

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Maintenance

(Menurut Ansori dan Mustajib, 2013) perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) merupakan serangkaian aktivitas yang bertujuan untuk menjaga kondisi mesin atau fasilitas agar tetap berfungsi dengan baik seperti semula. Pemeliharaan ini dilakukan dengan tujuan mempertahankan kualitas dan kinerja fasilitas produksi. Sejalan dengan itu, (Patrick, 2001) mendefinisikan *maintenance* sebagai suatu kegiatan yang mencakup pemeliharaan, perbaikan, serta penyesuaian atau penggantian komponen yang diperlukan guna memastikan kelangsungan operasional produksi sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan. (Kurniawan, 2013) juga menambahkan bahwa perawatan dalam suatu sistem produksi mencakup berbagai kegiatan, seperti pemeliharaan, perbaikan, penggantian, pembersihan, penyetelan, dan pemeriksaan. Oleh sebab itu, perawatan memiliki peranan penting dalam menjaga stabilitas operasional mesin guna mendukung keberlanjutan proses produksi perusahaan. Pemeliharaan merupakan kombinasi dari berbagai aktivitas yang bertujuan untuk menjaga kondisi komponen atau memperbaikinya agar tetap dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Preventive maintenance pada mesin Toyoda GH-08 memiliki korelasi yang sangat erat dengan peningkatan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang pada akhirnya berkontribusi dalam mengurangi *defect* pada kain cotton di PC GKBI. Dengan melaksanakan perawatan preventif secara terjadwal dan sistematis pada komponen-komponen kunci mesin seperti sensor infra merah yang berfungsi sebagai pendeteksi banyaknya pakan benang, solenoid yang mengatur perintah dari sensor untuk menggerakkan *holder* benang, *holder hammer* yang menutup dan menggerakkan *transmitting rod*, serta *transmitting rod* yang menjadi penghubung antar komponen, maka *availability*, *performance*, dan *quality* dari mesin dapat meningkat. Perawatan seperti kalibrasi sensor, pembersihan solenoid, serta pelumasan dan pengecekan rutin pada *hopper* dan *bearing* memastikan mesin beroperasi dengan minimal *downtime* dan *defect* produk. Dengan demikian,

implementation preventive maintenance tidak hanya menjaga kelancaran fungsi mesin, tetapi juga mengoptimalkan efektivitas peralatan (OEE) secara menyeluruh, yang berdampak langsung pada penurunan tingkat *defect* kain *cotton* dan peningkatan produktivitas di PC GKBI.

(Menurut Kurniawan, 2013) terdapat beberapa jenis kegiatan dalam proses perawatan, antara lain:

1. **Inspection (Inspeksi)**: Proses pengecekan kondisi fasilitas produksi untuk memastikan keadaannya.
2. **Repair (Perbaikan)**: Aktivitas yang bertujuan untuk mengembalikan fungsi mesin ketika mengalami gangguan ringan agar dapat beroperasi kembali.
3. **Overhaul (Perbaikan menyeluruh)**: Perbaikan yang bersifat menyeluruh terhadap mesin produksi, yang dapat mengganggu operasional dan memerlukan biaya yang besar.
4. **Replacement (Penggantian)**: Kegiatan penggantian komponen mesin yang telah mengalami kerusakan guna memastikan kelancaran operasional.

Perawatan yang dilakukan secara efektif berperan dalam menjaga kelangsungan produksi perusahaan agar tetap berjalan secara optimal dan menghasilkan produk berkualitas sesuai dengan rencana produksi. Kurangnya perhatian terhadap sistem perawatan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kebutuhan dana yang besar serta kompleksitas dalam pelaksanaannya. Namun, dalam kegiatan operasional industri, *maintenance* memiliki dua fungsi utama, yaitu pelaksanaan teknis perawatan serta kesadaran akan pentingnya pemeliharaan fasilitas produksi.

2.1.1 Jenis - Jenis Maintenance

Dalam industri manufaktur, penerapan strategi perawatan yang tepat sangat penting untuk memastikan kelangsungan operasional dan efisiensi produksi. Perawatan mesin tidak hanya bertujuan untuk memperbaiki ketika terjadi kerusakan, tetapi juga untuk mencegah gangguan sebelum berdampak pada proses produksi. Oleh karena itu, terdapat beberapa pendekatan perawatan yang dapat diterapkan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi peralatan di suatu perusahaan.

Berikut adalah beberapa jenis perawatan yang umum digunakan dalam industri:

1. ***Breakdown Maintenance* (Perawatan saat terjadi kerusakan)**

Breakdown Maintenance merupakan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan pada mesin atau peralatan kerja, sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan normal atau mengalami penghentian operasional secara mendadak. Jenis perawatan ini perlu dihindari karena dapat menyebabkan kerugian akibat berhentinya produksi serta menurunnya kualitas dan kuantitas output yang dihasilkan.

2. ***Preventive Maintenance* (Preventive maintenance)**

Preventive Maintenance merupakan upaya perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan selama mesin beroperasi. *Preventive Maintenance* terdiri dari dua jenis utama:

- ***Periodic Maintenance* (Perawatan Berkala):**

Perawatan yang dilakukan secara terjadwal, seperti pembersihan mesin, inspeksi, pelumasan, serta penggantian suku cadang untuk mencegah terjadinya kerusakan mendadak. Perawatan ini dapat dilakukan dalam periode harian, mingguan, bulanan, ataupun tahunan.

