

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

PT. Permata Hijau Group adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang industri pengelolaan kelapa sawit yang didirikan pada tahun 1984 dengan bisnis inti di perkebunan kelapa sawit. Perusahaan ini bergerak dalam bidang pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) sebagai bahan baku utama yang diperoleh dari pabrik-pabrik pengolahan kelapa sawit. Dalam perkembangan industri sekarang ini, mendorong semua perusahaan untuk menghasilkan produk yang berkualitas terlepas dari biaya investasi yang harus dikeluarkan. Hal ini dampak dari persaingan dalam hal menjaring konsumen, karena konsumen pada akhirnya akan mencari produk yang berkualitas. Mesin merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan produksi jika dikelola dengan baik akan menghasilkan barang berkualitas yang baik (Abbas & Shafiee, 2020).

PT. Permata Hijau Group ini memiliki mesin produksi yaitu pompa sentrifugal yang menjadi jantung perusahaan dalam produksi minyak goreng. Pompa sentrifugal merupakan salah satu peralatan vital dalam industri, khususnya pada sistem pemrosesan cairan seperti di sektor minyak dan gas, petrokimia, pengolahan air, serta manufaktur. Keandalan dan efisiensi kerja pompa sangat berpengaruh terhadap kontinuitas proses produksi dan efisiensi operasional secara keseluruhan. Namun, dalam praktiknya sering dijumpai masalah terkait *unplanned downtime*, kapasitas kerja yang tidak optimal, hingga frekuensi perawatan yang

tinggi yang berdampak pada penurunan produktivitas dan peningkatan biaya operasional.

Saat melakukan proses produksi, PT. Permata Hijau Grup mengalami *unplanned downtime*, yang diakibatkan oleh kerusakan mesin (*breakdown*) dan waktu *set up* mesin yang tidak terjaga. Penyumbang kerusakan terbesar yang dialami perusahaan adalah pompa sentrifugal yaitu sebanyak 15 kali (36%), sehingga penelitian ini berfokus pada pompa tersebut. Kemudian berturut-turut diikuti pompa Bran+Luebbe sebanyak 14 kali (33%), *compressor* NEA sebanyak 6 kali (11%), pompa *Sterling* (718G02) sebanyak 5 kali (9%), pompa *Robushi* (718G02) sebanyak 1 kali (2%) dan Pompa *Uraca* (718G03) sebanyak 1 kali (2%).

Pompa sentrifugal seringkali mengalami *downtime* yang disebabkan karena adanya kerusakan yang diantaranya berupa getaran tinggi, bearing rusak dan lain-lain, sehingga proses produksi menjadi terhenti. Kerugian yang ditanggung perusahaan akibat adanya kerusakan adalah kegiatan produksi menjadi terhenti. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan permasalahan dengan jelas agar dapat melakukan peningkatan kinerja mesin dengan efektif dan optimal (Kuncahyo, 2014).

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi serta meningkatkan efisiensi peralatan industri adalah metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Dengan melakukan analisis dan peningkatan pada nilai OEE, efisiensi operasional pompa sentrifugal diharapkan dapat meningkat secara signifikan, baik dari segi waktu operasi, performa teknis, maupun kualitas

keluaran. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan meningkatkan efisiensi kerja pompa sentrifugal dengan menggunakan pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai alat ukur dan dasar perbaikan kinerja mesin secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi sebagai berikut:

- 1) Bagaimana nilai efektivitas kerja pompa sentrifugal saat ini diukur menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)?
- 2) Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan rendahnya nilai OEE pada pompa sentrifugal di lokasi studi?
- 3) Langkah perbaikan apa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai OEE dan efisiensi operasional pompa sentrifugal?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengetahui dan menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada pompa sentrifugal berdasarkan tiga indikator utama, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*.
- 2) Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab penurunan efisiensi kerja pompa sentrifugal melalui analisis komponen OEE.
- 3) Merumuskan strategi dan tindakan perbaikan yang dapat meningkatkan kinerja dan efektivitas operasional pompa sentrifugal.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini bagi perusahaan adalah sebagai berikut:

- 1) Perusahaan dapat mempertimbangkan hasil penelitian terhadap gambaran kinerja pompa sentrifugal secara kuantitatif melalui nilai OEE.
- 2) Membantu dalam identifikasi akar masalah yang menyebabkan penurunan efisiensi, seperti *downtime* yang tinggi atau performa yang tidak optimal.
- 3) Menjadi dasar pertimbangan untuk pengambilan keputusan perbaikan atau penggantian unit pompa.

1.5 Batasan Masalah dan Asumsi

1.5.1 Batasan Masalah

Supaya menjaga faktor yang tidak diinginkan masuk dalam penelitian ini, dibuat batasan masalah sebagai berikut:

- 1) Batasan masalah dalam penelitian ini adalah aliran proses produksi di departemen *Hydrogenation*.
- 2) Penelitian hanya dilakukan pada pompa sentrifugal horizontal tipe end-suction yang beroperasi secara kontinu dalam sistem produksi.
- 3) Efisiensi yang dilakukan pada penelitian ini berdasarkan metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dengan kriteria *Availability, Performance, Quality*.
- 4) Data yang digunakan adalah data operasional, *downtime* dan *maintenance* selama periode 1 tahun Mei 2024 – April 2024.

1.5.2 Asumsi- Asumsi

- 1) Variabel lainnya tidak dibahas dalam penelitian ini, seperti biaya produksi dan perawatan, *produktivity*.
- 2) Tidak ada perubahan dalam proses produksi.
- 3) Standar penilaian OEE yang relevan.
- 4) *Manpower* yang ditugaskan telah terlatih.
- 5) Lingkungan operasional yang stabil.
- 6) Data operasional yang tersedia akurat dan valid.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Untuk menggambarkan secara garis besar batas dan luasnya penelitian ini maka berikut ini adalah sistematika penulisan dari penelitian ini:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan kegunaan penelitian, serta sistematika penulisan skripsi. Dalam bab ini dibahas tentang masalah yang dihadapi dan tujuan diadakannya penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini diuraikan mengenai tinjauan-tinjauan kepustakaan yang berisi teori-teori pendukung yang digunakan dalam menganalisa dan pemecahan masalah yang ada di perusahaan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan penelitian mulai dari lokasi dan tempat penelitian, jenis penelitian, objek penelitian, model penelitian, tahapan penelitian

(*flow chart*) jenis data metode pengumpulan data, pengolahan data, analisa pemecahan masalah serta jadwal penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan data yang didapat dari proses pengumpulan data yang dilakukan selama penelitian dan untuk dilakukan pengolahan data

BAB V ANALISIS DAN EVALUASI

Bab ini berisikan analisa pembahasan dari proses pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan pada bab sebelumnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang dapat diambil oleh penulis dari hasil penelitian ini serta rekomendasi saran-saran yang perlu bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

