

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep dan Teori

2.1.1 Die Casting Mesin

Die Casting merupakan mesin pencetak logam yang tersusun dari beberapa bagian yang terbuat dari baja (*hot working steel*). Material *Die Casting* memiliki sifat dasar yaitu diantaranya mampu menarik panas atau (*hot yield strength*), koefisien terhadap muai panas (*thermal expansion coefficient*), konduktivitas panas (*thermal conductivity*), ketahanan terhadap proses tempering (*temper resistant*), serta keuletan (*ductility*) (Queker Chemical Corporation, 2016). Fungsi mesin *Die Casting* di proses produksi PT. TACI adalah untuk mencetak *body compressor* yaitu berupa *housing* dan *cylinder*.



Gambar 2.1 *Front Housing*
(Sumber: Halim, 2022)



Gambar 2.2 *Cylinder Block*
(Sumber: Halim, 2022)

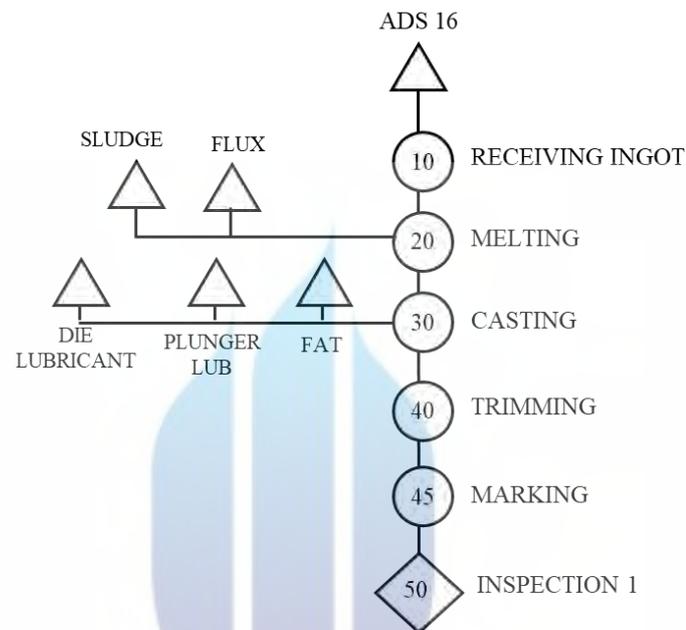


Gambar 2.3 *Rear Housing*
(Sumber: Halim, 2022)

Singkatnya, *Die Casting* berkerja dengan cara material aluminium dipanaskan sampai lebur di suhu 660°C. Setelah mencair maka akan dilakukan pengambilan material dari *open well molten* ke mesin injeksi

dengan menggunakan *ladle*. Injeksi akan mentransfer material ke area dies untuk di cetak dengan tekanan yang sangat tinggi.

Berikut ini adalah flow proses mesin line *Die Casting* dari raw material sampai *product finish good*:



Gambar 2.4 Flow Proses *Line Die Casting*
(Sumber: Halim, 2022)

i ADS 16

ADS 16 merupakan raw material aluminium yang berbentuk padat sebagai material dasar pembuatan *compressor* mobil yang diproduksi oleh PT. TD Automotive Compressor Indonesia. Setiap batang aluminium *ADS 16* memiliki bobot 5 Kg.



Gambar 2.5 Ingot Aluminium *ADS 16*
(Sumber: Thailand, 2020)

ii *Receiving Ingot*

Receiving ingot merupakan mesin transfer *raw material* ADS 16 ke dalam *melting furnace*. Mesin tersebut beroperasi secara otomatis. Operator memasukan material kedalam bucket lalu di masukan kedalam garpu perngait *ingot charging*. Setelah semua *interlock* dan syarat home posisi terpenuhi, operator menekan tombol charging maka bucket akan diangkat secara otomatis dan memasukan material kedalam furnace. Sistem kerja receiving ingot menggunakan rangkaian elektrik – pneumatik dimana PLC berfungsi sebagai controller. Berikut ini adalah gambar receiving ingot di PT. TD Automotive Compressor Indonesia.



Gambar 2.6 *Receiving Ingot*

(Sumber: Halim, 2022)

iii *Melting Furnace / Homelt*

Melting furnace merupakan mesin yang berfungsi untuk mencairkan *raw material* alumunium ADS 16 dengan menggunakan api yang memiliki suhu tinggi. Setelah di *charging* material padat akan dibakar hingga mencair dengan suhu 660° C. Pembakaran pada mesin tersebut menggunakan natural gas dan

combution, sehingga saat mendapatkan percikan api akan terjadi pembakaran. Sistem pembakaran di mesin tersebut berkerja secara otomatis.

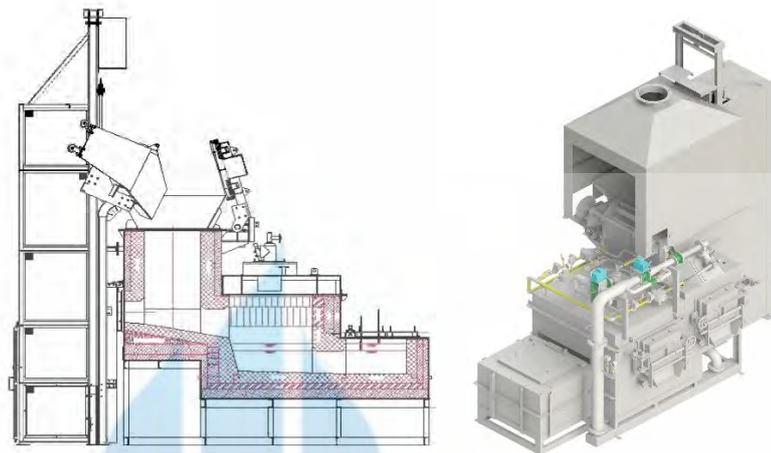
Proses pembakaran terbagi menjadi dua tahapan diantaranya ada proses *holding burner* dan proses *melting burner*. *Holding burner* berfungsi untuk menjaga *temperature* molten (material yang sudah cair) sesuai dengan settingan suhu yang diinginkan sesuai dengan *quality product* yaitu 660 °C. Sedangkan *melting burner* berfungsi untuk membakar material padat hingga mencair. Didalam tungku pembakaran didesain dasar permukaan *melting* lebih tinggi dari pada *holding* area agar material cair dapat mengalir langsung ke area *holding* dan *open well*.

Sistem kontrol yang digunakan yaitu PLC (*Programmable Logic Controllers*) dan suhu yang dikontrol terdapat tiga bagian yaitu suhu metal, *atmosphere* dan *exhaust* yang memiliki *set point* dan fungsi yang berbeda.

- a. *Metal temperature* berfungsi untuk mengontrol suhu material cair dengan *set point* 660 °C.
- b. *Atmosphere temperature* berfungsi mengontrol suhu pada ruangan *holding* agar tidak terjadi *overheat* dalam ruangan dengan *set point* 800 °C.
- c. *Exhaust temperature* berfungsi untuk mengontrol suhu ruangan area *melting* dan *charging area* agar tidak terjadi *overheat* dengan *set point* 700°C.

Suhu yang dikontrol merupakan salah satu *safety* dari mesin tersebut agar tidak terjadi pembakaran berlebih yang dapat menyebabkan castabel didalam tungku menjadi crack atau terjadi pemuaiian karena mencapai titik panas maksimal yang menyebabkan terjadi kebocoran material atau tumpah ke luar permukaan mesin yang dapat memicu terjadinya kebakaran.

Oleh karena itu jika suhu ketiga bagian yang dikontrol tersebut mencapai bahkan melebihi nilai *set point* yang telah ditentukan maka api secara otomatis akan off dan nyala kembali ketika suhu berada di settingan range terendah.



