools* wajib dilakukan untuk memastikan teknisi selalu siap dengan perlengkapan yang diperlukan.

3. Perbaikan Sistem Penyimpanan *Spare Part*

Waktu pengambilan suku cadang harus dibatasi maksimal lima menit untuk menghindari keterlambatan dalam proses perbaikan. Untuk itu, sistem penyimpanan di area logistik harus menerapkan prinsip 5S secara konsisten agar setiap *spare part* mudah ditemukan dan diakses dengan cepat.

4. Peningkatan Peran Operator dalam Penanganan Awal

Operator memiliki peran penting dalam proses penanganan *downtime*. Mereka harus dibekali kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan fungsi (*function failure*) secara cepat serta menyampaikan informasi yang jelas kepada tim pemeliharaan. Dalam konteks *autonomous maintenance*, operator juga perlu didukung dengan *tools* dasar yang ditempatkan di sekitar mesin, serta memiliki tanggung jawab dalam menjaga dan merawat peralatan tersebut.

5. Standarisasi Kompetensi Tim Pemeliharaan

Perbedaan tingkat keterampilan di antara anggota tim pemeliharaan dapat menjadi hambatan dalam penanganan kerusakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pelatihan berkala untuk menyamakan level kompetensi teknis seluruh personel di *shopfloor*, sehingga proses perbaikan dapat berjalan lebih cepat dan efektif.

2.8 Ketersediaan (*Availability*)

Availabilitas sistem merupakan probabilitas bahwa suatu sistem dapat bekerja dengan baik setiap waktu ketika digunakan pada suatu kondisi tertentu (Andam, 2014). Availabilitas merupakan kombinasi dari dua faktor utama, yaitu kemampuan sistem untuk terus beroperasi (reliabilitas) dan kemampuan perbaikan sistem (maintainabilitas). Availabilitas mencerminkan efektivitas sistem secara keseluruhan, karena dipengaruhi oleh kedua faktor tersebut. Keandalan yang rendah dapat diimbangi dengan maintainabilitas yang tinggi. Semakin cepat tindakan perawatan dilakukan, maka semakin baik availabilitas sistem.

Ketersediaan merupakan ukuran probabilistik yang menunjukkan sejauh mana suatu perangkat mampu menjalankan fungsi yang diharapkan tanpa mengalami kegagalan, dalam kondisi dan waktu operasi tertentu. Sebelum menilai tingkat ketersediaan suatu sistem secara keseluruhan, penting untuk memahami terlebih dahulu ketersediaan masing-masing perangkat penyusunnya. Hal ini dikarenakan setiap perangkat memiliki peluang kegagalan yang berbeda, bergantung pada kondisi operasional, usia pakai, dan karakteristik teknisnya (Suhara, Sumiardi, & Sulaeman, 2012).

Dengan pengenalan kemampuan perbaikan yang akan mengembalikan sistem ke keadaan yang operasi, ukuran alternatif dari kinerja sistem adalah ketersediaan. Ketersediaan tergantung pada keandalan dan *maintainability*. Untuk memprediksi ketersediaan sistem, baik kegagalan dan distribusi probabilitas perbaikan harus dipertimbangkan. *Availability* (ketersediaan) dapat dipengaruhi oleh 3 hal yaitu:

1. Berhenti karena mesin ada komponen yang rusak.
2. Kehilangan waktu karena proses setting mesin.
3. Kehilangan waktu karena pergantian *shift*, istirahat, makan siang dan akhir pekan

$$Availability = \frac{Total\ Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\ \%$$