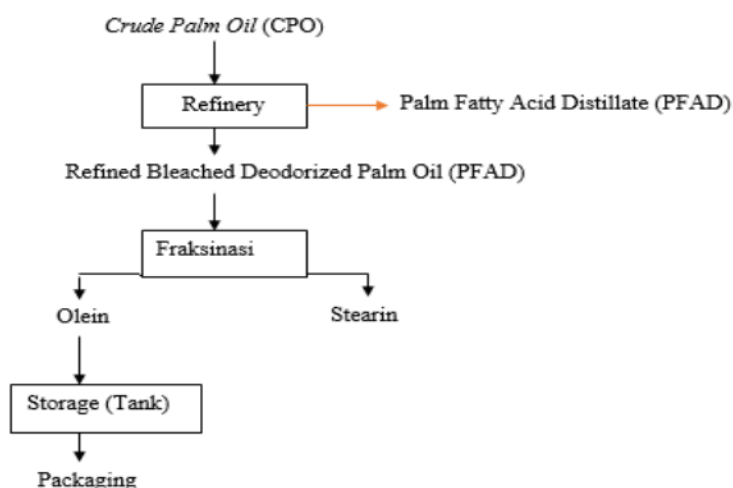
LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 *Crude Palm Oil (CPO)*

Crude Palm Oil (CPO) merupakan minyak mentah yang di dalamnya masih mengandung getah dan bahan-bahan pencemar berupa kotoran maupun *flavor* yang tidak diinginkan. Untuk itu, sebelum diolah menjadi berbagai produk olahan minyak dan lemak, perlu dilakukan proses pemurnian CPO menjadi *Refined Bleached and Deodorized Palm Oil (RBDPO)*. RBDPO adalah turunan pertama dari pengolahan CPO yang merupakan produk setengah jadi yang membutuhkan proses yang cukup panjang melalui tahapan-tahapan seperti pada gambar 2.1 (Soni Fajar Mahmud, 2019)



Gambar 2. 1 Proses Pengolahan CPO

Crude palm oil atau minyak kelapa sawit merupakan bahan baku utama yang digunakan untuk pembuatan minyak goreng. *Crude palm oil* adalah minyak

kelapa sawit mentah yang belum dimurnikan. *Crude palm oil* diperoleh dari hasil ekstraksi atau proses pengempaan daging buah kelapa sawit. CPO ini diperoleh dari berbagai wilayah penghasil CPO seperti Sumatra dan Kalimantan (Yudisha et al., 2024). CPO yang diterima oleh PT. Permata Hijau Grup sudah dalam bentuk cairan atau pasta. CPO adalah minyak nabati yang agak kental berwarna kuning jingga kemerah-merahan yang mengandung asam lemak bebas dan banyak provitamin A.

PT. Permata Hijau Group adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang industri pengelolaan kelapa sawit yang didirikan pada tahun 1984 dengan bisnis inti di perkebunan kelapa sawit. Perusahaan ini bergerak dalam bidang pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) sebagai bahan baku utama yang diperoleh dari pabrik-pabrik pengolahan kelapa sawit. Produk yang dihasilkan dari pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) ini adalah minyak goreng RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Olein*) atau disebut juga olein sebagai produk utama dan RBDST (*Refined Bleached Deodorized Stearin*) atau disebut juga stearin serta PFAD (*Palm Fatty Acid Destilate*) sebagai produk sampingan.

2.2 Proses Stearin

Pada proses pengolahan lemak special atau *Speciality Fats* dibagi menjadi 3 plant atau stasiun produksi yaitu yang pertama proses fraksinasi dimana pada proses fraksinasi terjadi proses pemisahan antara minyak olein dan minyak stearin. Selanjutnya menuju ke stasiun *Semi Continuous Deoderizer* dan yang terakhir masuk ke stasiun Hidrogenasi sebelum akhirnya diolah menjadi produk

akhir. Adapun alur produksi pada proses yang ada di PT. Permata Hiau Group dapat dilihat pada Lampiran 1.

Objek penelitian ini adalah Pompa Sentrifugal yang berada pada *Department Hidrogenation* untuk *feed stearin* PT. Permata Hijau Group. Pompa Sentrifugal merupakan berfungsi untuk memindahkan/ mentransfer suatu fluida dari suatu tempat ketempat lainnya yang diinginkan. Dalam hal ini akan direncanakan suatu pompa untuk mentransfer minyak sawit dari tangki harian ke tangki timbun (*Stronge tank*). Sedangkan minyak padat (stearin) dijatuhkan ke melting tank untuk dilakukan proses pelelehan menggunakan steam coil sebelum dialirkan ke stearin *storage tank*. Proses pemisahan olein dan stearin dilakukan dengan bantuan media cairan squeezing.

PT. Permata Hijau Grup menjalankan pengolahan CPO menjadi produk turunannya dengan proses *refinery* (pemurnian) dan *fractionation* (pemisahan). Proses *refinery* (pemurnian) adalah proses mengubah CPO menjadi FBDPO meliputi tahap *degumming* dengan asam fosfat, *bleaching* dengan *activated bleaching earth* dan tahap deodorasi dengan menggunakan *stripping agent* berupa *steam*. Proses *physical refining* merupakan proses pemurnian fisik pada CPO yang bertujuan untuk menghilangkan FFA, warna, dan bau pada minyak (Wardana, 2023).

Untuk menghilangkan FFA, warna, dan bau, dibutuhkan proses deodorisasi, pada suhu tinggi dan tekanan vakum, dengan cara menguapkan FFA yang memiliki volatilitas lebih tinggi dari komponen minyak. Namun pada kondisi suhu tinggi dan tekanan vakum, kemungkinan terjadi efek samping proses

seperti reaksi isomerisasi, polimerisasi dsb, yang dapat menurunkan kualitas minyak. Oleh sebab itu, untuk mencegah dan meminimalisir efek samping tersebut, sebelum proses deodorisasi, dilakukan proses *pretreatment* (*degumming*) dan *bleaching* pada minyak, yang bertujuan untuk menghilangkan impuritis impuritis pada minyak (Wardana, 2023).

Stearin dari Gambar 2.1 didapatkan ketika CPO dan CPKO sudah di pisahkan, CPO di proses kembali secara *Refinery* lalu di teruskan Fraksinasi untuk memisahkan Olein dan Stearin. Proses *Refinery* ini memiliki tujuan untuk menghilangkan zat *non-triglyceride* yang dimulai dengan menghilangkan gum atau *phosphatides*. *Phosphatides* ini mengandung viskositas yang mempengaruhi kualitas CPO, lalu menghilangkan FFA (*Free Fatty Acid*) dan menghilangkan warna dengan mengambil pigmen. Setelah itu dilanjutkan dengan proses Fraksinasi untuk memisahkan Stearin dan Olein, dimana Stearin berbentuk padat dan Olein cair.

