

Artikel Penelitian

Analisis Efektivitas Mesin *Palletizer* D dalam Upaya Meminimalisasi *Downtime* Area *Dispatch* pada Perusahaan Produsen Semen di Indonesia

Nazhira Alya Zevana^{*}, Fany Apriliani

Sekolah Vokasi, Manajemen Industri, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 18 Juli 2025
Revisi Akhir: 03 Januari 2026
Diterbitkan Online: 04 Januari 2026

KATA KUNCI

Downtime
OEE
Palletizer
Six Big Losses

KORESPONDENSI

Phone: +62 819-1112-4822
E-mail: nazhiraalyazevana99@gmail.com

A B S T R A K

Penelitian ini dilakukan pada salah satu perusahaan yang memproduksi semen tersebar di Indonesia dan Asia Tenggara. Pada area *Dispatch*, terdapat 4 mesin *palletizer* yang beroperasi selama 24 jam tanpa henti dan berperan penting dalam proses pengemasan akhir. Berdasarkan data historis, mesin *palletizer* D tercatat memiliki durasi *downtime* tertinggi, sehingga menjadi fokus penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan *downtime* mesin dengan menggunakan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses*. Berdasarkan hasil penelitian pada mesin *palletizer* D menghasilkan nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada periode Juni hingga Oktober 2024 sebesar 74%. Analisis *Six Big Losses*, ditemukan bahwa kategori kerugian yang paling dominan adalah *breakdown losses* dengan persentase sebesar 15%. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa permasalahan utama yang terjadi disebabkan oleh kerusakan pada komponen motor, sehingga diperlukan penggantian komponen dengan unit yang baru untuk mengurangi potensi terjadinya kerugian serupa di masa mendatang.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan signifikan terhadap dinamika perekonomian, terutama dalam sektor industri. Perkembangan industri saat ini memasuki abad ke-21 yang berada di era revolusi industri 4.0 yang mana setiap industri akan mengembangkan dan meningkatkan produktivitasnya. Revolusi industri telah mengalihkan sistem kerja manusia dari yang mengandalkan tenaga manual menjadi pemanfaatan mesin. Perubahan ini menuntut perusahaan untuk terus berinovasi dan meningkatkan kualitas produk agar mampu bersaing. Dalam menghadapi tantangan tersebut, perusahaan perlu menerapkan kebijakan dan strategi yang tepat guna mencapai tujuan. Melalui penerapan strategi yang terarah serta fokus pada inovasi, perusahaan tidak hanya mampu bertahan dalam persaingan, tetapi juga memanfaatkan peluang baru yang muncul di pasar global.

Penelitian dilaksanakan pada perusahaan publik yang tergabung dalam kelompok industri semen di Indonesia. Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan produsen semen yang memiliki jaringan distribusi di seluruh Indonesia dan kawasan Asia Tenggara. Efisiensi dan efektivitas dalam proses produksi menjadi faktor utama yang menentukan daya saing suatu Perusahaan. Dalam penelitian ini, area *Dispatch* dipilih menjadi fokus penelitian karena menjadi tahap terakhir dalam aliran proses produksi semen, produk semen dikemas menjadi barang jadi (*finish goods*) dengan menjaga kualitas produk selama proses distribusi yang berhubungan langsung dengan pelayanan kepada konsumen [1].

Pada area *Dispatch* dipilih karena produk memerlukan tahapan tambahan proses pengemasan sebelum siap untuk dikirim. Alur proses pada area *Dispatch* diawali dengan pengiriman semen yang dipindahkan dari silo menggunakan *air slide*,

setelah itu bongkahan material yang belum halus akan masuk ke mesin *screening* untuk dilakukan proses filterisasi. Kemudian butiran semen dikemas menggunakan mesin *packer* melalui *spout* untuk dilakukan pengisian semen pada kantong. Setelah itu, kantong semen akan dialirkan menggunakan *belt conveyor* menuju galeri gudang. Pada akhir *belt conveyor*, produk semen akan disusun dalam satu palet dengan menggunakan mesin *palletizer*.

Fokus utama dalam penelitian ini diarahkan pada mesin *palletizer*, karena mesin tersebut merupakan jantung utama pada area *Dispatch*. Apabila mesin *palletizer* mengalami gangguan atau berhenti beroperasi, maka rangkaian mesin lainnya di area tersebut juga tidak dapat berjalan. Fungsi dari mesin *palletizer* itu sendiri yaitu untuk menyusun produk kantong semen jadi di atas palet secara otomatis. Penggunaan *palletizer* memberikan keuntungan utama dalam meningkatkan efektifitas dan mempercepat proses produksi dengan mengurangi waktu yang diperlukan secara signifikan. Pada area *Dispatch* terdapat 4 buah mesin *palletizer*, pada Gudang 1 terdapat 2 buah mesin dengan kode A dan B tipe *pneumatic*, sedangkan pada Gudang 2 terdapat 2 buah mesin dengan kode C dan D dengan tipe *motorize*. Keempat mesin tersebut beroperasi secara terus-menerus selama 24 jam setiap hari, dengan target produksi harian sebesar 8.250 ton [2].

