

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 *Gas Turbine Generator*

Alat yang menggunakan gas sebagai fluida untuk memutar turbin melalui pembakaran internal, di dalam turbin fluida bekerja didalam turbin mengalami proses ekspansi, yaitu proses penurunan tekanan dan mengalir secara *continuu*, kemudian menghasilkan listrik. Turbin gas menggunakan udara bertekanan untuk mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik, yang kemudian memutar roda turbin, dan menghasilkan daya. Tiga komponen terdiri dari sistem turbin gas yang paling sederhana: turbin gas, kompresor ruang bakar, dan turbin.

Kompresor menerima udara melalui saluran masuk udara dan menghisap menaikkan tekanan udara, sehingga temperature naik, udara masuk di ruang pembakaran dan bahan bakar dicampur untuk melakukan proses pembakaran. Aliran pembakaran dialirkan ke turbin gas melalui suatu *nozel*. Turbin gas menghasilkan daya yang digunakan untuk memutar kompresornya (Sayuti & Maulinda, 2019).

2.1.2 *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Persatuan Ilmuwan dan Insinyur Jepang membuat strategi pemeliharaan pada awal 1970-an. Metode yang disebut *Total Productive Maintenance (TPM)* bertujuan untuk mencapai kinerja terbaik dalam produksi dengan mempertimbangkan setiap fase produksi. Untuk mengevaluasi efisiensi, metrik *overall equipment effectiveness (OEE)* dibuat untuk mengidentifikasi penyebab

kerugian dan enam kerugian utama, yang dibagi menjadi tiga komponen utama, yaitu *availability, performance and quality* (Sathler et al., 2023).

OEE diusulkan sebagai salah satu cara untuk mengukur kerugian akibat gangguan produksi dengan mengambil *Six Big Loss* yang menyebabkan kegagalan operasi mesin atau peralatan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk menerapkan elemen OEE untuk evaluasi kinerja peralatan (Zulfatri et al., 2020). Metode ini juga digunakan secara menyeluruh oleh banyak perusahaan di seluruh dunia untuk mengukur kinerja dari satu sistem produktif. Tujuan utama dari metode ini adalah untuk mengidentifikasi secara jelas sumber masalah dan faktor penyebabnya, sehingga upaya perbaikan dapat difokuskan (Nurqomaruddin et al., 2022).

2.1.2.1 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

OEE terdiri atas tiga faktor yaitu *availability rate, performance rate, dan quality rate* (Rahman & Perdana, 2019).

$$OEE = Availability \% \times Performance\ rate\ \% \times Quality\ rate\ \%$$

..... **Rumus 2. 1 *Overall Equipment Effectiveness***

1. *Availability rate*

Availability rate adalah persentase ketersediaan mesin dan peralatan dalam kegiatan operasi produksi. Dihitung sebagai perbandingan waktu operasional dengan dikurangi waktu penundaan atas waktu loading. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *availability* adalah:

$$Availability = \frac{Operating\ time}{Loading\ time} \times 100\% \dots\dots\dots \textbf{Rumus 2. 2 *Availability rate*}$$

Dimana:

$$\text{Operation time} = \text{loading time} - \text{downtime}$$

$$\text{Loading time} = \text{running time} - \text{planned downtime}$$

2. *Performance rate*

Performance rate mengacu pada perbedaan antara kecepatan operasi ideal (didasarkan pada desain peralatan) dan kecepatan operasi sebenarnya (didasarkan pada desain peralatan). Rasio kinerja peralatan menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan barang. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung *Performance rate*:

$$\text{Performance rate} = \frac{\text{Quantity product} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

..... **Rumus 2. 3** *Performance rate*

Ideal cycle time didapatkan pada lama waktu mesin menghasilkan produk.