- ***Predictive Maintenance* (Perawatan Prediktif):**

Perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk mengantisipasi kegagalan sebelum terjadi kerusakan total. Metode ini didasarkan pada analisis tren perilaku mesin atau peralatan kerja untuk memprediksi potensi kerusakan. *Predictive Maintenance* lebih menitikberatkan pada kondisi aktual mesin (*Condition-Based*) dibandingkan dengan pendekatan waktu tetap yang digunakan dalam *Periodic Maintenance*.

- ***Corrective Maintenance* (Perawatan Korektif)**

Corrective Maintenance merupakan perawatan yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi penyebab kerusakan pada mesin dan memperbaikinya agar dapat kembali beroperasi secara normal. Perawatan ini umumnya diterapkan pada mesin atau peralatan yang masih dapat berfungsi tetapi dalam kondisi tidak optimal.

2.1.2 Tujuan *Maintenance*

Pelaksanaan perawatan mesin dan fasilitas produksi memiliki peran yang sangat krusial dalam menjaga efektivitas dan efisiensi proses operasional suatu perusahaan. Dengan menerapkan sistem *maintenance* yang tepat, perusahaan dapat mengurangi risiko terjadinya kerusakan yang tidak terduga, meningkatkan produktivitas, serta menjamin keselamatan tenaga kerja. Selain itu, perawatan yang baik juga berkontribusi pada optimalisasi umur pakai mesin dan peralatan kerja, sehingga dapat mengurangi biaya penggantian serta meningkatkan efisiensi operasional. Adapun beberapa tujuan utama dari penerapan *maintenance* dalam industri adalah sebagai berikut:

1. Mencegah terjadinya kerusakan berat yang berpotensi menimbulkan biaya perbaikan yang lebih tinggi.
2. Menjamin keselamatan tenaga kerja dalam menggunakan mesin dan peralatan produksi.
3. Meminimalkan *downtime* mesin agar ketersediaan fasilitas produksi tetap optimal.
4. Memperpanjang masa pakai mesin atau peralatan kerja, sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi.

2.2 *Preventive Maintenance* Menggunakan MTBF dan MTTR

Pemeliharaan ini juga sejalan dengan pendapat (Novarika, Arfah and Agustian, 2023), yang menekankan pentingnya menjaga fasilitas agar selalu siap pakai sekaligus menjadi langkah pencegahan kerusakan. Dalam manajemen pemeliharaan, aspek *Reliability*, *Maintainability*, dan *Availability* diukur dengan *Mean Time Between Failure* (MTBF) serta *Mean Time To Repair* (MTTR), yang mana MTBF menunjukkan rata – rata waktu operasi mesin antar kegagalan, sedangkan MTTR menunjukkan rata – rata waktu perbaikan mesin. *Preventive maintenance* merupakan strategi pemeliharaan yang dilakukan secara terencana untuk mencegah terjadinya *breakdown* selama proses produksi berlangsung. Perawatan preventif dilaksanakan melalui kegiatan inspeksi rutin, pembersihan, pelumasan, penyetelan, dan penggantian komponen sebelum mengalami kegagalan

total, sehingga produktivitas mesin tetap optimal dan *downtime* dapat diminimalkan. Dalam penerapannya, penjadwalan *preventive maintenance* secara ilmiah dapat ditentukan berdasarkan perhitungan keandalan mesin menggunakan parameter *Mean Time Between Failures* (MTBF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR). MTBF merupakan ukuran keandalan mesin yang menunjukkan waktu rata-rata antara dua kerusakan, atau berapa lama mesin mampu beroperasi normal sebelum mengalami kegagalan berikutnya. Perhitungan MTBF diperoleh melalui rumus:

$$MTBF = \frac{\text{Total Waktu Operasi Mesin}}{\text{Jumlah Kerusakan}}$$

Jika nilai MTBF besar, maka mesin memiliki tingkat keandalan yang baik dan jarang mengalami kerusakan. Sebaliknya, MTTR adalah waktu rata-rata yang diperlukan untuk memperbaiki mesin hingga kembali beroperasi setelah mengalami kerusakan. Perhitungan MTTR dinyatakan sebagai:

$$MTTR = \frac{\text{Total Waktu Perbaikan}}{\text{Jumlah Kerusakan}}$$

Kedua nilai tersebut digunakan untuk menghitung *availability* mesin, yaitu tingkat kesiapan mesin untuk beroperasi dalam proses produksi. *Availability* ditentukan dengan persamaan:

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Semakin tinggi nilai *availability*, semakin baik efektivitas mesin dalam mendukung produktivitas. Berdasarkan nilai MTBF yang diperoleh, interval pelaksanaan *preventive maintenance* dapat ditentukan sebelum waktu MTBF tercapai, yaitu dengan mengambil kisaran 80% dari nilai MTBF sebagai batas maksimal operasi sebelum dilakukan pemeliharaan berkala.

2.3 Total Productive Maintenance

(Menurut (Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma dan Elmer L. Peterson: 1994, 17) Total *productive maintenance* merupakan suatu konsep yang awalnya dikembangkan oleh orang Jepang, dimana pendetektan siklus hidup terpadu *topdown* berorientasi sistem pemeliharaan, dengan bertujuan untuk memaksimalkan produktivitas. *Total Productive Maintenance* merupakan suatu konsep pemeliharaan yang melibatkan semua pegawai. Dimana tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mencapai efektivitas pada sistem produksi melalui kerja sama dan kegiatan pemeliharaan yang produktif. TPM wajib melibatkan semua elemen yang berada pada suatu perusahaan dan berfokus pada kegiatan yang telah mereka rencanakan.