Seluruh mesin *palletizer* harus beroperasi secara optimal untuk memenuhi target produksi harian. Oleh karena itu, upaya dalam meminimalisasi *downtime* mesin *palletizer* dengan durasi *downtime* yang tertinggi menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Hal tersebut dapat memengaruhi efektifitas mesin *palletizer* dalam upaya memenuhi target produksi. Perhitungan berikut ini diambil dari sistem perusahaan yaitu *Technology Information System* (TIS) dan telah diolah kembali untuk analisis lebih lanjut. Adapun hasil identifikasi terhadap keempat mesin *palletizer* dengan durasi *downtime* terlama menggunakan data historis dari bulan Juni hingga Oktober 2024 sebagai berikut:

Tabel 1. Rata-rata per Bulan Jumlah Durasi *Downtime* Mesin *Palletizer* pada *Dispatch* Periode Juni - Oktober 2024

Bulan	Downtime Mesin Palletizer (Jam)			
	Gudang 1		Gudang 2	
	A	B	C	D
Juni	138,23	101,54	99,57	95,32
Juli	93,9	110,83	101,4	117,69
Agustus	98,31	134,37	138,2	124,92
September	85	99,09	113,38	115,4
Oktober	101,35	129,55	132,64	160,53
Rata-rata/bulan (jam)	103,36	115,08	117,04	122,77

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Berdasarkan hasil observasi di lapangan, mesin *palletizer* pada Gudang 2 memiliki *downtime* yang lebih tinggi dari pada mesin *palletizer* pada Gudang 1. Dari hasil tabel diatas, dapat terlihat rata-rata durasi *downtime* setiap bulannya dari keempat mesin *palletizer* selama periode bulan Juni hingga Oktober 2024. Hal tersebut diperlukan analisis yang lebih mendalam guna mengidentifikasi penyebab utama dari *downtime* dengan frekuensi terbanyak dan durasi terlama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mesin *palletizer* dengan kode D yang memiliki durasi *downtime* terlama.

TINJAUAN PUSTAKA

Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan suatu sistem yang dirancang untuk memelihara dan meningkatkan kualitas produksi dengan melibatkan seluruh karyawan secara berkelanjutan. TPM mencakup kegiatan implementasi budaya kerja 5R, sistem manajemen perawatan fasilitas, dan penerapan 8 pilar utama TPM. Konsep awal TPM berakar dari pemikiran mengenai *Preventive Maintenance* (PM) yang pertama kali dikembangkan di Amerika Serikat, kemudian masuk ke Jepang dan mengalami perkembangan menjadi suatu sistem baru yang menjadi ciri khas pendekatan pemeliharaan di Jepang, yaitu *Total Productive Maintenance* (TPM).

Manajemen Perawatan Fasilitas (*Total Productive Maintenance*) merupakan salah satu disiplin ilmu yang memiliki peranan penting dalam hal pengendalian aktivitas proses produksi dan akan terus berkembang serta telah meluas menjadi sebuah bagian dari sistem didalam perusahaan [3]. Tujuan dari penerapan TPM untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi melalui optimalisasi penggunaan mesin dan peralatan secara menyeluruh melalui program perawatan yang

terencana. Hal ini bertujuan agar mesin selalu dalam kondisi optimal setiap saat, sehingga dapat mendukung kelancaran proses produksi. Selain itu TPM juga bertujuan untuk mengurangi waktu henti pada mesin dan meminimalkan kerusakan dengan melibatkan seluruh karyawan dalam proses perawatan secara berkala.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Metode yang sering digunakan untuk mengukur efektivitas mesin adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) [4]. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan program TPM untuk menjaga peralatan berada dalam kondisi ideal dengan menghapuskan *six big losses* pada suatu mesin atau peralatan. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan alat pengukuran performa proses produksi yang dapat mengukur bermacam-macam *losses* produksi dan mengidentifikasi potensi *improvement* [5].

Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), menetapkan standar nilai OEE yang dianggap baik adalah 85%. Nilai OEE di atas 85% menunjukkan bahwa suatu peralatan atau sistem beroperasi dengan sangat efisien. Secara umum, OEE terdiri dari tiga komponen utama yaitu *Availability* (Ketersediaan), *Performance* (Kinerja), dan *Quality Yield* (Kualitas), yang semuanya berkontribusi terhadap nilai keseluruhan OEE. Dengan meningkatkan OEE, perusahaan dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya operasional, memenuhi target produksi, dan mengurangi kerugian kualitas [6].

Six Big Losses

Six Big Losses adalah hal-hal yang dapat menimbulkan kerugian karena tidak efektifnya penggunaan mesin atau peralatan seperti *downtime losses* (kerusakan peralatan dan *setup*), *speed losses* (mengganggu dan kecepatan berkurang), dan *defects losses* (produk cacat dalam proses dan produksi menurun) [7]. Pada *Six Big Losses* dapat dianggap sebagai faktor-faktor umum yang menyebabkan ketidakefektifan pada mesin. Oleh karena itu, analisis *Six Big Losses* diperlukan untuk mengidentifikasi sumber kerugian yang paling dominan sehingga dapat dirumuskan upaya perbaikan yang tepat guna meningkatkan efektivitas kinerja mesin [8].