Stearin sendiri mengandung banyak asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh, namun komponen yang paling banyak asam palminat. Tergantung ingin digunakan untuk apa, Stearin ini bisa di masak lagi dengan standar RBD (*Refined, Bleached dan Deodorized*). Stearin merupakan hasil samping pembuatan minyak goreng dari *Crude Palm Oil* (CPO) yang terdiri dari asam lemak jenuh dan mempunyai atom C16 –C18 dominan yang berperan terhadap kekerasan dan sifat detergensis. Stearin memiliki asam lemak yang didominasi oleh asam palmitat (C16) sebesar 47,2-73,8% dan oleat (C18:1) 15,6-37% lebih banyak dari pada fraksi olein, dan CPO. Menjadikan stearin sawit merupakan bahan baku yang

sesuai dan harganya cukup murah selain itu fraksi stearin memiliki bilangan setana lebih besar. Gambar 2.2 menjelaskan spesifikasi palm stearin dari hasil proses produksi yang dilakukan di PT. Permata Hijau Group.

4. REFINED BLEACHED & DEODORISED PALM STEARIN (RBDPS)	
>> FFA as Palmitic	0.2% Max
>> Moisture & Impurities (M&I)	0.15% Max
>> Iodine Value (IV)	48 Max
>> Melting Point	44 °C Min
>> Color (5¼" Lovibond Cell)	3 Red Max

Gambar 2. 2 Spesifikasi Palm Stearin

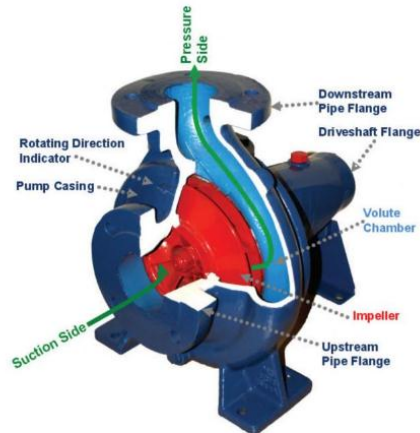
Sumber: PT. Permanta Hijau Group

Bilangan *Iod* adalah sifat kimia minyak yang dipakai untuk mengetahui banyaknya ikatan rangkap atau ikatan tidak jenuh dalam minyak. Asam lemak tidak jenuh dalam minyak atau lemak mampu menyerap sejumlah *iod* dan membentuk ikatan jenuh. Besarnya jumlah *iod* yang diserap oleh minyak inilah yang menunjukkan banyaknya ikatan rangkap. Semakin tinggi titik cair semakin rendah kadar asam lemak tidak jenuh dan demikian pula derajat ketidak jenuhan (bilangan *iod*) dari lemak yang bersangkutan. Asam lemak jenuh biasanya padat dan asam lemak tidak jenuh adalah cair, karenanya semakin tinggi bilangan *iod* semakin tidak jenuh dan semakin lunak lemak tersebut.

2.3 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah salah satu jenis peralatan pompa yang paling banyak digunakan di industri dan yang paling sederhana dalam berbagai proses operasinya. Pompa sentrifugal merupakan pompa tekanan dinamis yang menggunakan konsep kecepatan tekanan untuk menaikkan tekanan kerja fluida, dimana poros merupakan tempat kedudukan *impeller* yang dilengkapi dengan

vanes (sudu-sudu) seperti Gambar 2.2. *Impeller* biasanya diputar dengan memakai motor dan diselubungi oleh rumah pompa (*casing*) (Amoi Simo;on, 2022).



Gambar 2. 3 Pompa Sentrifugal

Prinsip kerja pompa tersebut berfungsi untuk memindahkan/ mentransfer suatu fluida dari suatu tempat ketempat lainnya yang diinginkan. Dalam hal ini akan direncanakan suatu pompa untuk mentransfer minyak sawit dari tangki harian ke tangki timbun (*Stronge tank*) pada suatu pabrik kelapa sawit (Amoi Simo;on, 2022).

PT. Permata Hijau Grup memiliki jenis pompa sentrifugal seperti pada Gambar 2.3 yang beroperasi dalam proses produksi.



Gambar 2. 4 Pompa Sentrifugal PT. Permata Hijau Group

Sumber: PT. Permata Hijau Group

Proses pemompaan minyak ke reaktor *Hydrogenation* dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Sumber minyak berasal dari tangki penyimpanan (*holding tank*) setelah tahap *bleaching* dan *deodorisasi*
- 2) Minyak dipanaskan terlebih dahulu (biasanya menggunakan *heat exchanger* atau *coil steam*) agar mencapai suhu operasional $\pm 120\text{--}200^\circ\text{C}$, tergantung spesifikasi reaktor.
- 3) Kemudian dipompa dengan pompa sentrifugal atau pompa gear (jika viskositas tinggi) menuju reaktor *hydrogenation* (biasanya reaktor *batch* atau *continuous*). Pompa yang digunakan harus tahan suhu tinggi dan inert terhadap bahan kimia (material *stainless steel* sering digunakan).
- 4) Setelah masuk ke reaktor, *feed* disirkulasikan bersama gas hidrogen dan katalis dengan agitator, sementara tekanan dijaga konstan (biasanya 2–10 bar).
- 5) Setelah reaksi selesai, hasilnya (*hydrogenated oil*) dikeluarkan untuk proses pendinginan, penyaringan (untuk memisahkan katalis), dan selanjutnya ke tahap pengemasan atau fraksinasi.

Ciri-ciri dan karakteristik pompa sentrifugal:

- 1) Mampu bekerja pada putaran tinggi karena dapat langsung dikopling dengan motor penggerak mulanya.
- 2) Bentuk lebih kecil dan bobot lebih ringan dibanding dengan pompa jenis torak.

- 3) Keausan yang terjadi cukup kecil karena sedikit sekali komponen yang bergesekan.
- 4) Biasanya beroperasi pada kapasitas yang besar namun pada *head* yang rendah hingga sedang. Untuk mendapatkan *head* yang tinggi, maka digunakan pompa sentrifugal bertingkat banyak.

Pada pompa sentrifugal, motor penggerak akan memutar *impeler* pompa, sehingga zat cair yang ada didalamnya akan ikut berputar karena dorongan sudu-sudu. Akibatnya akan timbul gaya sentrifugal yang menyebabkan cairan meninggalkan *impeler* dengan kecepatan tinggi, selanjutnya energi kinetik diubah menjadi energi tekanan fluida dengan melewatkannya pada *casing* yang berupa saluran dengan penampang yang semakin meluas/membesar. Perubahan energi yang terjadi berdasarkan dari dua bagian utama pompa, *impeler* dan *volute* atau *difuser*. *Impeler* adalah bagian yang berputar yang mengubah energi mekanis poros menjadi energi kinetik. Rumah keong (*volute casing*) adalah bagian stasioner yang mengubah energi kinetik menjadi energi tekanan (Amoi Simo;on, 2022).