Gambar 2.7 *Melting Furnace*

(Sumber : ASIA, 2016)

iv *Die Casting Machine*

Mesin *Die Casting* adalah cetakan logam dengan baja sebagai bahan utama. Proses ini biasa disebut sebagai pengecoran. Dalam proses ini, *Die Casting* merupakan teknik pembuatan suatu produk yang komponen utamanya adalah logam cair.

Setelah mengalami peleburan, selanjutnya dituangkan ke dalam cetakan rongga sesuai dengan bentuk aslinya. Bahan cetakan yang digunakan sering disebut sebagai cetakan logam (*mold*). Tempat cetakan ini terbuat dari logam dan dapat digunakan berkali-kali, dan disebut sebagai cetakan permanen.

Saat mengisi logam cair dalam cetakan yang disediakan. Sendok atau *ladle* di dalam mesin akan mengambil material molten cair dari tungku atau *open well* lalu menuangkannya ke dalam injeksi dan kemudian dicetak dalam sebuah cetakan. Saat dioperasikan injection

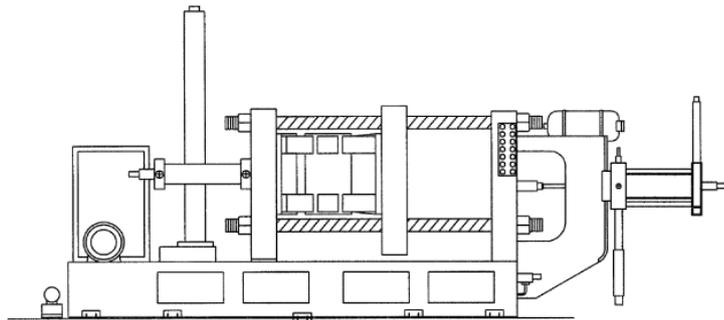
akan memasukan material kedalam cetakan *die* dengan tekanan yang tinggi sehingga material dapat di cetak padat.

Setelah selesai di cetak injection akan kembali ke posisi semula lalu mesin akan membuka dies (*die open*) agar hasil cetakan dapat diambil oleh robot *unload* dan dilanjutkan ke proses *trimming*. Pada dasarnya mesin *Die Casting* memiliki beberapa bagian utama seperti *die clamp*, *injection*, *ejector*, *tie bar*, *help side door* dan lain – lain.

Sistem kontrol mesin *Die Casting* di PT. TD Automotive Compressor Indonesia menggunakan PLC dan tenaga hidrolis dengan tekanan sebesar 15 Mpa. Oleh karena itu mesin tersebut masuk kedalam golongan mesin *high pressure Die Casting*.

Banyak sekali faktor *safety* dan *quality* yang diperhatikan pada proses *Die Casting* karena mesin ini memiliki resiko kecelakaan kerja yang tinggi. Untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan kerja maka semua sistem yang berada di dalam mesin terintegrasi dengan equipment pendukung lainnya. Selain itu terdapat *safety fence* yang mengelilingi area mesin agar tidak ada orang yang dapat keluar masuk ke area mesin sembarangan saat beroperasi karena terdapat interlock yang dapat memutuskan rangkaian sistem yang menyebabkan mesin alarm dan berhenti beroperasi.

Untuk aspek *quality* yang diperhatikan selain aspek visual adalah tingkat kepadatan part yang dihasilkan agar tidak terjadi porosity karena dapat mempengaruhi ke *peformance* compressor yang dihasilkan. Selain itu dimensi hasil cetakan harus sesuai standar yang telah ditentukan. Jika tidak sesuai maka part yang dihasilkan akan dikembalikan dan dilebur ulang dan menyebabkan pemborosan.



Gambar 2.8 *Die Casting Machine*

(Sumber: Andresen, 2004)

v *Trimming*

Mesin *trimming* merupakan mesin yang berfungsi untuk memisahkan part yang telah dicetak antara housing atau cylinder dengan runner (batang sisa cetakan). Part yang telah dicetak oleh mesin *Die Casting* akan diambil oleh robot unload dan disimpan ke atas *die trimming*. Mesin *trimming* berkerja dengan menggunakan sistem tekanan hidroulik yang di kontrol oleh PLC.

Saat part telah berada di atas *die trimming* maka sensor workpiece akan aktif dan mengirimkan signal ke PLC untuk melakukan proses *trimming*, base cylinder akan bergerak menuju area *trimming* dan cylinder RAM akan turun untuk mendorong *die upper trimming* yang berfungsi sebagai pemisah antara part housing atau cylinder dengan runner. Selanjutnya part akan di transfer ke area *finish good* sedangkan runner akan di transfer ke area scrap untuk di lebur kembali.



Gambar 2.9 Mesin *Trimming*

(Sumber: Halim, 2022)

2.1.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness / OEE didefinisikan sebagai ukuran kinerja peralatan total, yaitu sejauh mana peralatan dapat berfungsi yang seharusnya dilakukan (Nakajima, 1989). Metode OEE digunakan untuk mengukur efektivitas dari mesin ataupun peralatan. Hasilnya disajikan dalam bentuk umum, memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda. Pengukuran OEE juga sering digunakan sebagai *key performance indicator* (KPI) dalam penerapan *lean manufacturing* untuk memberikan indikator keberhasilan.

OEE disarankan sebagai salah satu cara untuk mengukur kerugian akibat gangguan produksi dengan mengeliminasi *six big losses* atau enam kerugian besar yang menjadi penyebab kegagalan operasi dari suatu mesin atau peralatan. Tingkat akurasi OEE dalam mengukur efektivitas memberikan kesempatan bagi semua perusahaan manufaktur untuk bekerja meningkatkan proses itu sendiri (Stamatis, 1947).

2.1.2.1 Tujuan Implementasi Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE digunakan sebagai performa indikator, dalam mengambil periode basis waktu tertentu, seperti: *shiftly*, daily, weekly, monthly, maupun secara annual. Pengukuran OEE lebih efektif digunakan dalam peralatan produksi. OEE juga dapat digunakan di berbagai tingkatan dalam lingkungan perusahaan.

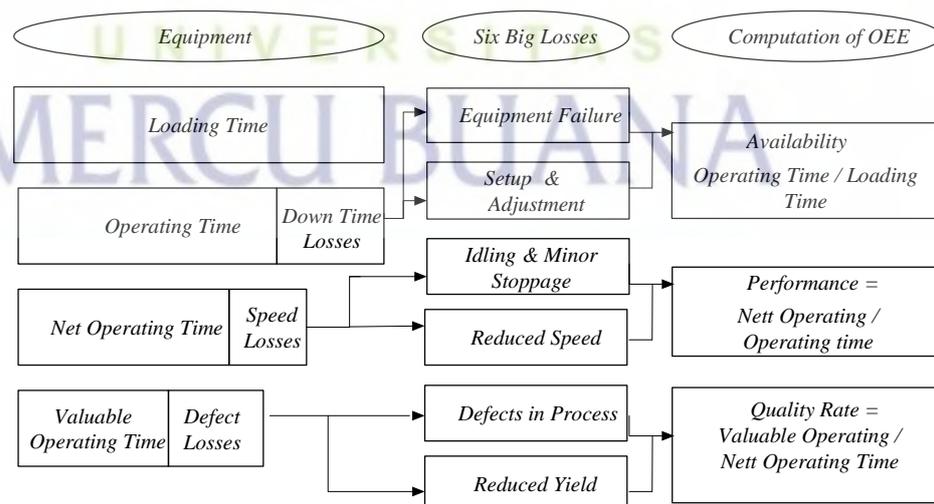
- ✓ “*Benchmark*” digunakan dalam pengukuran OEE sebagai rencana perusahaan dalam performansi.
- ✓ Nilai OEE adalah perkiraan proses produksi dan dapat digunakan untuk membandingkan lini kinerja di seluruh perusahaan, di mana dapat dilihat bahwa proses tidak mengalami masalah.
- ✓ OEE dapat mengidentifikasi mesin yang berfokus dari sumber daya TPM. Jika proses permesinan dilakukan secara individual, mempunyai performansi buruk (Zulfatri et al., 2020).