Dalam konsep *Six Big Losses*, terdapat 3 kategori utama berdasarkan jenis kerugiannya, yaitu *downtime losses*, *speed losses* dan *defects losses*. *Downtime losses* mencakup dua jenis kerugian, yaitu *breakdown* dan *setup and adjustment*. *Speed losses* juga mencakup dua jenis kerugian, yaitu *idling and minor stoppages* dan *reduced speed*. Sementara itu, *defects losses* mencakup dua jenis kerugian, yaitu *defects in process* dan *reduced yield*. Setiap kerugian tersebut berdampak langsung terhadap nilai *availability*, *performance efficiency*, dan *quality rate* pada suatu mesin [9].

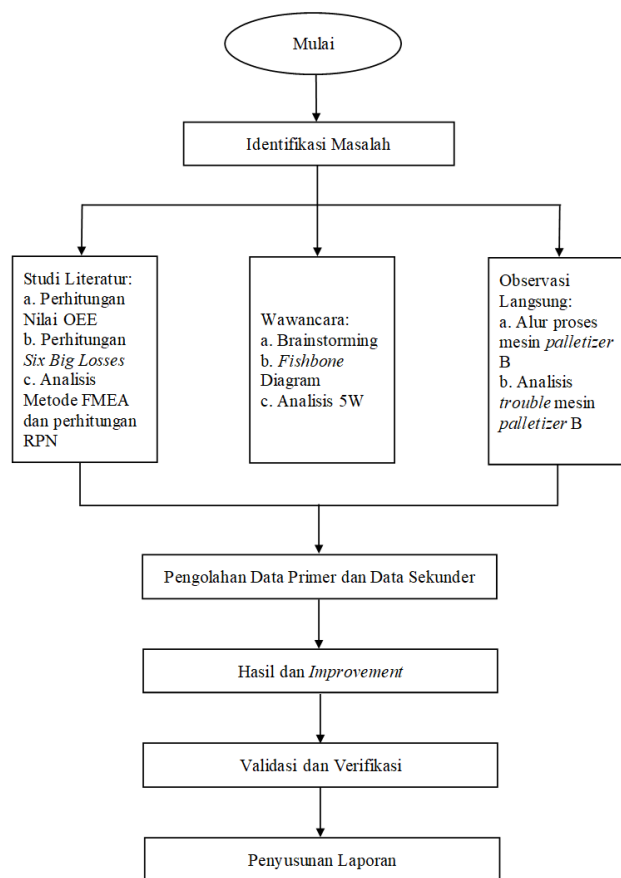
Diagram Pareto

Diagram Pareto merupakan grafik batang yang menyajikan data masalah berdasarkan urutan frekuensi kejadiannya dengan tujuan untuk memprioritaskan masalah yang paling signifikan. Urutannya mulai dari jumlah permasalahan yang paling banyak terjadi hingga pada permasalahan yang frekuensi terjadinya paling sedikit [10]. Prinsip dasar Diagram Pareto adalah aturan 80/20, dimana 80% dari masalah (ketidaksesuaian) berasal dari 20% penyebab utama. Dengan demikian, Diagram Pareto mempermudah manajemen mengidentifikasi area kritis (area yang paling banyak mengakibatkan masalah) yang membutuhkan perhatian lebih dengan cepat [11].

Diagram Fishbone

Diagram *Fishbone* yang juga dikenal sebagai diagram tulang ikan, *cause and effect* diagram, atau ishikawa diagram diperkenalkan pertama kali oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas asal Jepang. Diagram sebab akibat atau *fishbone diagram* adalah bagian dari *seven tools* yang digunakan untuk menganalisa penyebab-penyebab dari masalah utama yang terjadi [12]. Pada diagram ini dapat digunakan untuk menganalisis masalah baik pada tingkat individu maupun organisasi. Manfaat penggunaan diagram ini adalah bahwa itu memfokuskan pada masalah utama bagi individu, tim, atau organisasi dan memudahkan untuk memberikan gambaran singkat tentang masalah tim atau organisasi [13].

METODOLOGI



Gambar 1. Alur Penelitian

Gambar alur penelitian menunjukkan tahapan penelitian yang disusun secara sistematis dan berurutan, dimulai dari tahap awal hingga penyusunan laporan akhir. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah untuk menentukan permasalahan utama yang menjadi fokus kajian, khususnya terkait kinerja mesin *palletizer B* yang memengaruhi efektivitas dan efisiensi proses produksi. Setelah permasalahan teridentifikasi, pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode utama, yaitu studi literatur, wawancara, dan observasi langsung. literatur, wawancara, dan observasi langsung.

Data yang diperoleh selanjutnya diolah sebagai data primer dan data sekunder yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan serta merumuskan usulan perbaikan (*improvement*) guna meningkatkan kinerja mesin dan meminimalkan kerugian. Usulan perbaikan tersebut kemudian melalui tahap validasi dan verifikasi untuk memastikan kesesuaian dengan kondisi aktual dan kelayakan penerapannya.