Energi yang diciptakan oleh gaya sentrifugal adalah energi kinetik. Jumlah energi yang diberikan kepada cairan adalah proporsional terhadap kecepatan di tepi atau ujung baling-baling *impeller*. Semakin cepat *impeler* berputar atau *impeller* yang lebih besar, maka semakin tinggi kecepatan cairan di ujung baling-baling dan semakin besar energi diberikan kepada cairan.

Energi kinetik cairan yang keluar dari *impeler* dimanfaatkan dengan menciptakan suatu resistensi terhadap aliran. Hambatan pertama adalah dibuat

oleh volut pompa (*casing*) yang menangkap cairan dan memperlambat ke bawah. Dalam nosel keluar, cairan lebih lanjut berkurang kecepatannya yang diubah menjadi tekanan sesuai dengan prinsip Bernoulli.

Apabila pada saat produksi sedang berlangsung dalam keadaan permintaan akan suatu produk meningkat, tetapi mesin mengalami kerusakan atau kurang siap digunakan, maka akan berpengaruh pada keuntungan dari produksi produk akan berkurang dan meningkatnya biaya untuk memperbaiki mesin yang rusak (Hadi Ariyah, 2022). Maka dari itu, sangat penting sekali untuk memberikan perhatian secara khusus kepada mesin.

Terkadang terganggunya proses produksi disebabkan adanya masalah dalam mesin produksi tersebut misalnya karena kerusakan mesin pada saat proses produksi sedang berlangsung (Hadi Ariyah, 2022). Kondisi mesin akan cenderung mengalami penurunan kemampuan dalam melakukan tugasnya. Selain masalah umur sebagai factor internal, ada beberapa faktor eksternal yang mempengaruhi kinerja mesin yaitu kesalahan dalam pengoperasian mesin, input bahan baku yang tidak sesuai dan kesalahan instalasi peralatan pendukung ataupun penyebab lainnya yang mengakibatkan mesin tersebut tidak dapat bekerja seperti keadaan normal (Hadi Ariyah, 2022).

Dalam mengatasi masalah tersebut ada berapa tahapan yang harus diperhatikan, yaitu salah satunya perawatan mesin (*maintenance*). Perawatan mesin merupakan salah satu unsur penting yang mendukung dalam peningkatan produktifitas suatu perusahaan khususnya yang bergerak dibidang manufaktur, dengan adanya sistem perawatan mesin yang baik diharapkan kualitas dan

produktivitas mesin dapat meningkat yaitu dengan cara menurunkan waktu *downtime* dan menaikkan keefektifan mesin.

Saat ini PT. Permata Hijau Grup melakukan jadwal *Preventive Maintenance* (PM) untuk mengurangi serta mengantisipasi terganggunya proses produksi. Tabel 2.1 menjelaskan jadwal dan kegiatan PM pompa sentrifugal yang sudah diatur perusahaan.

Tabel 2.1 Kegiatan dan Jadwal *Preventive Maintenance* Pompa Sentrifugal

Bulan	Kegiatan Utama	Jenis Maintenance	Keterangan
Jan-24	Pemeriksaan awal tahun	Preventive	Cek tekanan, suhu, dan pelumas
Feb-24	Pembersihan impeller & casing	Preventive	Bersihkan kerak dan sumbatan
Mar-24	Penggantian mechanical seal	Corrective	Jika ditemukan kebocoran
Apr-24	Pengukuran getaran & alignment	Predictive	Deteksi dini kerusakan bearing
May-24	Overhaul ringan	Corrective	Bongkar impeller & shaft
Jun-24	Pemeriksaan sistem pelumasan	Preventive	Tambah atau ganti oli/grease
Jul-24	Penggantian bearing	Corrective	Jika aus atau goyang
Aug-24	Kalibrasi sensor tekanan & suhu	Predictive	Pastikan akurasi monitoring
Sep-24	Pemeriksaan kopling & poros	Preventive	Cek kekencangan dan keausan
Oct-24	Overhaul besar (jika perlu)	Corrective	Bongkar total, ganti komponen
Nov-24	Uji performa pompa	Predictive	Bandingkan dengan data awal
Dec-24	Evaluasi akhir tahun	Preventive	Laporan OEE & rencana tahun depan

Sumber: Pengumpulan Data

2.4 Total Productive Maintenance (TPM)

Manajemen pemeliharaan mesin/ peralatan modern dimulai dengan apa yang disebut *preventive maintenance* (pemeliharaan pencegahan) yang kemudian berkembang menjadi *productive maintenance*. Kedua metode pemeliharaan ini

umumnya diangkat dengan PM dan pertama kali diterapkan oleh industri-industri manufaktur di Amerika Serikat dan pusat segala kegiatannya ditempatkan pada satu departemen yang disebut dengan *maintenance department*.

Preventive maintenance mulai dikenal pada tahun 1950-an, yang kemudian berkembang seiring dengan berkembangnya teknologi yang ada dan kemudian pada tahun 1960-an muncul apa yang disebut dengan *productive maintenance*. (TPM) mulai dikembangkan pada tahun 1970-an pada perusahaan Nippondenso Co. Di negara Jepang yang merupakan pengembangan konsep *maintenance* yang diterapkan pada perusahaan industri manufaktur Amerika Serikat yang disebut *preventive maintenance*. Mempertahankan kondisi mesin/peralatan yang mendukung pelaksanaan proses produksi merupakan komponen yang penting dalam pelaksanaan pemeliharaan unit produksi. Tujuan dan pemeliharaan produktif adalah untuk mencapai apa yang disebut dengan profitable PM (Ismuaji et al., 2022).

TPM adalah hubungan kerjasama yang erat antara perawatan dan organisasi produksi secara menyeluruh yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk, mengurangi waste, mengurangi biaya produksi, meningkatkan kemampuan peralatan dan pengembangan dan keseluruhan sistem perawatan pada perusahaan manufaktur. Secara menyeluruh definisi dari TPM menurut Nakajima mencakup lima elemen berikut:

- 1) TPM bertujuan untuk menciptakan suatu sistem preventive maintenance (PM) untuk memperpanjang umur penggunaan mesin/peralatan.

- 2) TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas mesin/ peralatan secara keseluruhan (*overall effectiveness*).
- 3) TPM dapat diterapkan pada berbagai departemen (seperti engineering, bagian produksi, bagian *maintenance*).
- 4) TPM melibatkan semua orang mulai dari tingkatan manajemen tertinggi hingga para operator lantai pabrik.
- 5) TPM merupakan pengembangan dan sistem *maintenance* berdasarkan PM melalui manajemen inovasi: *autonomous small group activities*.