Pada masa perkembangannya TPM berfokus pada perawatan yang mendukung proses produksi dalam perusahaan, dan JIPM mendefinisikan dalam lima elemen berikut : (Seiichi Nakajima: 1988, 10)

1. TPM berfungsi untuk memaksimalkan efektivitas pada seluruh fasilitas yang ada (OEE).
2. TPM adalah sistem yang ada pada PM (*Preventive Maintenance*) pada jangka waktu keseluruhan suatu perusahaan.
3. TPM melibatkan seluruh bagian departemen suatu perusahaan (pengoperasian, penawaran dan perancangan)
4. TPM melibatkan seluruh anggota perusahaan mulai dari karyawan lantai produksi hingga puncak manajemen perusahaan,
5. TPM sebagai landasan dalam promosi PM dalam bentuk kegiatan kelompok kecil mandiri melalui manajemen motivasi.

Kata total dapat diartikan pada *Total Productive Maintenance* mengandung tiga arti yaitu: (Seiichi Nakajima: 1988, 11)

1. *Total Effectiveness*, mengartikan bahwa TPM memiliki tujuan untuk efisiensi ekonomi dan mencapai keuntungan pada perusahaan (point 1).
2. *Total Maintenance System*, meliputi preventive maintenance, maintainability improvement dan maintenance prevention (point 2).

3. *Total Participation of All Employees*, terdiri dari *autonomous maintenance* operator pada kegiatan suatu group kecil (*small group activities* berdasarkan point 3, 4 dan 5.)

2.4 Produktivitas Mesin

Konsep produktivitas mesin merupakan suatu alat atau komponen yang mengubah energi untuk membantu proses pelaksanaan pekerjaan manusia agar lebih efektif dan efisien. Sedangkan produktivitas pada produksi adalah suatu perbandingan antara *input* dan *ouput* dalam persatuan waktu. Perusahaan industri yang sangat maju biasanya mengandalkan mesin dalam memproduksi guna pencapaian sesuai target perusahaan, oleh karena itu sangat penting bagi perusahaan untuk meningkatkan dan mempertahankan produktivitas mesin sehingga bisa optimal dalam memproduksi produk.

Keunggulan kompetitif sangat penting untuk kemajuan perusahaan karena menunjukan kinerja di setiap bagian. Hal ini adalah sebuah posisi perusahaan dimana untuk para pesaing, ada dua metode untuk membuat keunggulan kompetitif yang pertama metode penghemat biaya (*saving of cost*) dan yang kedua diferensiasi (*differentiation*). Maka dari itu untuk menjaga kinerja semua bagian perusahaan agar tetap terjaga dan berada dalam kondisi optimal, pentingnya perusahaan manufaktur memprioritaskan kinerja karyawan maupun sistem produksi agar suatu mesin dapat digunakan dalam kondisi performa yang baik. Sehingga pemeliharaan komponen dan mesin menjadi hal keutamaan oleh perusahaan guna mempertahankan produktivitas mesin. (Problems and Perspectives in Management, Volume 16, Issue 3, 2018 Agus Riyanto, 2018:465).

2.5 Overall Equipment Effectiveness

Metode *overall equipment effectiveness* (OEE) merupakan suatu kegiatan untuk dapat mengukur kinerja mesin produksi dengan penerapan total product maintenance (TPM). Kegiatan metode ini memiliki tiga kebijakan komponen utama dalam menerapkan metode OEE pada produksi mesin itu seperti waktu ketersediaan *availability*, *performance* dan *quality* mutu yang dihasilkan. Metode *overall*

equipment effectiveness ini dapat diartikan juga dengan efektivitas peralatan keseluruhan komponen, sehingga pengukuran metode OEE sangat dibutuhkan dalam penerapan program TPM di perusahaan guna menjaga peralatan pada kondisi yang optimal dan mengukur keberhasilan serta memperbaiki performance mesin. (Susetyo.A.E Jurnal Science Tech Vol. 3, No. 2, Agustus: 2017).

Perhitungan data yang diolah dan yang dihasilkan dapat dengan menggunakan persentase (%) guna mengetahui seberapa persen performa mesinnya. Berdasarkan keefektifan performa mesin dan komponen nilai ke tiga tersebut seperti nilai *availability* > 90%, *performance ratio* >95% dan *rate quality product* >99%. Hal ini nilai dengan kondisi nilai OEE tersebut bisa disebut ideal atau baik nilai variabel. Metode OEE dapat diartikan pengukuran ini bahwa kerusakan peralatan bukan satu-satunya sumber kerugian produksi atau memproduksi dibawah kemampuan dan memproduksi barang yang salah juga dapat memiliki dampak negatif yang serius. (Borris: 2006, 29).

2.5.1 Availability Ratio

Availability merupakan suatu rasio jumlah waktu proses produksi dimana rasio ini mampu menjalankan produk berkualitas dengan total waktu yang bisa berjalan. Nilai *availability* didapatkan dengan perbandingan antara operation time dan loading time. Keputusan manajemen akan diperlukan untuk menentukan apa yang diterima sebagai *downtime* dan untuk mengatur protokol apa pun, bahkan ada kemungkinan standar industri. Oleh karena itu ada beberapa faktor penting untuk menghitung *Availability* seperti *loading time* dan *operation time*, untuk *loading time* didapatkan total waktu selama memproduksi seharian atau beberapa aktivitas waktu yang dapat dipisahkan sedangkan loading time waktu yang tersedia untuk memproduksi atau per periode serta down time merupakan waktu operasi mesin mengalami berhenti karena kerusakan mendadak. (Borris: 2006, 29).

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

Keterangan:

1. *Operation time* adalah waktu peralatan selama beroperasi
2. *Loading time* adalah waktu yang tersedia untuk produksi

Nilai *availability* mempunyai ketentuan yang dipakai di perusahaan manapun, perusahaan di Indonesia sangat jarang sekali nilai tersebut sesuai pencapaiannya, nilai yang rata-rata yang didapat bersekitaran tidak lebih dari 60% maka dari itu nilai yang harus dicapai dengan persentase lebih dari >90%.