Berikut perhitungan *ideal cycle time*:

$$\text{ideal cycle time} = \frac{\text{Waktu menghasilkan produk}}{\text{Banyak produk yang dihasilkan}}$$

..... **Rumus 2. 4** *Ideal cycle time*

3. *Quality rate*

Quality rate yang menggambarkan kemampuan peralatan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan disebut kualitas rasio. Jumlah unit produk baik yang berhasil diproduksi dibandingkan dengan total jumlah unit produk yang dihasilkan juga dikenal sebagai kualitas OEE. Berikut rumus ntuk menghitung *Quality rate*:

$$Quality\ rate = \frac{Jumlah\ produksi - jumlah\ defect}{Jumlah\ produksi} \times 100\%$$

..... **Rumus 2. 5 Quality rate**

Definisi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang ideal dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Ideal Perhitungan OEE

Deskripsi	Nilai
<i>Availability</i>	≥90%
<i>performance</i>	≥95%
<i>quality</i>	≥99%
OEE	≥84,66%

Sumber: (Rahman & Perdana, 2019)

JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) menyarankan nilai standar standar kelas dunia sebagai berikut: (Sayuti & Maulinda, 2019)

- 1) Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna, artinya hanya memproduksi produk tanpa cacat, dengan kecepatan tinggi, dan tanpa *downtime*.
- 2) Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini cocok untuk tujuan jangka panjang.
- 3) Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tetapi menunjukkan ruang untuk peningkatan;
- 4) Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tetapi biasanya dapat ditingkatkan dengan pengukuran langsung.

2.1.2.2 *Six Big Loss*

Six Big Losses adalah komponen penting dalam menilai masalah dalam proses produksi yang harus dihindari karena dapat mengurangi tingkat efektivitas mesin

tindakan dengan metode OEE. *Six Big Losses* tidak hanya berfokus pada mencegah kerusakan fasilitas, mesin, atau peralatan, tetapi juga meminimalkan *downtime* mesin atau peralatan saat perusahaan mencatat OEE. Perusahaan memerlukan catatan OEE dan pendataan penundaan karena dapat membantu mengidentifikasi jenis kerusakan pada peralatan. Pendataan penundaan dilakukan dengan mengamati dan mengelompokkan kerusakan berdasarkan jenisnya, dan kemudian dibuat dalam bentuk grafik agar lebih mudah dibaca (Musyafa'ah & Sofiana, 2022).

1. *Downtime Losses*

Downtime dinyatakan sebagai periode waktu di mana proses produksi tidak berjalan seperti biasanya akibat gangguan mesin. *Downtime* terbagi menjadi dua jenis kerugian, yakni:

a. *Equipment failure losses (breakdown losses)*

Kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba pada mesin atau alat, yang menyebabkan mesin tidak beroperasi dan tidak menghasilkan produk atau output.

$$\text{Equipment failure} = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

..... **Rumus 2. 6** *Equipment failure losses*

b. *Set Up and Adjustment Losses*

Set Up and Adjustment Losses merujuk pada kerusakan yang terjadi saat melaksanakan proses pemasangan dan penyesuaian peralatan atau mesin. Seluruh durasi *set up*, termasuk waktu untuk penyesuaian dan perubahan, serta waktu yang diperlukan untuk mengubah jenis produk dari satu jenis ke jenis lainnya, termasuk dalam kategori kegiatan ini.

$$\text{Set up and adjustment losses} = \frac{\text{Set up \& Adjustment}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

..... **Rumus 2. 7** *Set up and adjustment losses*

2. *Speed Losses*

Speed Losses terjadi ketika proses produksi terganggu, menyebabkan tidak tercapainya tingkat produksi yang diharapkan. Kehilangan kecepatan ini dapat dikelompokkan menjadi dua kategori:

a. *Idling and Minor Stoppage Losses*

Kondisi di mana mesin berhenti berulang kali selama proses produksi karena menunggu material yang belum selesai di proses.

$$\text{Idling and minor stoppages losses} = \frac{\text{Nonproductive time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

..... **Rumus 2. 8** *Idling and minor stoppage losses*

Nilai waktu *nonproductive time* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Nonproductive time} = \text{Operation time} - \text{Actual production time}$$

..... **Rumus 2. 9** *Nonproductive time*

Sedangkan nilai waktu *actual production time* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Actual production time} = \text{Operation time} - \text{Downtime}$$

..... **Rumus 2. 10** *Actual production time*

b. *Reduced Speed Losses*

Ketika waktu siklus produksi menurun dari waktu siklus normal dalam kegiatan produksi.

$$\text{Reduce speed losses} = \frac{(\text{Actual production time} - \text{ideal production time})}{\text{Loading time}} \times$$