Subjek utama yang menjadi ide dasar dan kegiatan TPM adalah manusia dan mesin. Dalam Penelitian sebelumnya (Ismuaji et al., 2022) Damanik menyebutkan bahwa untuk dapat mengubah pola pikir manusia terhadap konsep pemeliharaan yang selama ini biasa dipakai. pola pikir “saya menggunakan peralatan dan orang lain yang memperbaiki” harus diubah menjadi “saya merawat peralatan saya sendiri”. Untuk itu para karyawan dituntut untuk dapat belajar menggunakan dan merawat mesin/peralatan dengan baik dan dengan demikian perlu dipersiapkan suatu sistem pelatihan yang baik.

Manfaat dari penerapan TPM secara sistematis dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan pada khususnya menyangkut faktor-faktor berikut ini:

- 1) Peningkatan produktivitas dengan menggunakan prinsip-prinsip TPM akan meminimalkan kerugian-kerugian pada perusahaan.
- 2) Meningkatkan kualitas dengan TPM, meminimalkan kerusakan pada mesin/peralatan dan waktu mesin tidak bekerja (*downtime*) dengan metode yang terfokus.

- 3) Waktu *delivery* ke konsumen dapat ditepati, karena produksi yang tanpa gangguan akan lebih mudah untuk dilaksanakan.
- 4) Biaya produksi rendah karena rugi-rugi dan pekerjaan yang tidak memberi nilai tambah dapat dikurangi.
- 5) Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja lebih baik.
- 6) Meningkatkan motivasi tenaga kerja karena hak dan tanggung jawab didelegasikan pada tiap orang.

Petunjuk dan prosedur penetapan TPM secara rinci untuk memaksimalkan produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan harus disesuaikan dengan kondisi perusahaan itu sendiri. Tiap perusahaan harus merancang dan mengembangkan rencana kegiatan *maintenance* sendiri, karena kebutuhan dan permasalahan yang dihadapi berbeda antara satu perusahaan dengan perusahaan lainnya, tergantung pada jenis perusahaan, metode produksi yang diterapkan, serta kondisi dan jenis mesin/peralatan yang digunakan. Terdapat beberapa kondisi dasar yang harus dipenuhi dalam pengembangan prinsip-prinsip TPM. Secara umum, untuk dapat berhasil dalam penetapan TPM ada 5 tahapan kegiatan pengembangan TPM yaitu:

- 1) Mengeliminasi *six big losses* untuk meningkatkan efektivitas mesin/peralatan dengan cara menganalisisnya.
- 2) Program kegiatan pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*).
- 3) Membuat jadwal program *maintenance* bagi departemen *maintenance*.
- 4) Meningkatkan skill operator mesin/peralatan pada personal *maintenance*.
- 5) Merancang kegiatan manajemen mesin/peralatan (Ismuaji, 2022).

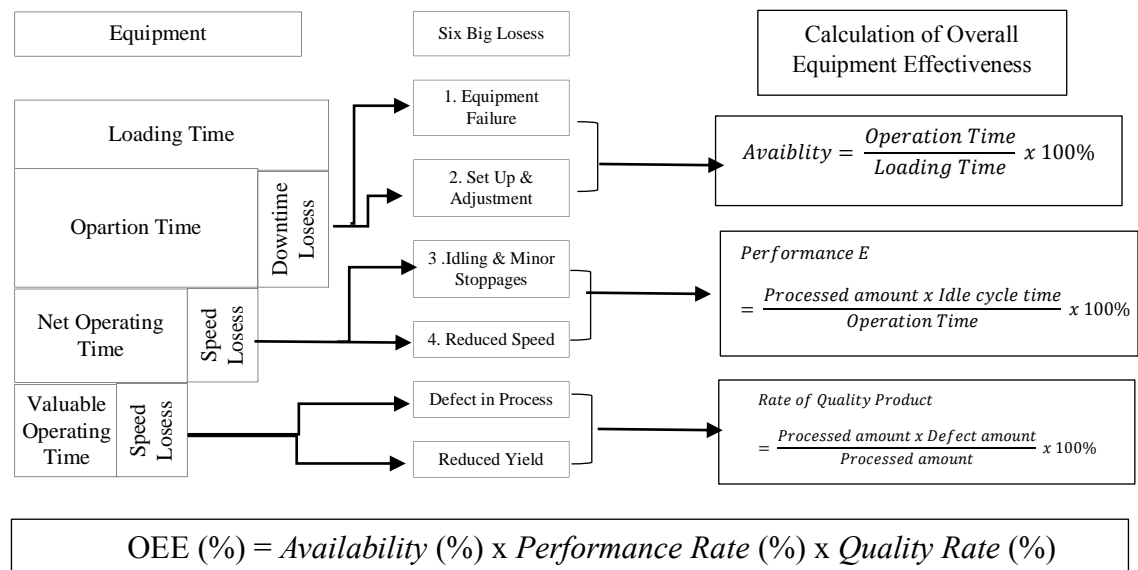
2.5 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall equipment effectiveness (OEE) adalah metode pengukuran dasar untuk mengukur kinerja. *Overall Equipment Effectiveness* adalah tingkat keefektifan fasilitas secara menyeluruh yang diperoleh dengan memperhitungkan *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate* (Amalia et al., 2021). OEE merupakan ukuran yang menyeluruh yang mengindikasikan tingkat efektifitas mesin/peralatan dan kinerjanya secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitas ataupun efisiensi mesin/peralatan (Ismuaji et al., 2022).

OEE merupakan metode yang umum digunakan dalam penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM), yang mengukur efektivitas suatu mesin atau peralatan berdasarkan tiga komponen utama diantaranya *availability* (ketersediaan waktu operasi), *performance* (kinerja) dan *quality* (kualitas output). Dengan menerapkan metode OEE, perusahaan dapat secara kuantitatif mengidentifikasi akar penyebab inefisiensi dan menyusun strategi perbaikan yang lebih terarah. Dalam konteks pompa sentrifugal, penerapan metode OEE belum banyak dieksplorasi secara mendalam, terutama dalam skala operasional harian. Padahal, penerapan OEE dapat menjadi alat evaluasi yang sangat bermanfaat dalam mendeteksi kelemahan sistem pemompaan seperti penurunan laju aliran, konsumsi energi yang tidak proporsional, dan kerusakan berulang.