Selain memahami kinerja peralatan, pengukuran OEE juga dapat menjadi faktor dalam keputusan untuk membeli peralatan baru. Dalam hal ini, pengambil keputusan yang tepat dapat mengetahui dengan jelas kapasitas peralatan yang ada untuk memenuhi kebutuhan pekerja.

Dengan mengetahui nilai OEE serta menggabungkan dengan metode lain seperti alat kualitas dasar seperti halnya analisis Pareto, diagram sebab akibat), maka melalui metode ini dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan penurunan nilai OEE. Selanjutnya, dengan faktor-faktor penyebab ini, tindakan korektif segera dapat diambil, mengurangi upaya untuk menemukan area untuk perbaikan.

2.1.2.2 Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Secara grafis prosedur perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* ditampilkan pada gambar 2.10 dimana perhitungan OEE beserta semua fungsinya bersamaan kerugian yang terjadi, dilakukan dalam beberapa proses yang disertai adanya penjelasan yang diuraikan sebagai berikut:



Gambar 2.10 Tahap Perhitungan OEE

(Sumber: Nakajima, 1989)

Pengukuran OEE berdasarkan rasio utamanya ada 3, yaitu:

1) *Availability Ratio*

Availability diukur dari total waktu dimana setelah peralatan dioperasikan dikurangi waktu kerusakan alat dan waktu persiapan serta penyesuaian mesin, yang juga mengindikasikan rasio aktual antara *operating time* terhadap waktu operasi yang tersedia (*Planned Time Available* atau *Loading Time*). Pengukuran dilakukan pada seluruh waktu dimana sistem tidak beroperasi karena terjadinya kerusakan alat, persiapan produksi dan penyetelan mesin.

Tujuan batasan ini sebagai motivasi dalam mengurangi *Planned Downtime* melalui peningkatan efisiensi penyesuaian alat serta waktu untuk aktifitas perawatan yang telah direncanakan. Waktu kerusakan dan waktu perbaikan yang direncanakan pembebanan mesin dipisahkan dari waktu produksi secara teoritis.

$$Availability = \frac{Total\ Time\ Available + Down\ Time}{Total\ Time\ Available} \dots\dots\dots (1)$$

Cara lain untuk menghitung nilai rasio *availability* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operating\ time + Standby\ time}{Total\ Time\ Available} \dots\dots\dots (2)$$

2) *Performance Ratio*

Performance mengindikasikan deviasi dari ideal *cycle time*. Dimana *performance ratio* dapat diukur melalui rasio kecepatan operasi aktual dari peralatan dengan kecepatan ideal berdasarkan kapasitas desain.

$$Performance = \frac{Output\ x\ Cycle\ Time}{Loading\ Time} \dots\dots\dots (3)$$

3) *Quality Ratio*

Pengukuran *quality ratio* memfokuskan pada kerugian kualitas dengan banyaknya jumlah produk rusak yang terjadi berhubungan dengan peralatan, yang selanjutnya dikonversikan menjadi waktu yang dikonsumsi untuk menghasilkan produk yang rusak tersebut.

$$Quality = \frac{Output - Reduced Yield - Reject}{Output} \dots\dots\dots (4)$$

4) *Overall Equipment Effectiveness*

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \dots\dots\dots (5)$$

Menurut (Kennedy, 2018) perusahaan yang sukses nilai OEE yang ideal adalah:

- a. *Availability* $\geq 90\%$
- b. *Performance Efficiency* $\geq 95\%$
- c. *Rate of Quality Products* $\geq 99\%$
- d. Sehingga nilai OEE ideal yang diharapkan adalah:

$$0,90 \times 0,95 \times 0,99 \times 100\% = 85\% \dots\dots\dots (6)$$

2.1.2.3 Pengukuran Nilai Six Big Losses

Faktor yang disebut enam kerugian besar (*six big losses*) merupakan rendahnya produktivitas suatu mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisien. Menggunakan mesin/peralatan yang efektif dan efisien dengan memaksimalkan fungsi dari kinerja mesin/peralatan produksi secara tepat guna dan berdaya guna (Firmansyah *et al.*, 2015).

Adapun enam kerugian besar (*six big losses*) tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Kerugian Waktu (*Downtime*)
 - Kerusakan peralatan (*Equipment Failure*)
 - Persiapan peralatan (*Setup and Adjustment*)
- b. Kehilangan kecepatan (*Speed losses*)
 - Gangguan kecil dan waktu nganggur (*Idling and Minor Stoppages*)
 - Kecepatan rendah (*Reduced Speed Losses*)
- c. Produk cacat (*Defect*)
 - Cacat produk dalam proses (*Process Defect Losses*)
 - Hasil rendah (*Reduced Yield Losses*)

Dalam upaya meningkatkan produktivitas mesin/ peralatan produksi, *six big losses* merupakan penyebab paling umum dari hilangnya produktivitas berbasis peralatan di bidang manufaktur. *Six big losses* digunakan untuk mengidentifikasi kerugian yang terkait dengan peralatan untuk tujuan meningkatkan total kinerja dan keandalan aset. Berikut merupakan faktor-faktor dari *six big losses*, antara lain:

- i. *Equipment failures* yaitu kerugian ketika peralatan mengalami kerusakan. *Equipment Failure / Breakdowns* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

- ii. *Setup and adjustment* yaitu kerugian yang disebabkan karena kegiatan pengaturan dan penyesuaian seperti pergantian jig dari type A ke type B. *Setup and Adjustment* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Setup and Adjustment} = \frac{\text{Total Setup / Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

- iii. *Idling and minor stoppages* yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya pemberhentian sementara atau ketika mesin menganggur. *Idling and minor stoppages losses* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Idling and Minor Stoppages} = \frac{\text{None Production Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (9)$$

- iv. *Reduced speed* yaitu kerugian disebabkan oleh penurunan kecepatan operasi. *Reduced Speed Losses* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{\text{Actual Production Time} - \text{Ideal Production Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (10)$$

- v. *Reduced yield* yaitu kerugian yang disebabkan oleh cacat pada awal waktu produksi hingga mencapai keadaan yang stabil. *Reduced Yield Losses* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Yield/ Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (11)$$

- vi. *Quality defect and rework* yaitu kerugian yang disebabkan oleh produk cacat atau pengerjaan ulang produk.

Process defect losses dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Rework losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \dots (12)$$

2.1.3 Teknik – Teknik Perbaikan Kualitas

2.1.3.1 Seven Tools

Teknik perbaikan *Seven Tools* merupakan langkah penyelesaian masalah yang dinilai efisien dan sistematis sebagai upaya perbaikan kualitas, karena prosedur perbaikan *seven tools* memfokuskan berdasar analisis tiap persoalan secara mendalam (Saputra &

Mahbubah, 2021). *Seven tools* terdiri diantaranya diagram sebab akibat, lembar pengecekan (*check sheet*), analisis matriks, diagram pareto, histogram, diagram penyebaran (*scatter diagram*), diagram alur, peta pengendali (*control chart*), dan analisis kemampuan proses.