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis TPM dengan tools OEE dan Enam Kerugian Besar (*Six Big Losses*) untuk mengukur nilai efektivitas mesinnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada salah satu area produksi, yaitu area *Dispatch*. Pada area *Dispatch* merupakan tahap terakhir dalam proses produksi semen kantong, dimana produk akhir disusun dan dipersiapkan untuk didistribusikan. Mesin yang paling vital pada area *Dispatch* adalah mesin *palletizer* yang berfungsi untuk menyusun kantong semen secara otomatis ke atas palet. Mesin *palletizer* harus beroperasi secara optimal selama 24 jam *non-stop*, oleh karena itu, diperlukan pemeliharaan rutin dan pengawasan kondisi mesin secara berkala agar mesin *palletizer* tidak mengalami *downtime* yang lama, yang dapat mengganggu alur produksi dan menurunkan efisiensi operasional.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Effectiveness Equipment (OEE) merupakan metode pengukuran kinerja mesin secara menyeluruh yang digunakan dalam penerapan program *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk memastikan mesin atau peralatan tetap beroperasi dalam kondisi ideal, dengan mengeliminasi enam jenis kerugian utama yang memengaruhi kinerja peralatan. Mesin yang diamati untuk perhitungan nilai OEE, yaitu mesin *palletizer* D. Hasil perhitungan nilai OEE dilakukan selama lima bulan pada periode Juni hingga Oktober tahun 2024. Berikut ini merupakan perhitungan ketiga parameter yaitu *availability*, *performance*, dan *quality yield* untuk mendapatkan nilai OEE pada mesin *palletizer* D:

1. *Availability* (Ketersediaan Waktu)

Availability adalah keseluruhan waktu atau kondisi dimana mesin atau peralatan beroperasi secara optimal tanpa adanya gangguan yang dapat menghentikan proses produksi. Hasil perhitungan *availability* (ketersediaan) dilakukan selama pada periode Juni hingga Oktober 2024. Berikut ini adalah rincian hasil perhitungan setiap bulannya yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai *Availability*

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Unplanned Downtime</i> (menit)	<i>Availability</i> (%)
Juni	42.762	5.719	87
Juli	42.480	7.061	83
Agustus	43.800	7.495	83
September	41.664	6.924	83
Oktober	43.920	9.638	78
Rata-rata			83

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dan tahapan dari persentase *availability* mesin *palletizer* D pada periode Oktober 2024 sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Unplanned\ Downtime}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Availability = \frac{43.920 - 9.638}{43.920} \times 100\%$$

$$= 78\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tabel di atas, menunjukkan bahwa mesin *palletizer* D pada area *Dispatch* memiliki nilai rata-rata *availability* pada selama periode Juni hingga Oktober 2024 sebesar 83%. Nilai tersebut dinyatakan belum mencapai 90% dari standar yang ditentukan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Persentase *availability* tertinggi terjadi pada bulan Juni dengan nilai sebesar 87%, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Oktober dengan nilai sebesar 78%. Rendahnya rata-rata *availability* tersebut disebabkan oleh tingginya durasi *unplanned downtime* karena kegagalan pada mesin *palletizer* D.

2. *Performance* (Kinerja Fasilitas)

Performance adalah kemampuan suatu mesin atau peralatan dalam melaksanakan tugasnya untuk menghasilkan suatu produk. Hasil perhitungan *performance* (kinerja fasilitas) dilakukan selama pada periode Juni hingga Oktober 2024. Berikut ini adalah rincian hasil perhitungan setiap bulannya yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai *Performance*

Bulan	Jumlah Produksi (ton)	Waktu Siklus Ideal (menit/pcs)	Waktu Efektif Mesin (menit)	<i>Performance</i> (%)
Juni	54.437	0,46	32.918	76
Juli	59.069	0,46	33.979	80
Agustus	64.201	0,46	30.438	97
September	62.271	0,46	29.262	98
Oktober	57.557	0,46	27.342	96
Rata-rata				89

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dan tahapan dari persentase *performance* mesin *palletizer* D pada periode Oktober 2024 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Performance} &= \frac{\text{Jumlah Produksi} \times \text{Waktu Siklus Ideal}}{\text{Waktu Efektif Mesin}} \times 100\% \\ \text{Performance} &= \frac{57.557 \times 0,458333}{27.342} \times 100\% \\ &= 96\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tabel di atas, menunjukkan bahwa mesin *palletizer* D pada area *Dispatch* memiliki nilai rata-rata *performance* pada selama periode Juni hingga Oktober 2024 sebesar 89%. Nilai tersebut dinyatakan belum mencapai 95% dari standar yang ditentukan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Persentase *performance* tertinggi terjadi pada bulan September dengan nilai sebesar 98%, sedangkan nilai terendah terjadi pada bulan Juni dengan nilai sebesar 76%. Namun pada bulan September dan Oktober nilai *performance* juga berada di atas standar JIPM.