2.5.2 *Performance Efficiency Ratio*

Performance efficiency ratio atau diartikan dengan rasio efisiensi kinerja merupakan kualitas produk yang menghasilkan waktu siklus idealnya terhadap *operatio time*, artinya dimana suatu ratio yang menggambarkan sejauh mana kualitas kemampuan dari komponen yang menghasilkan produk. Untuk itu perhitungan *performance efficiency ratio* yang pertama mencari *ideal cycle time* dari mesin produksi, yang kedua yaitu dengan menghitung persentase kerja terhadap *delay time* pada suatu mesin produksi. Berikut ini rumus yang digunakan untuk mencari pengukuran *performance* pada mesin: (Hamdy M. Ishan Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah Vol. 3. No. 1: 2017).

$$Performance = \frac{\text{Jumlah Proses Produksi}}{\text{Target Produksi}} \times 100\%$$

Keterangan:

Jumlah proses produksi adalah jumlah total produk yang diproduksi oleh mesin
Target Produksi adalah jumlah target yang diinginkan

2.5.3 *Rate Of Quality*

Rate of quality merupakan suatu perbandingan rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dengan menghasilkan produk yang sesuai standar perusahaan melalui persentase. Nilai yang dihasilkan dari *rate of quality* dengan menghitung dari *processed amount*, *defect amount* dan *processed amount*. Perusahaan menargetkan *quality* dengan persentase yang cukup ideal, hal ini jadi

catatan penting karena sebuah target dianggap dari kegagalan produk dalam permasalahan selama proses produksi untuk itu pengumpulan data secara keseluruhan dianggap efektif sebagai memperbaiki kualitas produk. Berikut ini rumus yang digunakan untuk menghitung persentase *rate of quality*:

$$Quality = \frac{\text{Jumlah Proses Produksi} - \text{Jumlah Defect}}{\text{Jumlah Proses Produksi}} \times 100\%$$

Keterangan:

1. Jumlah proses produksi adalah jumlah total produk yang diproduksi oleh mesin
2. Jumlah *defect* adalah jumlah produk *defect* yang didapat dalam memproduksi
3. Jumlah proses produksi adalah jumlah total produk yang diproduksi oleh mesin

Setelah kegiatan nilai ideal ketiga variabel tersebut yang didapatkan kemudian mencari nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dimana nilai OEE adalah didapatkan dengan mengalikan nilai ratio dari *availability ratio*, *performance efficiency ratio* dan *rate of quality* hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana efektivitas pada mesin. Berikut adalah perumusan untuk menghitung nilai dari overall equipment effectiveness (OEE) $OEE = Availability Ratio (\%) \times Performance R (\%) \times Rate of Quality (\%)$.

Berdasarkan analisis nilai OEE yang didapatkan dari perhitungan ketersediaan efektivitas produksi. Menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* sebagai promotor kunci TPM melalui PM Price, kondisi ideal OEE yaitu sebagai berikut:

1. Ketersediaan (*availability ratio*) >90%
2. Efektivitas produksi (*performance ratio*) >95%
3. Tingkat kualitas produk (*rate of quality*) >99%

4. Tingkat keseluruhan efektivitas komponen dan mesin berdasarkan nilai yang ideal yaitu $OEE > 85\%$

2.6 Korelasi antara OEE (Overall Equipment Efficiency) dan Preventive Maintenance

OEE adalah metode yang digunakan untuk mengukur seberapa efektif sebuah mesin atau peralatan dalam menghasilkan produk yang berkualitas. Ini menggabungkan tiga faktor utama:

1. *Availability* (Ketersediaan): Mengukur waktu operasional mesin dibandingkan dengan waktu yang direncanakan.
2. *Performance* (Performa): Mengukur kecepatan mesin dalam memproduksi barang dibandingkan dengan kecepatan ideal.
3. *Quality* (Kualitas): Mengukur persentase produk yang dihasilkan tanpa *defect* dibandingkan dengan total produk yang diproduksi.

OEE berfungsi untuk mengidentifikasi pemborosan dalam proses produksi. Salah satu penyebab utama pemborosan dalam produksi adalah *breakdown* yang tidak terencana. Di sinilah *Preventive Maintenance* memainkan peran penting. *Preventive Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal untuk mencegah kerusakan yang tidak diinginkan dan untuk memastikan peralatan beroperasi dengan optimal. Dengan melaksanakan *preventive maintenance* secara efektif, ketersediaan mesin (*Availability*) dapat ditingkatkan, mengurangi *downtime*, dan dengan demikian meningkatkan nilai OEE.

Korelasi:

- Peningkatan *Availability*: Dengan melakukan *preventive maintenance* yang tepat waktu, kerusakan mendadak dapat dihindari, yang meningkatkan ketersediaan mesin untuk beroperasi.
- Peningkatan *Performance*: Mesin yang terpelihara dengan baik beroperasi pada kecepatan ideal, mengurangi pemborosan akibat kecepatan rendah.
- Peningkatan *Quality*: *Preventive maintenance* membantu memastikan mesin beroperasi dengan baik, yang mengurangi *defect* produk dan meningkatkan kualitas hasil produksi.

Jadi, *Preventive maintenance* yang terencana dan dilaksanakan dengan baik akan meningkatkan OEE dengan meminimalkan *downtime*, meningkatkan performa mesin, dan memastikan produk berkualitas tinggi.