Sedangkan menurut Besterfield, (2001) mendefinisikan teknik perbaikan *seven tools* sebagai tujuh langkah dalam proses perbaikan kualitas, diantaranya yaitu:

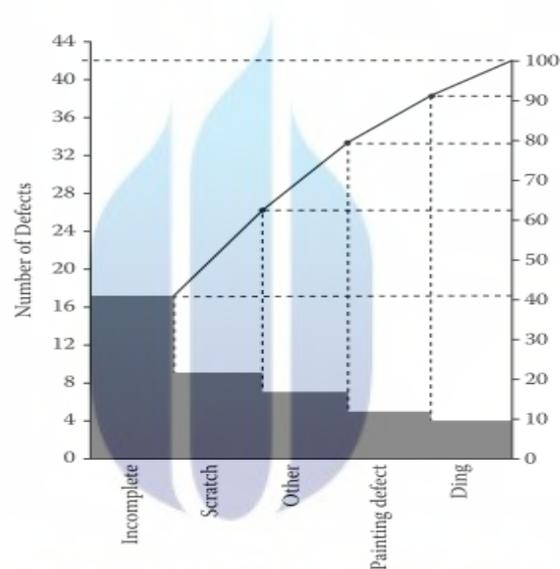
- 1) Langkah Pertama (Menentukan Masalah)
 - ✓ Menentukan masalah sesuai perbedaan apa yang terjadi dan apa yang seharusnya terjadi.
 - ✓ Memberikan alasan mengapa masalah tersebut dianggap penting.
 - ✓ Menentukan data yang akan digunakan untuk mengukur proses tersebut.
- 2) Langkah Kedua (Mempelajari situasi sekarang)
 - ✓ Mengumpulkan data-data dan menggambarkan dalam grafik. Run chart dan control chart biasanya digunakan untuk menunjukkan data.
 - ✓ Membuat flow chart (diagram alir) proses.
 - ✓ Menyediakan sketsa atau gambar proses tersebut.
 - ✓ Mengidentifikasi semua variabel yang mungkin mempengaruhi masalah tersebut, misalnya: apa, dimana, untuk apa, dan siapa.
 - ✓ Merancang alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.
 - ✓ Mengumpulkan data dan membuat uraian singkat tentang pengaruh semua variabel yang ada terhadap masalah tersebut.
 - ✓ Menentukan informasi tambahan yang dapat membantu.
- 3) Langkah Ketiga (Menganalisis penyebab-penyebab masalah yang potensial)
 - ✓ Menentukan semua penyebab potensial pada situasi sekarang.

- ✓ Menentukan apakah data tambahan diperlukan.
 - ✓ Apabila mungkin, memeriksa penyebab melalui penelitian secara langsung.
- 4) Langkah Keempat (Menjalankan solusi masalah)
- ✓ Membuat daftar saran perbaikan.
 - ✓ Memutuskan saran apa yang akan dilakukan.
 - ✓ Menentukan bagaimana saran tersebut akan dilakukan, misalnya siapa yang akan bertanggung jawab atas hasil implementasi saran perbaikan, dll.
 - ✓ Melakukan saran perbaikan yang mungkin dilakukan.
- 5) Langkah Kelima (Memeriksa hasil pelaksanaan solusi masalah)
- ✓ Menentukan apakah tindakan perbaikan yang telah dilakukan efektif
 - ✓ Mendeskripsikan apa yang telah dilakukan, bagaimana cara pelaksanaannya.
- 6) Langkah Keenam (Menstandisasikan perbaikan)
- ✓ Menyebutkan hasil perbaikan
 - ✓ Memutuskan apakah rencana perbaikan tersebut dapat dilakukan di tempat lain dan merencanakan pelaksanaannya.
- 7) Langkah Ketujuh (Membuat rencana selanjutnya)
- ✓ Menentukan apa rencana selanjutnya.
 - ✓ Membuat catatan untuk perbaikan tim kerja.

Dalam penelitian ini, peneliti hanya menggunakan tools yang berhubungan dengan bahasan yang akan dibahas, diantaranya teknik yang dipakai adalah diagram pareto dan diagram sebab akibat. Dimana kedua teknik tersebut memiliki fungsi yang dapat berdiri sendiri maupun saling berkorelasi antar satu teknik dengan yang lain.

1) Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah alat yang berupa grafik balok dan garis yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Diagram ini pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto. Diagram ini menunjukkan seberapa besar frekuensi berbagai permasalahan yang terjadi dengan daftar masalah pada sumbu x dan jumlah/frekuensi kejadian pada sumbu y (Prihantoro, 2012).



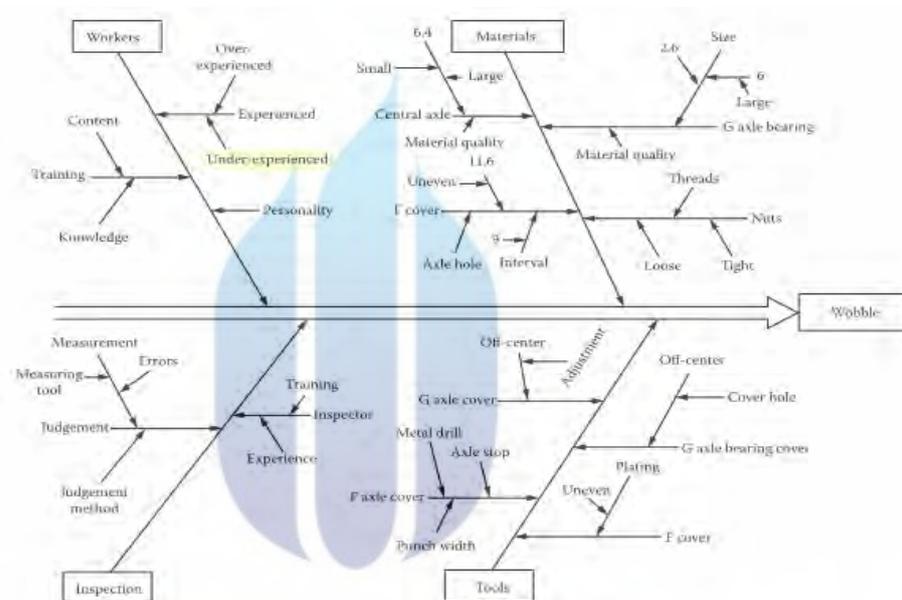
Gambar 2.11 Diagram Pareto

(Sumber: Stamatis, 1947)

2) Diagram Sebab – Akibat

Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943 mengembangkan sebuah teknik bernama diagram sebab akibat, sehingga teknik ini sering disebut sebagai diagram Ishikawa. Diagram sebab-akibat menampilkan garis dan simbol yang menunjukkan hubungan antara efek dan penyebab masalah. Diagram ini digunakan untuk menentukan akibat dari masalah sehingga dapat dilakukan tindakan korektif lebih lanjut.

Alasan untuk masalah ini juga beragam, seperti metode kerja, tenaga kerja, material, pengukuran, lingkungan, dll. Dari berbagai alasan tersebut, dapat diringkas menjadi beberapa faktor yang lebih kecil dan lebih rinci, misalnya dari metode kerja dapat diringkas menjadi pelatihan, pengetahuan, kemampuan, karakteristik fisik, dll. Berbagai alasan dapat ditemukan di antara semua yang terlibat dalam proses analisis.



Gambar 2.12 Diagram Sebab Akibat

(Sumber: Stamatis, 1947)

2.1.3.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) adalah salah satu metode analisis failure yang diterapkan dalam *product development*, *system engineering* dan manajemen operasional, sebagai salah satu langkah penanganan evaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau servis. Dalam FMEA, setiap kemungkinan kegagalan yang terjadi dikuantifikasi untuk dibuat prioritas penanganan (Bennett et al., 2017).