3. *Quality Yield*

Quality Yield adalah kemampuan suatu mesin atau peralatan dalam menghasilkan produk sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan perusahaan. Hasil perhitungan *quality yield* (tingkat kualitas) dilakukan selama pada periode Juni hingga Oktober 2024. Berikut ini adalah rincian hasil perhitungan setiap bulannya yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai *Quality Yield*

Bulan	Jumlah Produksi (ton)	Jumlah Defect (ton)	<i>Quality Yield</i> (%)
Juni	54.437	59,82	100
Juli	59.069	59,71	100
Agustus	64.201	65,06	100
September	62.271	59,48	100
Oktober	57.557	59,71	100
Rata-rata			100

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dan tahapan dari persentase *quality yield* mesin *palletizer* D pada periode Oktober 2024 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Quality Yield} &= \frac{\text{Jumlah Produksi} - \text{Jumlah Defect}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100\% \\ \text{Quality Yield} &= \frac{57.557 - 59,71}{57.557} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tabel di atas, menunjukkan bahwa mesin *palletizer* D pada area *Dispatch* memiliki nilai rata-rata *quality yield* pada selama periode Juni hingga Oktober 2024 sebesar 100%. Nilai tersebut dinyatakan sudah melebihi 99% dari standar yang ditentukan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Persentase *quality yield* selama bulan Juni hingga Oktober konsisten memiliki nilai sebesar 100%, hal ini menunjukkan bahwa kualitas hasil produksi mesin *palletizer* D berada dalam kondisi optimal.

4. Perhitungan Nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

OEE merupakan indikator yang menggambarkan tingkat efektivitas suatu mesin atau peralatan selama masa operasionalnya. Pada perhitungan OEE mengukur kinerja mesin berdasarkan tiga komponen utama, yaitu *availability*, *performance*, dan *quality yield*. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung nilai OEE:

$$\text{OEE (\%)} = \text{Availability (\%)} \times \text{Performance (\%)} \times \text{Quality Yield (\%)}$$

Hasil perhitungan nilai OEE selama periode Juni hingga Oktober 2024 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai OEE

Bulan	Availability (%)	Performance (%)	Quality Yield (%)	OEE (%)
Juni	87	76	100	66
Juli	84	80	100	67
Agustus	83	97	100	80
September	84	98	100	82
Oktober	78	96	100	76
Rata-rata				74

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dan tahapan dari persentase nilai OEE mesin *palletizer D* pada periode Oktober 2024 sebagai berikut:

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

$$OEE (\%) = 78\% \times 96\% \times 100\%$$

$$= 76\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mesin *palletizer D* pada area *Dispatch* memiliki nilai rata-rata OEE pada selama periode Juni hingga Oktober 2024 sebesar 74%. Meskipun nilai tersebut menunjukkan performa yang cukup baik, namun masih berada di bawah standar ideal OEE menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), yaitu sebesar 85%. Dengan kata lain, masih terdapat ruang untuk perbaikan yang perlu dilakukan agar kinerja mesin dapat mencapai standar tersebut. Persentase nilai OEE tertinggi terjadi pada bulan September dengan nilai sebesar 82%, sedangkan bulan Juni menyumbang nilai OEE paling rendah dengan nilai sebesar 66%. Hal tersebut dipengaruhi oleh faktor *availability* dan *performance* yang menghasilkan persentase rendah. Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan nilai OEE yang dilakukan agar mencapai standar JIPM. Salah satu langkah awal yang strategis adalah dengan melakukan analisis perhitungan *six big losses* untuk mengidentifikasi jenis kerugian yang paling berdampak terhadap efektivitas operasional mesin *palletizer D*.

Six Big Losses

Six Big Losses merupakan metode yang dikenal untuk menentukan enam kategori utama kerugian yang sering terjadi pada mesin atau peralatan dan secara umum menjadi penyebab menurunnya kinerja operasional dalam efisiensi, produktivitas, ataupun standar kualitas. Dengan mengidentifikasi enam kategori kerugian ini, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah strategis untuk meningkatkan kinerja mesin, mengurangi *downtime*, dan meminimalkan dampak negatif pada hasil produksi. Perhitungan *six big losses* meliputi 3 kategori utama, yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses*. Hasil perhitungan *six big losses* pada mesin *palletizer D* periode Juni hingga Oktober 2024 yaitu sebagai berikut

1. Downtime Losses

Downtime losses adalah kerugian yang terjadi akibat waktu henti operasional suatu mesin yang mengakibatkan penurunan produktivitas. Pada kategori *downtime losses* terbagi menjadi 2 macam kerugian yang terdiri dari:

a. Breakdown Losses

Breakdown losses merupakan kerugian yang terjadi ketika mesin mengalami kerusakan secara tiba-tiba yang menghentikan proses produksi. Kondisi ini mengakibatkan waktu yang seharusnya dialokasikan untuk produksi, tetapi digunakan untuk memperbaiki mesin. Hasil perhitungan *breakdown losses* dilakukan selama pada periode Juni hingga Oktober 2024. Berikut ini adalah rincian hasil perhitungan setiap bulannya yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai *Breakdown Losses*

Bulan	Breakdown Time (menit)	Loading Time (menit)	Breakdown Losses (%)
Juni	5.281	42.762	12
Juli	4.901	42.480	12
Agustus	6.655	43.800	15
September	5.868	41.664	14