2.6.1 Langkah – Langkah dalam *Preventive Maintenance*

1. Identifikasi Peralatan yang Memerlukan *Preventive maintenance*:
 - Tentukan mesin atau peralatan yang paling krusial dalam lini produksi dan yang sering mengalami kerusakan.
 - Peralatan yang sering *downtime* harus diprioritaskan dalam jadwal *Preventive maintenance*.
2. Penjadwalan Pemeliharaan:
 - Tentukan frekuensi pemeliharaan berdasarkan jenis dan kondisi mesin. Misalnya, pemeliharaan harian, mingguan, bulanan, atau tahunan.
 - Sesuaikan jadwal dengan waktu operasi peralatan dan jadwal produksi untuk menghindari gangguan.
3. Penyusunan Rencana Pemeliharaan:
 - Rencanakan langkah-langkah spesifik yang harus dilakukan untuk setiap peralatan, termasuk pemeriksaan rutin, pelumasan, pembersihan, penggantian suku cadang, dan kalibrasi.
 - Siapkan prosedur yang jelas untuk setiap kegiatan pemeliharaan.
4. Pelaksanaan *Preventive Maintenance*:
 - Tim pemeliharaan harus mengikuti rencana pemeliharaan yang telah dibuat.
 - Gunakan checklist untuk memastikan bahwa semua langkah dilakukan dan tidak ada yang terlewatkan.
 - Selama pelaksanaan, pastikan untuk memeriksa bagian-bagian kritis yang sering mengalami keausan.
5. Penggantian Suku Cadang dan Material:
 - Tentukan suku cadang yang perlu diganti secara terjadwal (misalnya filter, minyak pelumas, bantalan, dll.).
 - Pastikan ketersediaan suku cadang agar pemeliharaan dapat dilakukan tepat waktu.

6. Pencatatan dan Dokumentasi:

- Catat setiap aktivitas pemeliharaan yang dilakukan, termasuk tanggal, jenis pekerjaan, suku cadang yang diganti, dan kondisi peralatan.
- Data ini membantu dalam analisis peralatan dan menentukan pola kerusakan atau kegagalan.

7. Evaluasi dan Analisis:

- Setelah pemeliharaan dilakukan, lakukan evaluasi untuk mengetahui apakah pemeliharaan berhasil meningkatkan kinerja mesin.
- Analisis data OEE untuk melihat dampak pemeliharaan terhadap ketersediaan, performa, dan kualitas mesin.

8. Peningkatan Berkelanjutan:

- Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis, lakukan perbaikan pada rencana pemeliharaan jika diperlukan.
- Perbarui prosedur dan frekuensi pemeliharaan agar lebih efektif dan efisien.

2.7 Diagram Pareto

Akar masalah dianalisis menggunakan diagram pareto. Diagram pareto menurut [Heizer, Jay dan Barry Render 2006] adalah sebuah metode untuk mengelola kesalahan, masalah, atau *defect* untuk membantu memusatkan perhatian pada usaha penyelesaian masalah. Diagram ini berdasarkan pekerjaan Vilfredo Pareto, seorang pakar ekonomi di abad ke-19. Joseph M. Juran mempopulerkan pekerjaan pareto dengan menyatakan bahwa 80% permasalahan perusahaan merupakan hasil dari penyebab yang hanya 20%. Fungsi diagram pareto sebagai berikut :

- Membantu untuk memusatkan perhatian pada persoalan utama yang harus ditangani dalam upaya perbaikan.
- Menunjukkan hasil upaya perbaikan.

Diagram Pareto adalah alat statistik yang mengidentifikasi penyebab utama masalah berdasarkan prinsip Pareto (80/20), di mana sebagian besar masalah (80%) disebabkan oleh sedikit penyebab (20%). Dalam konteks ini, masalah utama adalah

rendahnya nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) mesin tenun Toyoda GH-08 di PC GKBI, yang mencapai hanya 45% akibat rendahnya *availability* (72%), *performance* (65%), dan *quality rate* (92%).

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dilakukan sebagai upaya peneliti untuk memperoleh perbandingan, inspirasi, dan arah baru dalam pengembangan penelitian selanjutnya. Selain itu, penelitian terdahulu membantu peneliti dalam memposisikan penelitian yang dilakukan serta menunjukkan keasliannya. Untuk mendukung penelitian ini, peneliti mencantumkan berbagai hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan tema yang dikaji, baik yang telah dipublikasikan maupun yang belum dipublikasikan, kemudian merangkum hasil-hasil tersebut. Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan tema yang sedang penulis.

Table 2. 1 Penelitian terdahulu

No	Penulis	Judul Penelitian	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
1	Zamri, Ganda Sirait (2022)	Analisis Penerapan <i>Preventive Maintenance</i> Mesin <i>Printing</i> Di Pt. Abc	Metode <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	Efektivitas mesin printing di PT. ABC belum mencapai standar 85% OEE. <i>Availability Rate</i> tinggi (92%-98%), namun <i>Performance Rate</i> bervariasi (30%-90%) akibat <i>idle time</i> dan kehilangan kecepatan. <i>Quality Rate</i> stabil (98%-99%) dengan <i>defect</i> rendah. Penyebab utama inefisiensi adalah <i>Idle and Minor Stoppage Losses</i> (37,18%), <i>Reduced Speed Losses</i> (3,28%), dan <i>Equipment Failure Losses</i> (4,99%). Diagram Pareto menunjukkan 80% masalah berasal dari tiga faktor ini. PT. ABC disarankan meningkatkan <i>preventive maintenance</i> untuk mengurangi <i>idle time</i> dan meningkatkan kecepatan operasi.
2	Yayan Heru Haerudin, Wisnu Dwi Wibowo (2024)	Analisis <i>Preventive Maintenance</i> Mesin Compressor Dengan	Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	Analisis OEE menunjukkan fluktuasi efektivitas operasional mesin. <i>Availability Ratio</i> berkisar 85% - 95%, menandakan <i>downtime</i> akibat kegagalan teknis.