100%.....**Rumus 2. 11** *Reduce speed losses*

3. *Quality Losses*

Saat proses produksi menghasilkan produk yang tidak memenuhi kriteria yang telah ditetapkan, dikenal sebagai *Quality Losses*. Kehilangan kualitas ini dibagi menjadi dua kategori:

a. *Rework Losses*

Pengerjaan ulang terjadi karena peralatan atau hasil produk yang rusak.

$$\text{Rework losses} = \frac{(\text{ideal cycletime} \times \text{rework})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

..... **Rumus 2. 12** *Rework losses*

b. *Reduce Yield*

Kerugian yang terjadi dari awal produksi hingga mencapai kondisi stabil dikenal sebagai *reduce yield*. Kerugian ini timbul karena perbedaan kualitas antara waktu mesin pertama kali dihidupkan dan saat mesin telah mencapai kestabilan operasional. Berikut adalah rumus *reduce yield*.

$$\text{Reduce yield} = \frac{\text{ideal cycletime} \times \text{scrap}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

..... **Rumus 2. 13** *Reduce yield*

2.1.3 *Total Productive Maintenance (TPM)*

TPM adalah proses perawatan yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi kerugian dengan membuat proses dapat diandalkan.

Tujuan TPM adalah menjaga mesin dalam kondisi baik tanpa mengganggu proses sehari-hari. Tujuan ini dapat dicapai dengan melakukan pemeliharaan preventif dan prediktif. TPM terdiri dari tiga kata pembentuk, di antaranya:

1. *Total*

TPM melibatkan setiap divisi karyawan perusahaan dari tingkat atas hingga bawah.

2. *Productive*

Fokus produksi utama yang dilakukan adalah untuk melakukan pemeliharaan tanpa mengganggu proses produksi dan mengurangi masalah produksi saat proses pemeliharaan.

3. *Maintenance*

Proses pemeliharaan peralatan yang dilakukan secara mandiri oleh operator produksi untuk menjaga kondisi peralatan tetap dalam kondisi baik dan terpelihara dengan membersihkan, melumasi, dan memperhatikannya. Proses pemeliharaan ini mencakup menjaga peralatan dalam kondisi baik dan terpelihara dengan melakukan pembersihan, pelumasan, dan proses lainnya.

Oleh karena itu, TPM dapat digambarkan sebagai kolaborasi yang kuat antara perawatan dan organisasi produksi dengan tujuan meningkatkan kualitas produksi, mengurangi sampah, mengurangi biaya produksi, meningkatkan kemampuan peralatan, dan pengembangan sistem perawatan yang lebih besar secara keseluruhan di perusahaan manufaktur (Gianfranco et al., 2022).

2.1.4 Perawatan (*Maintenance*)

2.1.4.1 Pengertian Perawatan (*Maintenance*)

Pemeliharaan adalah gabungan dari berbagai tindakan yang bertujuan untuk menjaga dan memperbaiki kondisi suatu barang hingga mencapai tingkat yang diinginkan. Pemeliharaan mencakup aktivitas untuk merawat dan menjaga fasilitas pabrik serta melakukan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan. Tujuan utamanya adalah menciptakan kondisi operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan sebelumnya. (Ngatilah, 2022). Kegiatan pemeliharaan dan perawatan diperlukan untuk memastikan bahwa mesin dan peralatan dapat digunakan secara terus menerus, yang mencakup (Afiva et al., 2019):

1. Pemeriksaan
2. Pengaplikasian pelumas (lubrikasi)
3. Penyesuaian
4. Pengawasan
5. Proses pembersihan

2.1.4.2 Tujuan Perawatan (*Maintenance*)

Untuk menjamin penggunaan mesin atau peralatan sesuai rencana dan mencegah kerusakan selama periode yang telah direncanakan, perawatan bertujuan memastikan bahwa mesin atau peralatan tetap dalam kondisi optimal agar dapat digunakan dalam proses produksi sesuai dengan perencanaan. Tujuan utama perawatan mencakup (Xiang & Feng, 2021):

1. Kapasitas produksi yang memadai untuk memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang sesuai dengan spesifikasi pelanggan.
3. Efektivitas dan efisiensi biaya maintenance secara keseluruhan menjadi target.
4. Menjamin keselamatan pengguna fasilitas tersebut.
5. Maksimalkan ketersediaan seluruh peralatan sistem produksi dengan mengurangi waktu tidak aktif (downtime).
6. Prolongasi umur/masa pakai dari mesin/peralatan sebagai tujuan.
7. Upaya mencapai biaya pemeliharaan seefisien mungkin dengan melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara optimal dan efisien.