Oktober	8.912	43.920	20
Rata-rata			15

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dari perhitungan persentase *breakdown losses* mesin pada mesin *palletizer D* periode Oktober 2024 sebagai berikut:

$$Breakdown\ losses = \frac{Total\ Breakdown\ Losses}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Breakdown\ losses = \frac{8.912}{43.920} \times 100\%$$

$$= 20\%$$

b. *Set-up & Adjustment Losses*

Set-up & Adjustment Losses merupakan kerugian yang terjadi selama proses penyesuaian atau pengaturan ulang mesin sebelum memulai atau melanjutkan proses produksi. Kerugian ini mencakup aktivitas seperti penyesuaian parameter mesin, ganti produk 40 kg atau 50 kg, *adjust v-belt lay-off table*, *adjust belt conveyor*. Hasil perhitungan *set-up & adjustment losses* dilakukan selama pada periode Juni hingga Oktober 2024. Berikut ini adalah rincian hasil perhitungan setiap bulannya yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai *Set-up & Adjustment Losses*

Bulan	<i>Set-up & Adjustment</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Set-up & Adjustment Losses</i> (%)
Juni	705	42.762	2
Juli	720	42.480	2
Agustus	720	43.800	2
September	705	41.664	2
Oktober	720	43.920	2
Rata-rata			2

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dari perhitungan persentase *set-up & adjustment losses* mesin pada mesin *palletizer D* periode Oktober 2024 sebagai berikut:

$$Set-up\ \&\ adjustment\ losses = \frac{Total\ Set-up\ \&\ Adjustemnt\ Losses}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Set-up\ \&\ adjustment\ losses = \frac{720}{43.920} \times 100\%$$

$$= 2\%$$

2. *Speed Losses*

Speed losses adalah kerugian yang disebabkan oleh penurunan kecepatan mesin, yang menyebabkan output produksi belum mampu mencapai tingkat yang telah ditargetkan. Pada kategori *speed losses* terbagi menjadi 2 macam kerugian yang terdiri dari:

a. *Idle & Minor Stoppage Losses*

Idle & Minor Stoppage Losses merupakan kerugian yang terjadi ketika mesin mengalami penghentian sementara atau gangguan kecil yang tidak direncanakan selama proses produksi. Kerugian ini biasanya disebabkan oleh *block full*, *test running*, *sholat jumat*, *house keeping*, *clean up* sensor, pallet habis, serta gangguan operasional yang memerlukan waktu singkat untuk pemulihan. Hasil perhitungan *idle & minor stoppage losses* dilakukan selama pada periode Juni hingga Oktober 2024. Berikut ini adalah rincian hasil perhitungan setiap bulannya yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Nilai *Idle & Minor Stoppage Losses*

Bulan	<i>Non Productive Time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Idle & Minor Stoppage Losses</i> (%)
Juni	1.821,6	42.762	4
Juli	501	42.480	1
Agustus	1.462,2	43.800	3
September	1.885,2	41.664	5
Oktober	2.593,2	43.920	6
Rata-rata			4

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dari perhitungan persentase *idle & minor stoppage losses* mesin pada mesin *palletizer* D periode Oktober 2024 sebagai berikut:

$$IMSL = \frac{Non\ Productive\ Time}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Idle\ \&\ minor\ stoppage\ losses = \frac{2.593,2}{43.920} \times 100\% = 6\%$$

b. *Reduced Speed Losses*

Reduced speed losses merupakan kerugian yang disebabkan oleh pengoperasian mesin atau peralatan di bawah kecepatan ideal yang telah ditentukan. Kerugian ini disebabkan oleh faktor seperti keausan pada komponen mesin, pengaturan kecepatan yang tidak optimal, atau kondisi lingkungan yang tidak mendukung, seperti kualitas kantong semen yang buruk. Hasil perhitungan *reduced speed losses* dilakukan selama pada periode Juni hingga Oktober 2024. Berikut ini adalah rincian hasil perhitungan setiap bulannya yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Nilai *Reduced Speed Losses*

Bulan	<i>Operating Time</i> (menit)	Waktu Siklus Ideal (menit)	Jumlah Produksi (ton)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Reduced Speed Losses</i> (%)
Juni	32.918	0,46	54.437	42.762	19
Juli	33.979	0,46	59.069	27.073	16
Agustus	30.438	0,46	64.201	43.800	2
September	29.262	0,46	62.271	41.664	2
Oktober	27.342	0,46	57.557	43.920	2
Rata-rata					8

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dari perhitungan persentase *reduced speed losses* mesin pada mesin *palletizer* D periode Oktober 2024 sebagai berikut:

$$RSL = \frac{Operating\ Time - (Waktu\ Siklus\ Ideal \times Jumlah\ Produksi)}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Reduced\ speed\ losses = \frac{27.342 - (0,46 \times 57.557)}{43.920} \times 100\% = 2\%$$