FMEA dilakukan untuk menganalisis potensi kesalahan/kegagalan dalam sistem, dan potensi yang teridentifikasi akan diklasifikasikan menurut besarnya potensi kegagalan dan efeknya terhadap proses. Metode ini membantu tim proyek untuk mengidentifikasi *potential failure mode*. FMEA membuat tim mampu merancang proses yang bebas *waste* dan meminimalisasi kesalahan serta kegagalan.

Dalam metodenya, FMEA terbagi dalam beberapa jenis, antara lain sebagai berikut:

- a) *Process*, berfokus pada analisis proses manufaktur dan *assembly*.
- b) *Design*, berfokus pada analisis produk sebelum proses produksi.
- c) *Service*, berfokus pada analisis jasa dari proses industri jasa sebelum diluncurkan ke pelanggan.

Dalam hal ini ada tiga hal yang membantu menentukan dari gangguan suatu mesin, antara lain:

- a) Tingkat Kerusakan (*Severity*)

Dalam menentukan tingkat kerusakan (*Severity*) ini dapat ditentukan seberapa serius kerusakan yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan proses dalam hal operasi perawatan dan kegiatan operasional pabrik.

- b) Frekuensi (*Occurrence*)

Dalam menentukan *Occurrence* ini dapat ditentukan seberapa banyak gangguan yang dapat menyebabkan sebuah kegagalan pada operasi perawatan dan kegiatan operasional pabrik.

c) Tingkat Deteksi (*Detection*)

Dalam menentukan tingkat deteksi ini dapat ditentukan bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi. Tingkat deteksi juga dapat dipengaruhi dari banyaknya control yang mengatur jalanya proses. Semakin banyak control dan prosedur yang mengatur jalanya sistem penanganan operasional perawatan dan kegiatan operasional pabrik maka diharapkan tingkat deteksi dari kegagalan dapat semakin tinggi.

Selain jenisnya, FMEA juga mempunyai kegunaan yang sangat penting dalam menganalisis suatu kegagalan mesin/peralatan, antara lain:

- ✓ Mengidentifikasi potensi kegagalan/kesalahan produk ataupun proses.
- ✓ Mencatat efek yang akan timbul jika benar-benar terjadi kegagalan/kesalahan.
- ✓ Menemukan sebab-sebab potensial dari kesalahan tersebut dan resiko yang ditimbulkan.
- ✓ Membuat daftar dan prioritas tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko kegagalan/kesalahan

Langkah-langkah FMEA yang diterapkan dalam penanganan analisis kesalahan maupun kegagalan, sebagai berikut:

- Identifikasi potensi modus kesalahan untuk setiap langkah atau input.
- Ketahui efek dari kesalahan yang berhubungan dengan modus kegagalan.
- Identifikasi penyebab potensial dari modus kegagalan tersebut.

- Buat daftar tindakan dan kontrol yang ada untuk mencegah terjadinya penyebab potensial tersebut.
- Tetapkan angka-angka yang menggambarkan besarnya kerugian (*Severity*) dari efek kesalahan, kemungkinan terjadi kesalahan berulang (*occurence*), dan kesempatan untuk mendeteksi (*Detection*) modus kegagalan sebelum menyebabkan *defect* (cacat).
- Kalikan angka untuk *Severity*, *occurence*, dan *Detection* untuk mendapatkan *Risk Priority Number* (RPN).
- Lakukan perbaikan untuk setiap item yang memiliki RPN tinggi.
- Dokumentasikan setiap tindakan yang dilakukan, dan revisilah RPN.
- Pergunakan dokumen FMEA secara aktif.

a) Menentukan Nilai *Severity* (S) FMEA

Severity ialah suatu peringkat yang menunjukkan tingkat keseriusan efek dari suatu mode kegagalan. *Severity* berupa angka 1 hingga 10, dimana 1 menunjukkan keseriusan terendah atau resiko terkecil, dan 10 menunjukkan tingkat keseriusan tertinggi atau sangat beresiko.

Tabel 2.1 Penentuan Nilai *Severity* (S) FMEA

No.	Efek	Kriteria	Rank
1	Berbahaya tanpa ada peringatan	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat membahayakan pekerja - Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah - Tidak ada peringatan 	10
2	Berbahaya dan ada peringatan	<ul style="list-style-type: none"> - Dapat membahayakan pekerja - Tidak sesuai dengan peraturan pemerintah - Mengganggu kelancaran lini produksi 	9
3	Sangat Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> - Sebagian besar menjadi scrap, sisanya dapat disortir (apakah sudah baik/bisa rework) - Sedikit mengganggu kelancaran lini produksi 	8

(Sumber: Bennett et al., 2017)

Tabel 2.1 Penentuan Nilai *Severity* (S) FMEA (Lanjutan)

No.	Efek	Kriteria	Rank
4	Tinggi	- Sebagian besar menjadi scrap, sisanya dapat disortir (apakah sudah baik/bisa rework)	7
5	Sedang	- Sebagian kecil menjadi scrap, sisanya dapat disortir (apakah sudah baik/bisa rework)	6
6	Rendah	- 100 % produk dapat di rework	5
7	Sangat Rendah	- Sebagian besar produk dapat di-rework	4
8	Kecil	- Hanya sebagian kecil produk yang dapat di rework	3
9	Sangat Kecil	- Komplain hanya mesin tertentu	2
10	Tidak ada	- Tidak ada efek	1

(Sumber: Bennett et al., 2017)

b) Menentukan Nilai *Occurrence* (O) FMEA

Occurrence merupakan suatu pengukuran seberapa sering penyebab potensial itu terjadi. Nilai *Occurrence* berupa angka 1 sampai 10, dimana 1 menunjukkan tingkat kejadian rendah atau tidak sering dan 10 menunjukkan tingkat kejadian sering. Nilai *Occurrence* dapat ditentukan berdasarkan jumlah kegagalan atau angka Ppk (*performance index*) yaitu angka yang diperoleh dari perhitungan statistik dengan menunjukkan *performance* atau *capability* suatu proses dalam menghasilkan produk sesuai spesifikasi.

Nilai *Occurrence* dapat diturunkan dengan mencegah atau mengontrol penyebab/mekanisme melalui desain proses. Nilainya ditentukan untuk setiap penyebab potensial. Bila tidak dapat ditentukan, gunakan sejarah kualitas data produk/proses sejenis.

Tabel 2.2 Penentuan Nilai *Occurrence* (O) FMEA

No.	Peluang Terjadinya Penyebab Kegagalan	Tingkat Kemungkinan Kegagalan	Rank
1	Sangat Tinggi	1 dalam 2	10
		1 dalam 3	9
2	Tinggi	1 dalam 8	8
		1 dalam 20	7
3	Sedang	1 dalam 80	6
		1 dalam 400	5
4	Rendah	1 dalam 2000	4
		1 dalam 15000	3
5	Kecil	1 dalam 150000	2
		1 dalam 1500000	1

(Sumber: Bennett et al., 2017)

c) Menentukan Nilai *Detection* (D) FMEA

Detection adalah peringkat seberapa telitnya alat deteksi yang digunakan. *Detection* berupa angka dari 1 hingga 10, dimana 1 menunjukkan sistem deteksi dengan kemampuan tinggi atau hampir dipastikan suatu mode kegagalan dapat terdeteksi. Sedangkan 10 menunjukkan sistem deteksi dengan kemampuan rendah yaitu sistem deteksi tidak efektif atau tidak dapat endeteksi sama sekali.

Nilai *Detection* dapat ditentukan dengan menggunakan kriteria berikut:

- *Error-proofed*, yaitu alat deteksi yang bersifat *error-proofing*.
- *Gauging*, yaitu dengan alat bantu inspeksi.
- *Manual inspection*, yaitu dengan inspeksi secara manual.