2.1.4.3 Jenis Perawatan (*Maintenance*)

1. *Planned Maintenance* (Pemeliharaan Terencana)

Pemeliharaan terencana adalah pemeliharaan yang terorganisir yang melibatkan pengendalian, pencatatan, dan pemeliharaan untuk masa depan. Oleh karena itu, program perawatan harus dinamis dan membutuhkan pengawasan dan pengendalian aktif dari bagian perawatan melalui data dari catatan riwayat mesin dan peralatan. Konsep perawatan rencana dibuat untuk membantu manajer mengatasi kesulitan saat menjalankan perawatan. Informasi membantu komunikasi dan memberikan data yang lengkap untuk pengambilan keputusan. Berikut kegiatan pemeliharaan terencana terbagi menjadi 3 (Weidner, 2023):

- a. *Preventive Maintenance* (Pemeliharaan Pencegahan)

Preventive maintenance adalah pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan kerusakan saat fasilitas produksi digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian, semua fasilitas produksi yang diberikan *preventive maintenance* akan berjalan lancar dan selalu dijaga dalam kondisi atau keadaan yang siap. Pemeliharaan pencegahan yang dilakukan oleh perusahaan dibagi menjadi dua kategori, yakni:

1) Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala merujuk pada kegiatan pemeliharaan yang dijalankan secara terjadwal, contohnya harian, yang melibatkan tindakan seperti pembersihan mesin, pelumasan, pengecekan tingkat oli, dan sejenisnya.

2) Pemeliharaan Periodik

Pemeliharaan periodik adalah bentuk perawatan yang dilakukan secara teratur dalam interval waktu tertentu, misalnya setiap bulan, tiga bulan, atau enam bulan.

b. *Corrective Maintenance* (Pemeliharaan Perbaikan)

Pemeliharaan perbaikan adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian mesin yang telah dihentikan karena kondisinya tidak lagi memenuhi standar. Pemeliharaan korektif sendiri terbagi menjadi beberapa kegiatan, seperti:

- 1) Reparasi minor, yaitu kegiatan pemeliharaan yang mencakup perbaikan kecil pada mesin atau peralatan terkait yang tidak terlihat selama pemeriksaan, terutama untuk rencana jangka pendek yang mungkin muncul di antara pemeriksaan.
- 2) *Overhaul*, yaitu pemeliharaan yang melibatkan penggantian semua komponen mesin sekaligus atau secara keseluruhan. Ini juga dapat disebut sebagai *overhaul* terencana, seperti perluasan kapasitas produksi atau *overhaul* tahunan atau dua tahunan.

c. *Predictive Maintenance* (Pemeliharaan Prediktif)

Predictive maintenance adalah tindakan *maintenance* yang dilakukan berdasarkan prediksi hasil analisis dan evaluasi dan dilakukan pada tanggal yang ditetapkan. Data seperti getaran, temperatur, vibrasi, dan kecepatan aliran dapat digunakan untuk perencanaan perawatan prediksi. Operator lapangan dapat mengajukan data ini ke departemen perawatan untuk melakukan tindakan yang tepat untuk menghindari kerugian perusahaan.

2. *Unplanned Maintenance* (Pemeliharaan Tidak Terencana)

Pemeliharaan tidak terencana adalah pemeliharaan darurat yang dilakukan karena kerusakan atau kerusakan yang menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi sebagaimana mestinya.

3. *Autonomous Maintenance* (Pemeliharaan Mandiri)

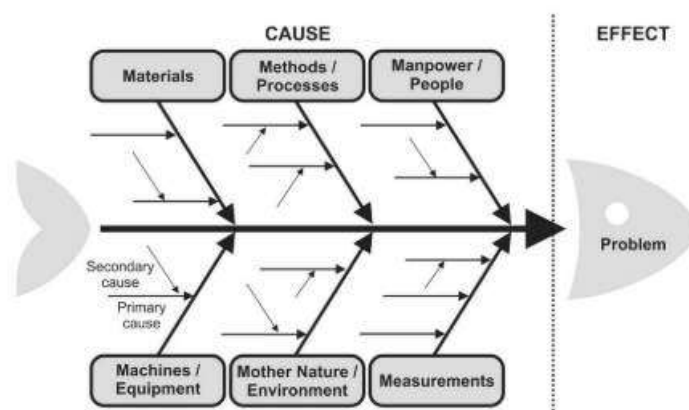
Pemeliharaan mandiri adalah suatu kegiatan yang dilakukan oleh operator untuk memelihara mesin dan peralatan mereka sehingga lebih produktif dan efisien. Prinsip-prinsip yang terkandung dalam 5S atau 5R merupakan dasar untuk kegiatan perawatan otonom, yang meliputi:

- a. Seiri (Ringkas): Menyingkirkan benda-benda yang tidak diperlukan.
- b. Seiton (Rapih): Menempatkan benda-benda yang diperlukan dengan rapi.
- c. Seiso (Resik): Membersihkan peralatan dan tempat kerja
- d. Seiketsu (Rawat): Membuat standar kebersihan, pelumasan dan inspeksi
- e. Shitsuke (Rajin): Meningkatkan skill dan moral

2.1.5 Fishbone Diagram

Diagram sebab akibat, juga dikenal sebagai diagram *fishbone*, terdiri dari garis dan simbol yang diubah untuk menunjukkan hubungan penting antara akibat dan penyebabnya. Diagram ini, yang diciptakan oleh Dr. Kouru Ishikawa pada tahun 1943, kadang-kadang disebut sebagai diagram Ishikawa. Apabila ada pertemuan atau diskusi yang membutuhkan brainstorming untuk mengetahui mengapa suatu masalah terjadi, diagram sebab akibat dapat digunakan. Ini karena, untuk melakukan ini, diperlukan analisis masalah yang lebih mendalam, dan terkadang sulit untuk membedakan antara penyebab dan akibat (Fajrah & Noviard, 2018). Memungkinkan analisis yang lebih mendalam untuk mengidentifikasi sumber masalah. Diagram *fishbone* lebih baik dibuat dengan tahapan *brainstorming* atau forum diskusi. Salah satu tujuan diagram *fishbone* adalah untuk menemukan

solusi untuk masalah perusahaan. Manfaat lain dari penggunaan diagram *fishbone* adalah bahwa itu mendorong seluruh bagian organisasi untuk secara bersamaan menyelesaikan masalah dan menemukan sumbernya secara terstruktur (Sirait, 2020). *Fishbone* diagram dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Fishbone Diagram

Sumber: (Fajrah & Noviardi, 2018)

2.1.6 Metode MTBF dan MTTR

Mean Time to Failure (MTTF) merupakan rata-rata waktu sampai terjadinya kegagalan pertama kali pada suatu komponen atau sistem, sedangkan *Mean Time to Repair* (MTTR) merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki suatu komponen atau sistem setelah mengalami kegagalan. Perhitungan MTTF dan MTTR memerlukan parameter-parameter tertentu yang telah dihitung sebelumnya. Cara perhitungan MTTF dan MTTR juga dapat berbeda tergantung pada distribusi data kegagalan yang terjadi pada komponen atau sistem yang dievaluasi (Sinaga & Ardan, 2021).

1. MTBF (*Mean Time Between Failure*)

Mean Time Between Failure (MTBF) merupakan suatu metode untuk menganalisis dan mengetahui penyebab kegagalan operasi pada peralatan berat. Caranya adalah dengan membandingkan total jam operasi peralatan tersebut dengan frekuensi terjadinya kegagalan operasi dalam satu bulan. Standar minimum nilai MTBF yang disyaratkan adalah lebih dari 40 jam.

$$MTBF = \frac{W}{Fr} \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 14 MTBF}$$

$W = \text{Working Hours}$

$Fr = \text{Event Frequency Breakdown}$

2. MTTR (*Mean Time to Repair*)

Mean Time to Repair (MTTR) adalah metode perhitungan untuk mengetahui rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam menangani perbaikan suatu alat setelah mengalami kegagalan dalam periode tertentu. Caranya dengan membandingkan total jam kegagalan alat dalam satu bulan terhadap jumlah frekuensi waktu henti (*downtime*) dari alat tersebut. Standar MTTR yang disyaratkan adalah kurang dari 8 jam.

$$MTTR = \frac{R}{Fr} \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 15 MTTR}$$