3. *Quality Losses*

Quality Losses adalah kerugian yang terjadi akibat hasil produksi yang tidak memenuhi standar kualitas perusahaan, sehingga memengaruhi efisiensi dan produktivitas. Pada kategori *quality losses* terbagi menjadi 2 macam kerugian yang terdiri dari:

a. *Defect Losses*

Defect Losses merupakan kerugian yang terjadi akibat produk yang dihasilkan tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan, sehingga perlu diperbaiki (*rework*) atau dibuang (*scrap*). Kerugian ini biasanya disebabkan oleh faktor seperti kesalahan dalam pengaturan mesin, bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi, atau prosedur operasional yang kurang optimal. Hasil perhitungan *defect losses* dilakukan selama pada periode Juni hingga Oktober 2024. Berikut ini adalah rincian hasil perhitungan setiap bulannya yang dapat dilihat

pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Nilai *Defect Losses*

Bulan	Jumlah Produk Defect (ton)	Waktu Siklus Ideal (menit)	Loading Time (menit)	Defect Losses (%)
Juni	59,82	0,46	42.762	0,06
Juli	59,71	0,46	42.480	0,06
Agustus	65,06	0,46	43.800	0,07
September	59,48	0,46	41.664	0,07
Oktober	59,71	0,46	43.920	0,06
Rata-rata				0,06

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dari perhitungan persentase *defect losses* mesin pada mesin *palletizer* D periode Oktober 2024 sebagai berikut:

$$Defect\ losses = \frac{Waktu\ Siklus\ Ideal \times Jumlah\ Defect}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Defect\ losses = \frac{0,46 \times 59,71}{43.920} \times 100\%$$

$$= 0,06\%$$

b. *Reduced Yield*

Reduced Yield merupakan kerugian yang terjadi ketika mesin atau peralatan tidak beroperasi dalam kondisi yang stabil atau optimal pada tahap awal proses produksi. Kerugian ini biasanya disebabkan pengaturan ulang mesin ataupun perbedaan kualitas bahan baku yang digunakan pada awal proses produksi. Hasil perhitungan *reduced yield* dilakukan selama pada periode Juni hingga Oktober 2024. Berikut ini adalah rincian hasil perhitungan setiap bulannya yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Nilai *Reduced Yield Losses*

Bulan	Waktu Siklus Ideal (menit)	Scrap	Loading Time (menit)	Defect Losses (%)
Juni	0,46	0	42.762	0
Juli	0,46	0	42.480	0
Agustus	0,46	0	43.800	0
September	0,46	0	41.664	0
Oktober	0,46	0	43.920	0
Rata-rata				0

Sumber: Data diolah Penulis (2024)

Adapun contoh dari perhitungan persentase *reduced yield* mesin pada mesin *palletizer* D periode Oktober 2024 sebagai berikut:

$$Reduced\ yield = \frac{Waktu\ Siklus\ Ideal \times Scrap}{Loading\ Time} \times 100\%$$

$$Reduced\ yield = \frac{0,46 \times 0}{43.920} \times 100\%$$

$$= 0\%$$

Pada perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* didapatkan keduanya memiliki keterkaitan erat dalam mengidentifikasi dan mengendalikan faktor-faktor yang memengaruhi kinerja mesin. Perhitungan nilai OEE berfungsi untuk mengukur efektivitas keseluruhan suatu mesin atau peralatan melalui tiga komponen utama yaitu *availability* (ketersediaan), *performance* (kinerja), dan *quality yield* (kualitas). Sementara itu, pada perhitungan *six big losses* memiliki tujuan untuk mengidentifikasi enam sumber utama kerugian yang secara langsung berdampak pada ketiga komponen OEE tersebut. Kerugian yang memengaruhi nilai *availability* meliputi *equipment failure* (kerusakan peralatan) dan *setup and adjustment losses* (waktu penyesuaian). Pada nilai *performance* dipengaruhi oleh *idling and minor stoppages* (henti singkat) serta *reduced speed losses* (penurunan kecepatan). Sedangkan nilai *quality yield* terkait dengan *process defect losses* (cacat proses) dan *reduced yield losses* (hasil awal yang buruk).

Berdasarkan hasil perhitungan dari ketiga komponen OEE dan *six big losses* sebelumnya, diketahui bahwa tingginya durasi *unplanned downtime* berdampak signifikan pada *breakdown losses* dengan menyumbang kerugian tertinggi sebesar 15%. Perhitungan *availability* menunjukkan bahwa *unplanned downtime* tertinggi terjadi pada bulan Oktober, yang disebabkan oleh kerusakan komponen motor pada mesin *palletizer* D. Hal ini menyebabkan persentase kerugian