No	Penulis	Judul Penelitian	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
		Mean Time Between Failure Dan Mean Time To Repair Di Pt Suzuki Indomobil Motor		<i>Performance Efficiency</i> bervariasi antara 50% - 90%, dengan penurunan akibat <i>idle time</i>. <i>Rate of Quality</i> mencapai 98% - 99%, menunjukkan standar kualitas tinggi. <i>Analisis Fault Tree Analysis</i> (FTA) mengidentifikasi tiga penyebab utama inefisiensi: kerusakan komponen yang tidak terdeteksi, kurangnya pemeliharaan <i>preventif</i>, dan <i>downtime</i> tinggi. Diagram Pareto menunjukkan bahwa lebih dari 80% masalah disebabkan oleh faktor ini. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan <i>preventive maintenance</i> untuk mengurangi <i>downtime</i> dan meningkatkan keandalan mesin.
3	Bagus Wicaksono, Mochammad Hatta, Nurmawati, Ida Kusnawati (2024)	Penataan Penjadwalan Preventive Maintenance Semua Mesin Milling Wheat	Metode <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	Analisis menunjukkan OEE mesin <i>milling wheat</i> 70% - 85%, di bawah standar industri, akibat <i>downtime</i> tinggi dan efisiensi rendah.

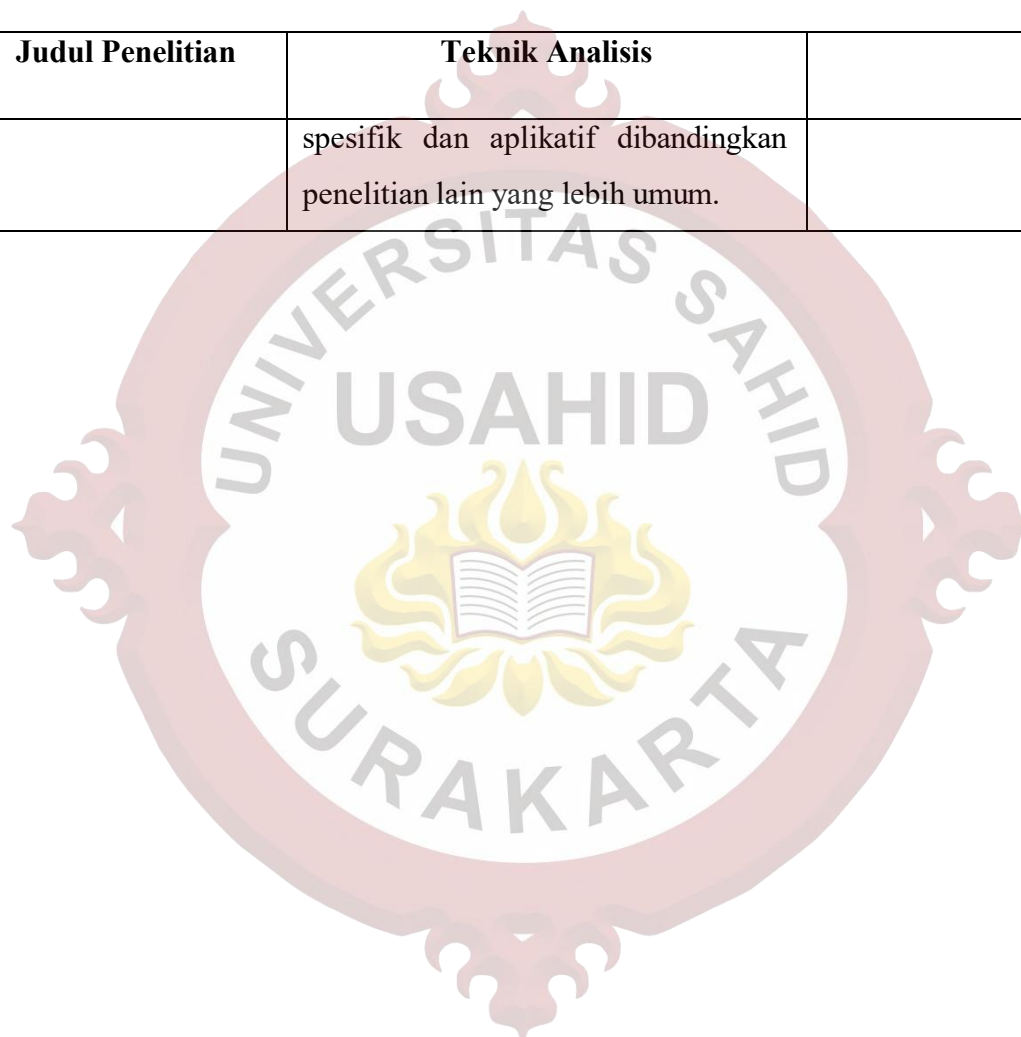
No	Penulis	Judul Penelitian	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
		Menggunakan Metode TPM (<i>Total Productive Maintenance</i>)		• <i>Availability Ratio</i>: 80% - 90%, terdampak kegagalan komponen dan perawatan tidak terjadwal. • <i>Performance Efficiency</i>: 50% - 85%, menurun karena idle time dan kecepatan produksi rendah. • <i>Quality Rate</i>: 97% - 99%, menunjukkan kualitas produk tinggi. <i>Idle & Minor Stoppage Losses</i> (35%), <i>Reduced Speed Losses</i> (25%), dan <i>Equipment Failure Losses</i> (20%) adalah penyebab utama inefisiensi. <i>Preventive maintenance</i> berbasis TPM direkomendasikan untuk mengurangi <i>downtime</i> dan meningkatkan OEE.
4	Fredy Sumasto, Rafi Ramadhani, B. Handoko,	Implementasi Penjadwalan Preventive	Metode <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	Penelitian menunjukkan bahwa efektivitas mesin CNC Milling VL-10i awalnya rendah dengan nilai <i>OEE</i> 74,32%, terutama akibat <i>reduced speed losses</i> . Setelah