Overall equipment effectiveness (OEE) merupakan produk dari *six big losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *six big losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan

dalam mengukur kinerja mesin/peralatan yakni, *downtime losses*, *speed losses* dan *defect losses* seperti dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Nilai OEE ideal adalah 100%, namun sebagai patokan kinerja OEE kelas dunia (*OEE Factor World Class*) maka, *Availability* sebesar 90.0% *Performance* sebesar 95.0% *Quality* sebesar 99.9% Overall OEE sebesar 85.0% (Eka & Nugroho, 2017). Formula dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE (\%) = Availability (\%) \times Performance Rate (\%) \times Quality Rate (\%)$$

2.5.1 Ketersediaan (*Availability*)

Availability merupakan rasio operation time terhadap waktu loading timenya. Sehingga untuk dapat menghitung *availability* mesin dibutuhkan nilai-nilai dari:

- 1) Waktu operasi (*operation time*)
- 2) Waktu persiapan (*loading time*)

3) Waktu tidak bekerja (*downtime*)

Nilai ketersediaan (*availability*) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Waktu persiapan (*Loading time*) adalah waktu yang tersedia (*availability time*) perhari atau perbulan dikurangi dengan waktu mesin tidak bekerja yang direncanakan (*planned downtime*).

$$Loading\ Time = Total\ Available\ Time - Planned\ Downtime$$

Waktu mesin tidak bekerja yang direncanakan (*planned downtime*) adalah jumlah waktu mesin tidak bekerja yang telah direncanakan dalam rencana produksi, termasuk didalamnya waktu mesin tidak bekerja (*downtime*) mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya. Waktu operasi (*operation time*) merupakan hasil pengurangan waktu persiapan (*loading time*) dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*), dengan kata lain waktu operasi adalah waktu operasi yang tersedia (*available time*) setelah waktu-waktu *downtime* mesin dikeluarkan dan total waktu yang tersedia (*total available time*) yang direncanakan.

Downtime mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/ peralatan (*equipment failure*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin/peralatan, pelaksanaan prosedur *set-up* dan *adjustment* dan lain sebagainya.

2.5.2 *Performance Efficiency*

Performance Efficiency merupakan hasil perkalian dan rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*). Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *Performance Efficiency*:

- 1) Waktu siklus ideal/ waktu standar (*Ideal cycle time*)
- 2) Jumlah produk yang diproses (*Processed amount*)
- 3) Waktu operasi mesin (*Operation time*)

Performance Efficiency dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Performance } E = \frac{\text{Processed amount} \times \text{Idle cycle time}}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

2.5.3 Rasio Kualitas Produk (*Rate of Quality Products*)

Rasio kualitas produk adalah rasio jumlah produk yang baik terhadap jumlah produk total yang diproses. Jadi rasio kualitas produk adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut:

- 1) Jumlah produk yang diproses (*Processed amount*)
- 2) Jumlah produk yang cacat (*Defect amount*) Rasio kualitas produk dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed amount} \times \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\%$$

Sejalan dengan meningkatnya ketiga faktor yang terdapat dalam OEE maka kapabilitas Perusahaan juga meningkat. Dengan memasukkan keenam faktor yang terdapat dalam six big losses dalam perhitungan OEE, pada pertama kali umumnya perusahaan hanya mempunyai tingkat OEE sekitar 50% sampai

60%, dengan kata lain pabrik hanya menggunakan setengah dari potensi kapasitas efektifitas mesin/peralatan yang mereka miliki (Ismuaji et al., 2022).

2.6 *Six Big Losses* (Enam Kerugian Besar)

Pengukuran produktivitas *six big losses* ini adalah kegiatan dan tindakan-tindakan yang tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin/peralatan dan meminimalkan *downtime* mesin/ peralatan. Akan tetapi banyak faktor yang dapat menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin/peralatan. Rendahnya produktivitas mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisien. Adapun enam kerugian besar (*six big losses*) tersebut adalah sebagai berikut (Ismuaji et al., 2022)

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

2.6.1 Kerugian karena Kerusakan Peralatan (*Equipment Failure*)

Kerusakan mesin/peralatan (*Equipment Failure/ Breakdowns*) akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia yang berakibat pada berkurangnya

volume produksi atau kerugian material akibat produk cacat yang dihasilkan. Kerusakan yang terjadi berulang-ulang seperti ban berjalan yang macet atau roda gigi yang aus relatif lebih mudah untuk diketahui dan tindakan perbaikan dan pencegahan biasanya lebih mudah dan jelas. Di sisi lain kerusakan- kerusakan kronis yang kecil dan tidak kasat mata biasanya sering terabaikan dan sepertinya dapat dicegah, misalnya tombol yang tidak berfungsi, dan masalah-masalah yang berhubungan dengan kualitas atau mesin yang berhenti sesaat. *Equipment Failure / Breakdowns* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.6.2 Kerugian karena Persiapan Peralatan (*Setup and Adjustment*)

Kerugian karena persiapan peralatan adalah semua waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan- kegiatan pengganti satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya. Dengan kata lain total waktu yang dibutuhkan mesin tidak berproduksi guna menyiapkan mesin ke kondisi ideal sampai mesin itu siap untuk berproduksi. Sekarang ini metode untuk mengurangi lamanya waktu persiapan telah banyak diterapkan pada industri manufaktur modern. Hampir semua metode persiapan bertujuan untuk mereduksi lamanya waktu persiapan mesin/ peralatan.

Setup and Adjustment dapat dihitung sebagai berikut (Ismuaji, 2022):

$$\text{Setup \& Adjustment Losses} = \frac{\text{Setup \& Adjustment time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.6.3 Kerugian karena Operasi Menunggu Maupun karena Berhenti Sesaat

(Idling and Minor Stoppages Losess)

Kerugian karena beroperasi tanpa bahan maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan suatu mesin/peralatan berhenti berulang-ulang atau mesin/peralatan beroperasi tanpa menghasilkan produk. Sebagai contoh mesin beroperasi tetapi bahan yang akan diproses tersangkut pada konveyor dan tidak mencapai mesin/peralatan. Jika kondisi ini terjadi biasanya mesin akan berfungsi kembali jika material yang akan diproses dipindahkan kembali mesin/peralatan. Umumnya operator tidak terlalu memperhatikan atau malah mengabaikan kondisi ini karena biasanya mudah ditanggulangi, tetapi waktu nganggur tetap akan menurunkan efektivitas dan efisiensi dan mesin/peralatan dan harus dihilangkan secara mutlak (Juna, 2016). *Idling and Minor Stoppages Losess* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Idling \& Minor Stoppages Losess} = \frac{\text{Nonproductive time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.6.4 Kerugian karena Penurunan Kecepatan Operasi (*Reduced Speed*)

Menurunnya kecepatan produksi timbul jika kecepatan operasi aktual lebih kecil dan kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal. Menurunnya kecepatan produksi antara lain disebabkan oleh (Ismuaji, 2022):

- 1) Kecepatan mesin yang dirancang tidak dapat dicapai karena perubahan jenis produk atau material yang tidak sesuai dengan mesin/peralatan yang digunakan.