Tabel 2.3 Penentuan Nilai *Detection* (D) FMEA

No.	Keterangan	Rank
1	Selalu jelas, sangat mudah untuk diketahui	1
2	Jelas bagi indera manusia	2
3	Memerlukan inspeksi	3
4	Inspeksi yang hati-hati dengan menggunakan indera manusia	4
5	Inspeksi yang sangat hati-hati dengan indera manusia	5
6	Memerlukan bantuan dan/atau pembongkaran sederhana	6
7	Diperlukan inspeksi dan/atau pembongkaran	7
8	Diperlukan inspeksi dan/atau pembongkaran yang kompleks	8
9	Kemungkinan besar tidak dapat dideteksi	9
10	Tidak dapat dideteksi	10

(Sumber: Bennett et al., 2017)

d) Menentukan Nilai RPN (*Risk Priority Number*)

RPN atau *Risk Priority Number*, yaitu angka yang menyatakan skala prioritas terhadap resiko kualitas yang digunakan untuk panduan dalam melakukan tindakan perencanaan. RPN merupakan hasil perkalian dari *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*.

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots (13)$$

Angka RPN berkisar dari 1 hingga 1000, dimana semakin tinggi nilai RPN, maka proses semakin beresiko untuk menghasilkan produk dengan spesifikasi yang diinginkan.

Setiap perusahaan memiliki bentuk masing-masing untuk mencerminkan kepentingan organisasi dan permasalahan pada pelanggan. Arahan kriteria nilai setiap perusahaan mencerminkan kepentingan organisasi, proses, produk dan kebutuhan pelanggan.

Menurut Bennett et al. (2017) langkah-langkah dalam pembuatan FMEA adalah sebagai berikut:

- 1) Mereview proses
- 2) Melakukan *brainstorm waste potensial*

- 3) Membuat daftar *waste*, penyebab dan efek potensial
- 4) Menentukan tingkat *Severity*
- 5) Menentukan tingkat *Occurrence*
- 6) Menentukan tingkat *Detection*
- 7) Menghitung RPN
- 8) Membuat prioritas *waste* untuk di tindak lanjuti.
- 9) Mengambil tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan *waste* tertinggi *waste* kritis.
- 10) Menghitung hasil RPN sebagai *waste* yang akan dikurangi atau dihilangkan. Langkah ini dilakukan apabila kegiatan untuk mengurangi *waste* kritis.

2.1.3.3 5W+1H

Metode perbaikan/ kaizen biasanya digunakan dalam merumuskan langkah-langkah perbaikan, dan jika penyebabnya diketahui, langkah-langkah perbaikan dipilih dijadikan acuan pada (*what*) tujuan yang harus dicapai, (*why*) mengapa rencana perbaikan tersebut dilakukan, (*where*) dimana rencana perbaikan tersebut dilaksanakan, (*when*) kapan rencana perbaikan tersebut dilaksanakan, (*who*) siapa yang bertanggung jawab terhadap tindakan tersebut dan (*how*) bagaimana melaksanakan rencana perbaikan tersebut (Sundana & Hartono, 2014).

2.2 Penelitian Terdahulu

Adapun hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini antara lain, sebagai berikut:

Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Bambang Setiawan, Fikri Al Latif, Erry Rimawan (2022)	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE) Analysis: A Case Study in the PVC Compound Industry</i>	IJIEM (Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management) Vol 3 No 1 2022, 14-25 ISSN E: 2745-9063	OEE	Berdasarkan hasil analisis, <i>Availability rate</i> sebesar 76,72%, <i>performance rate</i> 84,66%, dan <i>quality rate</i> 99,89%. OEE tersebut terdiri dari <i>availability rate</i> , <i>performance rate</i> dan <i>quality rate</i> , nilai OEE sebesar 64,88% yang artinya berada di bawah nilai standar yaitu 85%. Sehingga dapat dikatakan bahwa performa mesin pada line 5 PT. Riken Indonesia belum efektif dan membutuhkan perawatan atau perbaikan terus-menerus. (Setiawan et al., 2022)
2	D. Wibisono (2021)	<i>Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Meminimalisasi Six Big Losses Pada Mesin Bubut (Studi Kasus di Pabrik Parts)</i>	Jurnal Optimasi Teknik Industri, Vol. 03 No.01 2021, Hal. 7-13, ISSN	OEE	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata tingkat efektifitas mesin bubut selama masa penelitian adalah sebesar 77,28%, dengan rata-rata nilai <i>availability</i> 88,82%, <i>performance</i> 91,31% dan <i>quality</i> 95,45%. Sedangkan, losses yang signifikan mempengaruhi nilai efektifitas adalah <i>equipment Failure</i> atau <i>Breakdown</i> 58,7%, <i>idling and minor stoppages</i> 39,8% dan <i>reduced speed</i> 43,3%. (Wibisono, 2021)

Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3	Tika Ervina, Adi Candra, Agus Mulyono (2021)	Analisis Produktivitas Kapal Limin Kst 41 Dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Dengan Pendekatan Prinsip <i>Total Productive Maintenance</i> di PT Limin Kst	Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, Vol. 04 No. 02 Tahun 2021, ISSN	OEE dan TPM	Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>) mengalami peningkatan secara signifikan sebesar 87,83% dengan rata-rata kenaikan sebanyak 6,53% per bulannya. Nilai tersebut sudah memenuhi standar OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>) perusahaan sebesar 80% dan persentase standar <i>Japan Institute For Plant Maintenance</i> (JIPM) sebesar 85%. (Ervina et al., n.d.)
4	Meike Elsy, Beatrix, Hayu Kartika and Sunardiyanta (2020)	<i>Analysis of Effectiveness Measurement of Stretch Blow Machine Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method</i>	<i>International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering</i> (ijasre) Vol. 6, Issue 8 2020	OEE	Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data menunjukkan bahwa nilai rata-rata <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) periode Januari 2017-Desember 2017 sebesar 43,89%. Hasil analisis data dengan diagram pareto didapatkan <i>Idling Minor</i> terbesar dan <i>Stoppage Loss</i> adalah 39,28%. Penyebab <i>Idling Minor</i> dan <i>Stoppage Loss</i> berdasarkan hasil diagram tulang ikan analisisnya adalah kurangnya keterampilan operator mesin, tidak tersedianya suku cadang mesin, jadwal perawatan mesin tidak berjalan dan kualitas suku cadang mesin tidak sesuai rencana. (Beatrix et al., 2020)

Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
5	Agus Daman, Dewi N (2020)	<i>Analysis Of Overall Equipment Effectiveness (OEE) On Excavator Hitachi Ex2500-6</i>	<i>Dinasti International Journal of Education Management and Social Science</i> , Vol. 01 Issue 06 2020	OEE	Berdasarkan hasil penelitian, nilai OEE kedua <i>excavator</i> dihitung dan dibandingkan dengan nilai benchmark. Nilai OEE ditemukan 84% untuk unit EX157 dan 68% untuk unit EX158. Rendahnya nilai OEE pada EX158 disebabkan oleh kerugian waktu pemeliharaan yang tidak terjadwal sebesar 1188,3 jam. Tingginya <i>loss time</i> dipengaruhi oleh <i>trouble</i> pada komponen rangka, struktur, bodi, dan kabin mesin sebesar 60,9%. (Daman & Dewi Nusraningrum, 2020)
6	Muthi Maitsa Z, Judi Alhilman, Fransiskus T.D (2020)	Pengukuran Efektivitas Mesin Dengan Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> Dan <i>Overall Resource Effectiveness (ORE)</i> Pada Mesin P11250 di PT XYZ	Jurnal Integrasi Sistem Industri, Vol. 7 No. 2 Tahun 2020, ISSN	OEE dan ORE	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE sebesar 76.54% dan nilai ORE sebesar 73.53% yang berada di bawah standar global yaitu 85%. Rendahnya efektivitas mesin dipengaruhi oleh dua <i>losses</i> yang paling dominan yaitu <i>reduced speed loss</i> dengan persentase sebesar 36.27% dan <i>idling and minor stoppages loss</i> dengan persentase sebesar 29.54%. Penyebab rendahnya efektivitas dipengaruhi oleh aspek manusia, mesin, material, dan metode. (Zulfatri et al., 2020)

Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
7	Indriyani Rachmayanti, Yudha P. (2020)	Perancangan Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM II untuk Meningkatkan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> Mesin Filling R-24 A (Studi Kasus PT X)	Jurnal Teknik ITS Vol. 09 No. 02 Tahun 2020, ISSN	RCM dan OEE	Hasil dari analisis menggunakan RCM II adalah terdapat 5 komponen dengan kegiatan perawatan <i>scheduled on condition</i> , 2 komponen dengan kegiatan perawatan <i>scheduled restoration task</i> , 2 komponen menggunakan perawatan <i>scheduled on discard task</i> dan 1 komponen dengan kegiatan <i>no scheduled maintenance</i> . Estimasi peningkatan nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> pada mesin <i>filling</i> R-24 A adalah sebesar 7,44% dan efisiensi biaya sebesar 16,63% atau setara dengan Rp. 33.308.442. (Indriyani Rachmayanti, n.d.)
8	Kristanto Mulyono, Reza (2020)	Peningkatan Produktivitas Mesin <i>Screening Cable Medium Voltage</i> Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	Jurnal Terapan Teknik Industri, Vol. 01 No. 01, Hal. 1-9 Tahun 2020	OEE	Dari hasil penelitian <i>fishbone</i> analisis yang menggunakan 4 unsur, manusia, metode, mesin, lingkungan, dan dari keempat unsur yang dilakukan penelitian, unsur manusia lebih dominan penyebab kerusakan. Dalam perhitungan nilai keandalan 91.20%, kinerja 86.54%, kualitas 99.79%. <i>Losses</i> yang signifikan mempengaruhi nilai efektivitas adalah <i>reduce speed</i> dan <i>defect losses</i> . (Mulyono, 2020)

Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
9	Dewi Nusraningrum, Edvan Gana Senjaya (2019)	<i>Over all Equipment Effectiveness (OEE) Measurement Analysis on Gas Power Plant with Analysis of Six Big Losses</i>	<i>International Journal of Business Marketing and Management (IJBMM)</i> Vol. 4 Issue 11 2019, ISSN: 2456-4559	OEE	Berdasarkan hasil penelitian, nilai OEE dua turbin gas dipengaruhi oleh faktor <i>reduce speed losses, rework losses and breakdown</i> . akar masalahnya berasal dari berbagai penyebab antara lain pengaturan kapasitas produksi yang kurang baik, jadwal perawatan masih belum tepat, kompetensi dan pengetahuan operator masih kurang, dan masalah teknis pada mesin turbin gas. (Nusraningrum & Senjaya, 2019)
10	Candra Setia Bakti, Hayu Kartika (2019)	Analisa Roduktivitas Sistem Perawatan Mesin Dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Di PT. YMN	Jurnal Ilmu Teknik dan Komputer Vol. 3 No. 1 Januari 2019 E-ISSN 2621-1491	OEE	Dari hasil perhitungan OEE didapatkan nilai rata-rata 63%, dan dengan <i>Six Big Losses</i> terbesar dari faktor <i>Breakdown Losses</i> sebesar 67%. Dengan diketahuinya penghambat tersebut diharapkan menjadi acuan untuk langkah-langkah perbaikan yang harus dilakukan. (Bakti & Kartika, 2019)

Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
11	Muhammad Nur, Hattasyir Haris (2019)	Usulan Perbaikan Efektifitas Mesin Melalui Analisa Penerapan TPM Menggunakan Metode OEE Dan <i>Six Big Losses</i> di PT. P&P Bangkinang	<i>Industrial Engineering Journal</i> , Vol. 08 No. 01 Hal. 57-67 Tahun 2019, ISSN	TPM dan OEE	Hasil dari penelitian ini mendapatkan beberapa masalah dalam perawatan mesin dengan ratio persentasi nilai rata-rata <i>Overall Equipment Effectiveness</i> adalah 88,42% dan ada juga factor kerugian dengan menggunakan metode <i>Six Big Losses</i> dengan total waktu 732,86 jam. Untuk mengurangi masalah yang ada maka dibutuhkan solusi sebuah media berupa lembaran checklist yang berfungsi untuk melakukan perawatan mesin <i>drayer</i> dan mengumpulkan data tentang jenis masalah yang terjadi pada mesin <i>drayer</i> . (Nur & Haris, 2019)
12	Gedefaye Achamu, Alehegn Melese, Bereket Haile, Balasundara	<i>TPM and RCM Implementation in Textile Company for Improvement of Overall Equipment Effectiveness</i>	<i>International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering</i> (ijasre) Vol. 04 Issue 10, 2018 E-ISSN: 2454-8006	TPM dan RCM	Hasil penelitian ini menunjukkan sistem pemeliharaan / preventif yang terabaikan dari industri juga berkontribusi terhadap efek ini. Karya penelitian ini kemudian mengusulkan model sistem pemeliharaan berdasarkan temuan di proses. Kemudian menyoroti bagaimana menggabungkan <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) dengan implementasi dan pelaksanaan pemeliharaan Total Produktif Maintenance (TPM) yang berbeda untuk meningkatkan perhatian peralatan secara keseluruhan. (Achamu et al., 2018)

Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
13	S. Nallusamy, Vijay Kumar, Vivek Yadav, Uday Kumar Prasad & S.K. Suman (2018)	<i>Implementation Of Total Productive Maintenance To Enhance The Overall Equipment Effectiveness In Medium Scale Industries</i>	<i>International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD)</i> ISSN (E): 2249-8001 Vol. 8, Issue 1, Feb 2018, 1027-1038	TPM dan OEE	Analisis hasil menunjukkan bahwa, <i>downtime losses</i> bukan satu-satunya parameter yang mempengaruhi, tetapi <i>idle time</i> mesin adalah faktor lain yang mempengaruhi nilai OEE. Terbukti bahwa persentase OEE dapat ditingkatkan secara substansial dengan menerapkan TPM <i>lean tools</i> seperti <i>Jishu Hozen, Kaizen</i> dll di perusahaan manufaktur. Sambil menghitung OEE, faktor-faktor yang mempengaruhinya diidentifikasi dan langkah-langkah peningkatan kinerja dilakukan. Dari yang diamati Hasilnya, ditemukan bahwa, persentase OEE dapat ditingkatkan dari 55,45% menjadi 68,04% dengan menerapkan teknik ini di industri skala menengah. (Nallusamy et al., 2018)
14	Alfathih, Mega Yuni (2018)	Analisa Efektifitas Dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Dan FMEA Pada Mesin <i>Furnace</i> di PT. Barata Indonesia (Persero)	Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi	OEE dan FMEA	Rata-rata nilai OEE ada bulan Januari-Desember 2017 pada mesin <i>furnace</i> 73.45 %. Hasil <i>six big losses</i> dan analisis diagram <i>fishbone</i> menunjukkan bahwa faktor terbesar yang menyebabkan rendahnya pencapaian nilai OEE pada mesin <i>furnace</i> adalah <i>Reduce Speed Loss, Equipment Failure (Breakdown Loss), Setup and Adjustmen Loss dan Process Defect Loss</i> . Hasil RPN menunjukkan penyebab kegagalan terbesar pada faktor <i>Reduce Speed Loss</i> adalah <i>Tap Changer</i> terlalu panas dan terdapat kabel yang mengganggu sehingga tidak dapat berputar dengan RPN sebesar 256. (Alfatih, 2018)

Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
15	Fitriadi, Muzakir, Suhardi (2018)	Integrasi <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Dan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) Untuk Meningkatkan Efektifitas Mesin <i>Screw Press</i> di PT. Beurata Subur Persada Kabupaten Nagan Raya	Jurnal Optimalisasi Vol. 4 No.2 Tahun 2018	OEE dan FMEA	Nilai rata-rata OEE 86,14%. Ini berarti bahwa mesin <i>screw press</i> yang digunakan masih sangat efektif dalam proses menekan TBS. Dari hasil analisis faktor <i>six big losses</i> , dapat dilihat bahwa penurunan kehilangan kecepatan adalah faktor yang sangat signifikan dalam penurunan nilai OEE pada mesin <i>screw press</i> dengan rata-rata 52,69% atau dengan waktu 130,47 menit. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa nilai RPN yang terbesar adalah 180 pada <i>breakdown losses</i> untuk jenis kegagalan yaitu bearing patah, kemudian yang terbesar kedua adalah 120 pada <i>reduced speed losses</i> untuk jenis kegagalan yaitu kecepatan mesin berkurang. Hasil penilaian FMEA dengan RPN terbesar (angka prioritas risiko) untuk setiap kategori adalah 180 dan 120.(Fitriadi et al., 2018)
16	Supriyadi, Gina Ramayanti, Romi Afriansyah (2017)	Analisis <i>Total Productive Maintenance</i> Dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> Dan <i>Fuzzy Failure Mode And Effects Analysis</i>	SINERGI Vol. 21, No. 3, Oktober 2017: 165-172	OEE dan FFMEA	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE pada tahun 2015 sekitar 52,05%, masih di bawah standar nilai OEE sebesar 85%. Penyebab utamanya adalah adanya gangguan belt sobek karena gesekan belt dengan support return ketika belt conveyor mengalami jogging yang berdampak pada terganggunya penyaluran abu. Modifikasi dapat menghindari kerugian perusahaan sebesar Rp. 582.548.800. (Supriyadi et al., 2017)

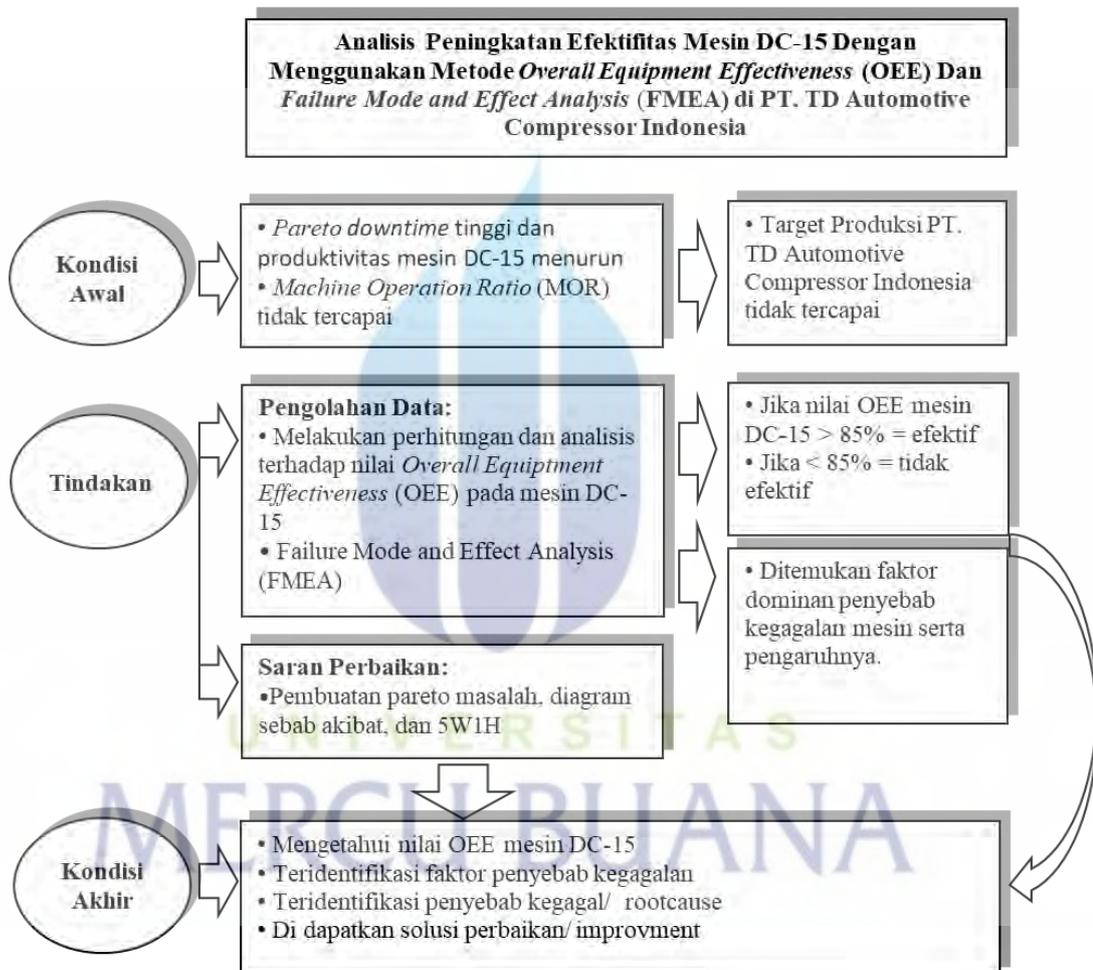
Tabel 2.4 Hasil Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Penulis (Tahun)	Judul Artikel	Nama Jurnal	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
17	Irma Rizkia, Hari Ardianto, Yoanita Yuniati (2015)	Penerapan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Dan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) Dalam Mengukur Kinerja Mesin Produksi Winding NT -880N Untuk Meminimalisir Six Big Losses.	Jurnal Online Institute Teknologi Nasional, Vol. 03 No.04 2015	OEE dan FMEA	Penelitian dilakukan pada bulan Juli 2014-Juni 2015 diperoleh rata-rata persentase nilai <i>availability ratio</i> sebesar 84,777%, <i>performance efficiency</i> sebesar 49,740%, dan <i>rate of quality product</i> sebesar 78,368%. (Rizkia et al., 2015)

Yang membedakan penelitian terdahulu (Alfatih, 2018; Fitriadi et al., 2018; Supriyadi et al., 2017; Rizkia et al., 2015) dengan penelitian yang penulis lakukan adalah objek yang diteliti yaitu mesin *Die Casting 15* dimana memiliki tingkat efektifitas yang rendah sehingga perlu dilakukan analisa dan improvement. Selain itu juga metode yang digunakan tidak hanya OEE tetapi FMEA dan beberapa *tools* lainnya seperti *pareto diagram*, *cause and effect diagram* dan 5W1H analisis agar dapat diketahui nilai efektifitas mesin tersebut dan nilai *Risk Priority Number* sehingga akar permasalahan lebih mengerucut dan meminimalisir terjadi kesalahan analisis masalah dan penanganan perbaikan.

2.3 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan penjelasan sementara terhadap gejala-gejala yang menjadi objek permasalahan dalam penelitian. Kerangka berpikir yang baik akan menjelaskan secara teoritis hubungan antara variabel yang akan diteliti (Sugiyono, 2017).



Gambar 2.13 Kerangka pemikiran