No	Penulis	Judul Penelitian	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
	Indra ,Rizki Pratama (2023)	<i>Maintenance</i> Untuk Meningkatkan Nilai Efektivitas Mesin Pada Mesin Cnc Milling VI-10i		diterapkan <i>preventive maintenance</i> melalui <i>check sheet</i> terjadwal, performa mesin membaik. Waktu setup dan breakdown menurun, sehingga nilai OEE meningkat menjadi 90,23%. Dengan demikian, <i>preventive maintenance</i> terbukti efektif meningkatkan efisiensi mesin.
5	Alfath Hidayatulloh,Grenny Sudarmawan, Marwah Masruroh, Maryono, Fuad Zainuri (2024	Analisis Pengaruh <i>Preventive Maintenance</i> pada Mesin Produksi Dengan Produktivitas Produksi dan Penjdawalan Mesin <i>Injecton JSW 220AD</i> Menggunakan Metode <i>Reliability Centered</i>	Metode FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) mampu meningkatkan keandalan dan efektivitas mesin. Melalui analisis FMEA, komponen paling kritis berhasil diidentifikasi dari nilai RPN tertinggi. Perhitungan TTF dan TTR serta penentuan MTTF–MTTR menghasilkan interval perawatan yang lebih tepat. Setelah strategi RCM diterapkan, <i>availability</i> dan OEE mesin meningkat, sehingga waktu kerusakan berkurang dan proses produksi menjadi lebih optimal.

No	Penulis	Judul Penelitian	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
		<i>Maintenance</i> Di PT XYZ		
6	Luki Dwi Prasetyo	<i>Preventive Maintenance</i> pada mesin Toyota GH - 08 menggunakan metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) untuk Mengurangi <i>defect</i> pada kain <i>Cotton</i> di PC GKBI	Penelitian ini menggunakan metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) untuk menganalisis efektivitas mesin Toyota GH-08 dalam mengurangi <i>defect</i> pada kain cotton di PC GKBI. OEE dihitung berdasarkan tiga komponen utama: <i>Availability</i> , <i>Performance</i> , dan <i>Quality Rate</i> . Data yang dikumpulkan dari waktu operasi mesin, <i>downtime</i> , dan kualitas produk digunakan untuk menghitung nilai OEE. Analisis ini membantu mengidentifikasi penyebab rendahnya OEE dan menentukan langkah-langkah <i>preventive maintenance</i> yang	

No	Penulis	Judul Penelitian	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
			diperlukan untuk meningkatkan kinerja mesin dan kualitas produk. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian lain terletak pada pendekatannya yang lebih komprehensif dengan mengintegrasikan ketiga komponen OEE secara menyeluruh, serta fokus pada pengurangan <i>defect</i> produk, bukan hanya peningkatan efisiensi mesin. Selain itu, penelitian ini menggunakan data OEE sebagai dasar untuk merancang preventive maintenance yang lebih terarah, dan studi kasusnya berfokus pada mesin Toyota GH-08 dalam industri tekstil, memberikan konteks yang lebih	

No	Penulis	Judul Penelitian	Teknik Analisis	Hasil Penelitian
			spesifik dan aplikatif dibandingkan penelitian lain yang lebih umum.	