- 2) Kecepatan produksi mesin/peralatan menurun akibat operator tidak mengetahui berapa kecepatan normal mesin/peralatan sesungguhnya.
- 3) Kecepatan produksi sengaja dikurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin/peralatan dan kualitas produk yang lebih tinggi.

Masalah-masalah yang timbul seperti diatas muncul karena sering terabaikan padahal sebenarnya hal-hal tersebut yang akan berkembang dan akan memberikan kontribusi yang besar pada enam kerugian besar (Six big losses) yang akan menurunkan efektifitas dan efisiensi mesin/peralatan (Juna, 2016).

Reduced Speed Losses dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Reduced Speed} = \frac{\text{Operation time} - (\text{Ideal cycle} \times \text{Processed amount})}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.6.5 Kerugian karena Produk Cacat Maupun karena Kerja Produk Diproses Ulang

Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, biaya tambahan untuk pengerjaan ulang, dan limbah produksi meningkat. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan Kembali ataupun untuk memperbaiki produk yang cacat. Walaupun waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki cacat produk hanya sedikit tetapi kondisi seperti ini dapat menimbulkan masalah yang semakin besar. Yang termasuk ke dalam jenis *defect losses* adalah *rework losses* dan *yield and scrap losses*. *Process defect losses* dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Ideal cycle} \times \text{Rework}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.6.6 Kerugian pada Awal Waktu Produksi hingga Mencapai Kondisi Produksi yang Stabil (*Reduced Yield Losses*)

Reduced Yield Losses adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang telah ditetapkan. Kerugian yang ditimbulkan tergantung pada faktor-faktor seperti operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin/peralatan atau cetakan ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang dilakukan.

Beberapa hal yang berhubungan dengan kerugian yang mungkin timbul pada tahap awal produksi dapat diterima karena tidak dapat dihindarkan, akan tetapi tetap dibutuhkan tindakan untuk meminimalkannya agar mesin/peralatan yang digunakan tetap dapat beroperasi pada kondisi ideal yang diharapkan. Kondisi operasi mesin/peralatan produksi tidak akan akurat ditunjukkan jika hanya didasarkan pada perhitungan satu faktor saja, misalnya *performance efficiency* saja. Dan enam faktor pada *six big losses* baru gangguan kecil (*minor stoppages*) saja yang dihitung pada *performance efficiency* mesin/peralatan (Ismuaji et al., 2022)

Reduced Yield Losses dapat dihitung sebagai berikut:

$$YS = \frac{\text{Ideal cycle} \times \text{Reject}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.7 Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah histogram data yang mengurutkan dari frekuensi yang terbesar hingga yang terkecil, serta dihitung juga kumulatifnya. Alfredo Pareto adalah orang yang pertama kali memperkenalkan diagram pareto ini.

Tujuannya pada saat itu untuk mendistribusikan kesejahteraan masyarakat, kemudian Dr. Joseph Juran mengembangkannya lagi sehingga dapat digunakan pada berbagai macam bidang. Diagram ini membantu manajemen secara cepat mengidentifikasi area paling kritis yang membutuhkan perhatian khusus dan cepat. Analisis pareto adalah proses dalam memperingkat peluang untuk menentukan peluang potensial mana yang harus dikejar lebih dahulu.

Analisis pareto harus digunakan pada berbagai tahap dalam suatu program peningkatan kualitas untuk menentukan langkah mana yang diambil berikutnya. Diagram pareto mempunyai ciri khas yaitu sumbu y merupakan persen terhadap total reject dan penyajian data dalam grafik atau diagram sekaligus menampilkan baik grafik batang dari nilai persentase masing-masing *reject* terhadap *total reject* maupun grafik garis mengenai persen kumulatifnya. Oleh karena itu diagram pareto digunakan untuk menunjukkan prioritas pada suatu masalah dimana kepada masalah dominan tersebut dapat dilakukan penyelesaian yang terarah. (Ismuaji et al., 2022).

2.8 Diagram Sebab Akibat

Diagram tulang ikan atau *fishbone diagram* adalah salah satu metode/ *tool* di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram Sebab Akibat atau *cause effect* diagram. Penemunya adalah seorang ilmuwan jepang pada tahun 60-an. Bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran 1915 di Tikyo Jepang yang juga alumni teknik kimia Universitas Tokyo. Sehingga sering juga disebut dengan diagram ishikawa. Metode tersebut awalnya lebih banyak digunakan untuk manajemen kualitas. Yang menggunakan data verbal

(*non-numerical*) atau data kualitatif. Dr. Ishikawa juga ditengarai sebagai orang pertama yang memperkenalkan 7 alat atau metode pengendalian kualitas (*7 tools*). Yakni *fishbone diagram*, *control chart*, *run chart*, *histogram*, *scatter diagram*, *pareto chart*, dan *flowchart*.

Dikatakan *Diagram Fishbone* (Tulang Ikan) karena memang berbentuk mirip dengan tulang ikan yang moncong kepalanya menghadap ke kanan. Diagram ini akan menunjukkan sebuah dampak atau akibat dari sebuah permasalahan, dengan berbagai penyebabnya. Efek atau akibat dituliskan sebagai moncong kepala. Sedangkan tulang ikan diisi oleh sebab-sebab sesuai dengan pendekatan permasalahannya. Dikatakan diagram *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat) karena diagram tersebut menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan pengendalian proses statistik, diagram sebab-akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

Langkah-langkah pembuatan *cause and effect* diagram sebagai berikut:

- 1) Gambarkanlah panah dengan kotak di ujung kanan dan tentukan masalah yang hendak diperbaiki/diamati dan usahakan adanya tolak ukur yang jelas dari permasalahan tersebut sehingga perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilakukan.
- 2) Tentukan faktor-faktor penyebab utama yang diperkirakan merupakan sumber terjadinya penyimpangan atau yang mempunyai akibat pada permasalahan yang ada tersebut. Gambarkan anak panah (cabang- cabang) yang menunjukkan faktor penyebab ini yang mengarah pada panah utama.

- 3) Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci yang secara nyata berpengaruh atau mempunyai akibat pada faktor-faktor penyebab utama tersebut. Tuliskan detail faktor tersebut di kiri kanan gambar panah cabang faktor-faktor utama dan buatlah anak panah (ranting) menuju ke arah panah cabang tersebut.
- 4) Periksa apakah semua *item* yang berkaitan dengan karakteristik *output* benar-benar sudah dicantumkan dalam diagram.
- 5) Carilah faktor-faktor penyebab yang paling dominan (Ismuaji, 2022).

2.9 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan sebagai bahan pebandingan penelitian. Penelitian yang telah dilakukan hingga saat ini tentang menganalisa efisiensi pompa sentrifugal dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagaimana pada Tabel 2.2.