$R = \text{Jumlah Breakdown}$

$Fr = \text{Event Frequency Breakdown}$

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai referensi dan acuan untuk penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metodologi	Hasil Penelitian
1	Pengukuran Efektivitas Mesin Molding di PT. XYZ	(Hasri, & Hazimah 2021)	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	Tingkat OEE terendah pada Januari 2020 adalah 68,76%, dan tingkat OEE tertinggi adalah 82,37% pada Juni 2020. PT XYZ perlu menerapkan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) untuk meningkatkan performansi proses mesin molding
2	Analisis Penerapan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) Menggunakan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Dan <i>Six Big Losses</i> Pada Mesin Cold Leveller PT. KPS	(Anthony, 2019)	<i>Total Productive Maintenance</i> (TPM), <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Dan <i>Six Big Losses</i>	Nilai OEE engine cold leveler sebesar 82%. Reduced speed losses 11,59% dan equipment failure losses 6,04% adalah penyebab utama penurunan efektivitas mesin. Perbaikan yang disarankan: mengutamakan pilar utama TPM 3, yaitu pemeliharaan otonom, pemeliharaan

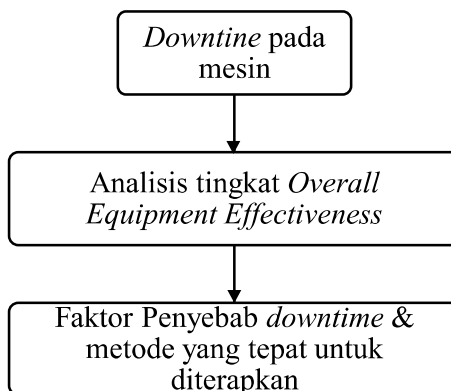
No	Judul Penelitian	Peneliti	Metodologi	Hasil Penelitian
				berkualitas, pelatihan, dan pendidikan.
3	Analisis Penerapan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) Menggunakan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dan <i>Six Big Losses</i> pada Mesin Disematik PT. XYZ	(Musyafa'ah & Sofiana, 2022)	<i>Total Productive Maintenance</i> (TPM), <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dan <i>Six Big Losses</i>	Nilai OEE sebesar 61,94% masih di bawah standar 85%, dikarenakan kecilnya performa efisiensi hanya 68,29%. Reduce speed Losses 42,38% adalah penyebab penurunan efektivitas mesin.
4	<i>Implementing Total Productive Maintenance in a Manufacturing Small or Medium-Sized Enterprise</i>	(Xiang & Feng, 2021)	<i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) dan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	Pembentukan sistem regulasi baru, standarisasi, rutinisasi, visualisasi, dan sistem patroli, untuk mempertahankan hasil yang diperoleh melalui implementasi TPM yang meningkatkan efisiensi peralatan dan mengurangi

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metodologi	Hasil Penelitian
				limbah dalam proses produksi.
5	<i>Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Overall Equipment Effectiveness of Linear Accelerator Synergy Platform Cancer Therapy</i>	(Sukma et al., 2022)	<i>Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE pada mesin LINAC SP disebabkan oleh breakdown loss sebesar 76,29%, setup loss sebesar 9,59%, idling dan minor stop sebesar 8,80%, dan penurunan kecepatan sebesar 5,29. %. Penerapan Pilar TPM secara terus menerus dan konsisten telah meningkatkan nilai OEE mesin LINAC SP.
6	<i>The role of equipment flexibility in Overall Equipment Effectiveness (OEE)-driven</i>	(Van De Ginste et al., 2022)	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Pentingnya siklus perbaikan berkelanjutan dan kebutuhan untuk memaksimalkan produktivitas aktual dengan meningkatkan efektivitas peralatan.

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metodologi	Hasil Penelitian
	<i>process improvement</i>			
7	<i>Advanced energy data analytics to predict machine overall equipment effectiveness (OEE)</i>	(Thiede, 2023)	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	Mendorong manufaktur berkelanjutan dan meningkatkan efisiensi energi di sektor manufaktur. Dengan memanfaatkan data energi untuk memperkirakan OEE.

2.3 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran pada penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan bagaimana meningkatkan efektivitas *gas turbine generator* pada PT Mitra Energi Batam. Kerangka berfikir dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Kerangka Berfikir