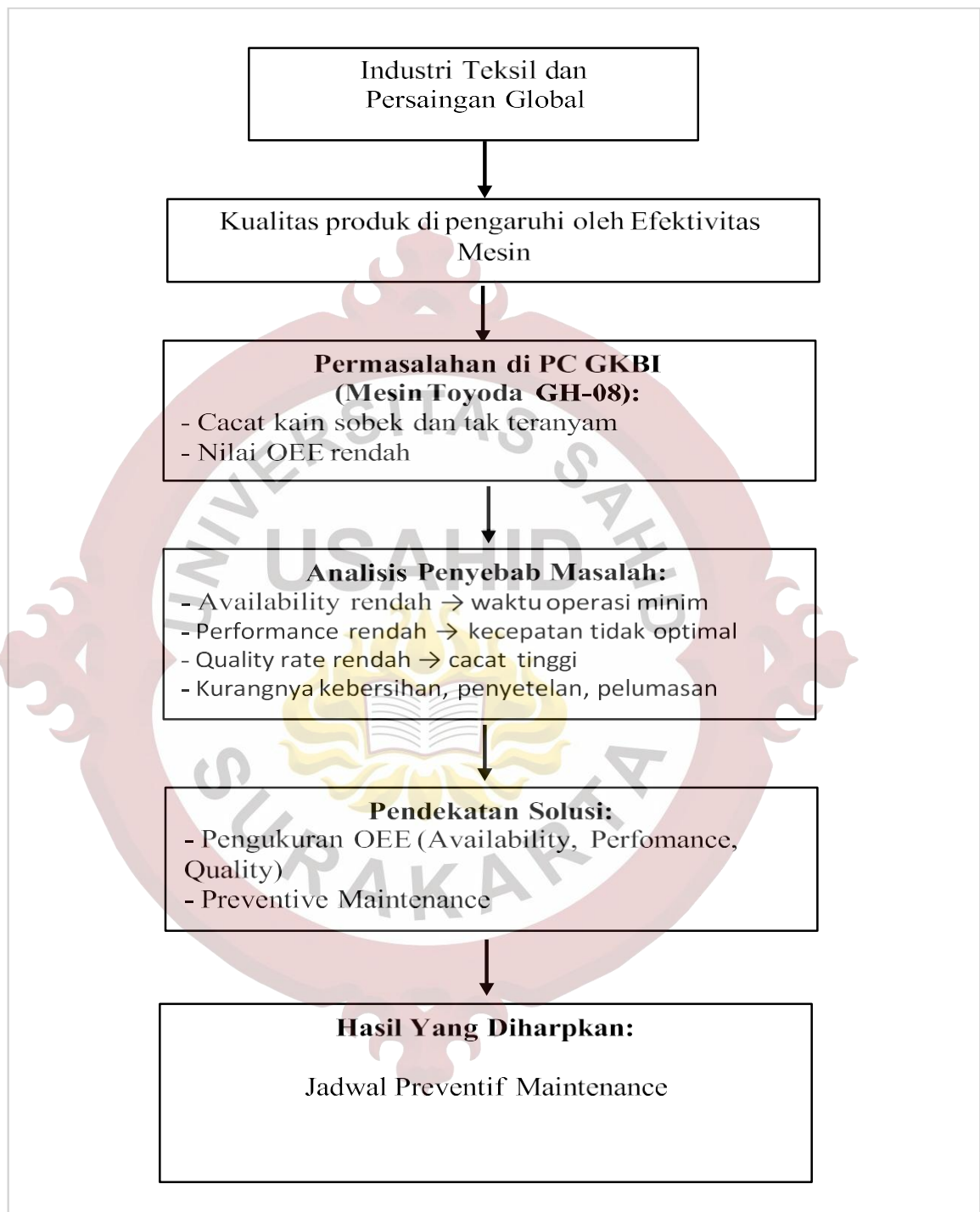
Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian mengenai efektivitas mesin dan preventive maintenance dilakukan menggunakan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE), Total Productive Maintenance (TPM), Reliability Centered Maintenance (RCM), maupun Fault Tree Analysis (FTA). Penelitian-penelitian tersebut umumnya berfokus pada pengukuran efektivitas mesin, identifikasi faktor penyebab kehilangan produksi, serta penyusunan program perawatan untuk meningkatkan keandalan mesin.

Namun demikian, masih terdapat perbedaan pada penelitian ini. Penelitian sebelumnya umumnya hanya berfokus pada analisis efektivitas mesin atau penyusunan preventive maintenance tanpa mengintegrasikan hasil pengukuran OEE, analisis Six Big Losses, analisis Pareto, analisis akar penyebab menggunakan metode 5 Whys, serta penentuan interval preventive maintenance berdasarkan nilai Mean Time Between Failure (MTBF) dan Mean Time To Repair (MTTR) dalam satu kerangka analisis yang terintegrasi.

Selain itu, penelitian ini dilakukan pada mesin Toyoda GH-08 di industri tekstil dengan fokus tidak hanya pada peningkatan efektivitas mesin, tetapi juga pada identifikasi *defect* dominan yang memengaruhi kualitas produk. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan usulan preventive maintenance yang lebih terarah berdasarkan kondisi aktual mesin, pola kerusakan, dan faktor penyebab quality loss yang terjadi selama proses produksi. Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya karena mengintegrasikan pengukuran Overall Equipment Effectiveness (OEE), analisis Six Big Losses, analisis Pareto, analisis akar penyebab menggunakan metode 5 Whys, serta penentuan interval preventive maintenance berdasarkan MTBF dan MTTR dalam satu kerangka analisis. Selain berfokus pada efektivitas mesin, penelitian ini juga menganalisis *defect* dominan yang memengaruhi kualitas produk pada mesin Toyoda GH-08 di industri tekstil sehingga usulan preventive maintenance yang dihasilkan lebih spesifik terhadap kondisi aktual mesin dan proses produksi yang diteliti.

2.9 Kerangka Berpikir

Dalam menghadapi persaingan global, industri tekstil dituntut untuk menjaga kualitas produk, yang sangat dipengaruhi oleh efektivitas mesin produksi. Di PC GKBI, khususnya pada mesin tenun Toyoda GH-08, ditemukan permasalahan berupa *defect* kain seperti sobek dan tidak teranyam. Masalah ini disebabkan oleh rendahnya nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), yang terdiri dari tiga faktor utama: *availability* yang rendah akibat waktu operasi mesin yang tidak optimal, *performance* yang tidak maksimal karena mesin berjalan di bawah kapasitas, serta *quality rate* yang menurun karena tingginya *defect* produk, disebabkan oleh kurangnya perawatan, kebersihan, dan penyetelan mesin. Untuk mengatasi hal ini, solusi yang diterapkan adalah pengukuran OEE secara menyeluruh untuk mengidentifikasi titik lemah mesin serta penerapan *preventive maintenance* guna menjaga performa mesin secara konsisten. Hasil yang diharapkan dari pendekatan ini adalah peningkatan efektivitas mesin, penurunan jumlah produk *defect*, dan tercapainya kualitas produk yang sesuai dengan standar pasar global.



Gambar 2. 1 Kerangka berpikir

Untuk mengevaluasi dampak penerapan preventive maintenance terhadap peningkatan OEE, dilakukan pengukuran OEE sebelum dan sesudah penerapan jadwal preventive maintenance melalui pendekatan simulasi periode tertentu