Penelitian Terdahulu

No	Penulis/ Tahun	Judul	Hasil Review
1	(Amalia et al., 2021)	Analisis Efektivitas Pompa Distribusi PDAM IPA II Bandarmasih dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness	PDAM Bandarmasih menggunakan cara manual untuk evaluasi mesin tiap bulannya, yaitu dengan cara pengecekan jumlah debit air yang dihasilkan. Maka dari itu dilakukan evaluasi mesin atau mengukur efektivitas mesin pompa distribusi dengan metode OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>). Lalu dilakukan perhitungan <i>Six Big Losses</i> dan diagram sebab akibat (<i>fishbone</i>) guna menganalisa masalah yang terjadi pada mesin tersebut. Dapat disimpulkan bahwa dari enam mesin pompa distribusi yang beroperasi empat diantaranya sudah efektif dan dua mesin belum efektif.
2	(Kuncahyo, 2014)	Pendekatan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) di Stasiun Press Palm	Perusahaan ini masih mengalami masalah terhadap losses minyak yang tinggi akibat dari kurang efektifnya kerja mesin yang tidak optimal karena system perawatan/pemeliharaannya. Penelitian dilakukan dengan

No	Penulis/ Tahun	Judul	Hasil Review
		Oil Pada Mesin Digester Dan Mesin Press PT. Bangkitgiat Usaha Mandiri dengan Menggunakan Indikator OEE dan Metode FMECA (<i>Failure Mode Effect And Critical Analysis</i>)	menggunakan metode TPM untuk mereduksi kerusakan dengan mesin menggunakan OEE serta metode FMECA. Dari hasil analisis dan perhitungan yang dilakukan berdasarkan data – data tersebut, maka nilai OEE dari mesin digester dan mesin press dapat diketahui. Kemudian hasil nilai tersebut dilakukan perbandingan dengan keadaan sebelum dan setelah penerapan TPM.
3	(Eka & Nugroho, 2017)	Analisa Perhitungan Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Tiga Proses Pengolahan CPO dan Analisis Six Big Losses di Pabrik Kelapa Sawit PT. (Bukit Barisan Indah Prima) BBIP PALM GROUP	Hasil perhitungan OEE bulan Januari – Februari 2015 menunjukkan bahwa efektivitas mesin masih rendah yaitu berkisar antara 43.77% - 58.88 %. Penyebab utama rendahnya nilai OEE pada 3 proses pengolahan CPO adalah <i>performance rate</i> akibat performa dari mesin yang sudah menurun karena faktor mesin yang tua dan perusahaan belum mampu untuk mengganti mesin karena harganya mahal , hal tersebut membuat kecepatan dalam memproduksi produk rendah dterjadi keterlambatan antar proses serta banyak produk cacat.
3.	(Hadi Ariyah, 2022)	Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Peningkatan Efisiensi Mesin Batching Plant (Studi Kasus: PT. Lutvindo Wijaya Perkasa)	Dari penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bnilai OEE yang di dapatkan pada mesin Batching Plant yaitu 80,45%, sedangkan untuk standar OEE internasional yaitu 85% sehingga perlu adanya perbaikan. Faktor yang menjadi prioritas perbaikan yaitu performance atau kinerja mesin dalam memproduksi beton, karena nilai <i>performance</i> merupakan nilai terendah dari tiga faktor yang mempengaruhi nilai OEE.
4.	(Purba et al., 2023)	Potensi Penurunan Downtime Pompa Bran Luebbe Dalam Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Dengan Metode Reliability Centered Maintenance di PT X	Pompa Bran+Luebbe seringkali mengalami <i>downtime</i> yang disebabkan karena adanya kerusakan yang diantaranya berupa Diaphragm pompa, Oil Seal bocor, Bleed Valve sumbat, Gasket bocor dan lain-lain, sehingga proses produksi menjadi terhenti. Kerugian yang ditanggung perusahaan akibat adanya kerusakan adalah kegiatan produksi menjadi terhenti. Analisa penelitian ini digunakan dengan metode RCM dan diperoleh bahwa dengan menemukan kritikal perawatan, perusahaan dapat menurunkan downtime menjadi 34.02%.
5.	(Ridwansyah, Nusraningrum, Sutawijaya, et al., n.d.)	Analisis Overall Equipment Effectiveness untuk Mengendalikan	Nilai OEE di analisa menggunakan Metode Six Big Losses (SBL) untuk menemukan faktor kerugian dan analisa diagram <i>fishbone</i> untuk menemukan akar masalah dan membuat usulan

No	Penulis/ Tahun	Judul	Hasil Review
		<i>Six Big Losses</i> Pada Mesin Pembuatan Nugget	untuk perbaikan. Akar masalah yang ditemukan adalah pelaksanaan <i>autonomous maintenance</i> (AM) yang belum baik, ketiadaan <i>spareparts management system</i> (SM) and <i>maintenance management system</i> (MIS), dan rendahnya keterampilan karyawan
6.	(Siagian & Mardianti, 2024)	Peningkatan Kinerja Mesin Manual Melalui Penggunaan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Dan Identifikasi <i>Six Big Losses</i> (Studi Kasus Di Pabrik Pakaian PT XYZ)	Perusahaan ini menghadapi tantangan utama terkait kinerja mesin yang digunakan dalam operasionalnya. Meskipun diharapkan dapat memberikan kontribusi optimal, mesin-mesin tersebut sering mengalami gangguan akibat usia yang sudah tua. Dampaknya, proses produksi terganggu sementara waktu. Hasil rata-rata OEE yang dihasilkan dari penelitian ini mencapai 31,15%. Analisis ini menunjukkan bahwa rendahnya produktivitas mesin atau peralatan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk masalah ketersediaan mesin, kinerja yang tidak optimal, dan kualitas produk yang kurang baik.
7.	(Akbar Waluyo & Widyaningrum, 2023)	Perbaikan Sistem Perawatan Mesin Forming dengan Metode FMECA dan RCM Berdasarkan Analisis OEE Pada PT XYZ	Mesin <i>forming</i> memiliki kontribusi terbesar penyumbang kecacatan produk, sehingga perlu dilakukan tindakan khusus guna mengurangi bahkan menghilangkan terjadinya kecacatan yang disebabkan oleh mesin forming tersebut. Metode OEE digunakan untuk mengidentifikasi tingkat efektivitas mesin forming, metodologi FMECA digunakan untuk mengidentifikasi mesin kritis, dan metodologi RCM digunakan untuk menentukan interval perbaikan dan perawatan mesin dan menentukan task selection dalam kegiatan perawatan. Hasil penelitian diketahui nilai OEE mesin forming sebesar 83,79% yang mana hal tersebut merupakan dibawah standar, Berdasarkan analisis FMECA diketahui bahwa terdapat 2 komponen yang tergolong komponen kritis yaitu sheet loading dan moulding.

Sumber: Pengumpulan Data

2.10 Jadwal Pelaksanaan

Jadwal penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah seperti pada Lampiran 2.