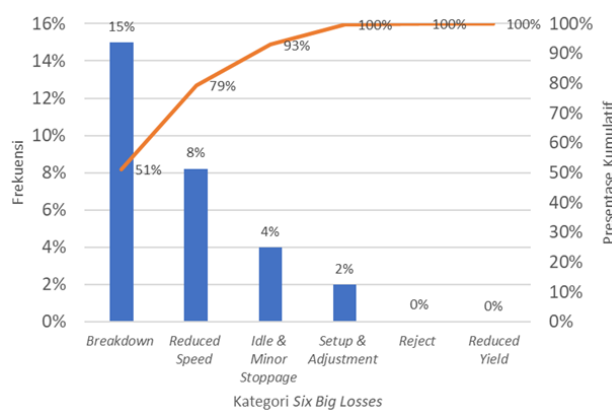
breakdown losses lebih tinggi dibandingkan jenis kerugian lainnya. Selain itu, *performance* menjadi persentase terendah kedua dalam perhitungan OEE, yaitu sebesar 89%, yang masih belum memenuhi standar sesuai dengan ketentuan JIPM. Hasil perhitungan *six big losses*, teridentifikasi bahwa salah satu faktor yang memengaruhi *performance* adalah *reduced speed losses* dengan persentase sebesar 8%. Kerugian ini terjadi karena kecepatan aktual operasi mesin berada di bawah standar kecepatan normal yang seharusnya dicapai selama proses produksi. Persentase *quality yield* dalam perhitungan OEE menjadi persentase tertinggi yaitu sebesar 100%, yang telah memenuhi standar JIPM. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan hasil perhitungan *six big losses* bahwa *reject losses* tidak menyumbang kerugian sehingga tidak memengaruhi nilai *quality yield*.

Dengan demikian, *six big losses* memiliki keterkaitan langsung terhadap penurunan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang berdampak pada berkurangnya efektivitas waktu operasional, menurunnya tingkat produksi, serta terjadinya pemborosan dalam proses produksi secara keseluruhan. Untuk mendukung proses analisis dan pengambilan keputusan, hasil identifikasi *six big losses* dapat divisualisasikan dalam bentuk diagram pareto. Visualisasi ini mempermudah dalam mengidentifikasi dan menetapkan prioritas permasalahan berdasarkan urutan persentase kontribusi kerugian dari yang terbesar hingga yang terkecil. Dengan langkah ini, perusahaan dapat lebih terfokus dalam merumuskan strategi perbaikan yang tepat pada sumber masalah yang paling utama. Berikut ini adalah rekapitulasi data serta diagram pareto yang menunjukkan kontribusi setiap kategori *six big losses* pada mesin *palettizer* D selama periode Juni hingga Oktober 2024:

Tabel 12. Hasil Perhitungan *Six Big Losses*

Bulan	<i>Breakdown Losses</i> (%)	<i>Set-up & Adjustment Losses</i> (%)	<i>Idle & Minor Stoppage Losses</i> (%)	<i>Reduced Speed Losses</i> (%)	<i>Defect Losses</i> (%)	<i>Reduced Yield Losses</i> (%)
Juni	12	2	4	19	0,06	0
Juli	12	2	1	16	0,06	0
Agustus	15	2	3	2	0,07	0
September	14	2	5	2	0,07	0
Oktober	20	2	6	2	0,06	0
Rata-rata	15	2	4	8	0,06	0

Berdasarkan tabel di atas, berikut ini merupakan diagram pareto untuk mengvisualisasikan masing-masing kategori *six big losses* pada mesin *palletizer* D:

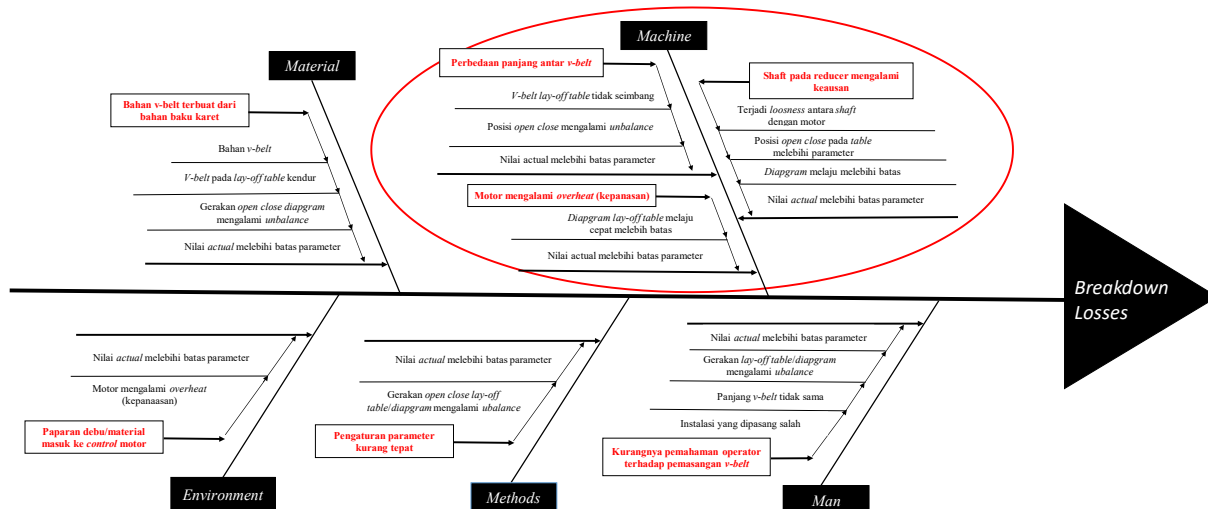


Gambar 2. Diagram Pareto Persentase Kategori *Six Big Losses*

Diagram Fishbone

Setelah dilakukannya analisis dengan menggunakan metode *Six Big Losses* yang memengaruhi kinerja mesin *palletizer* D, ditemukan bahwa penyebab kerugian terbesar yaitu pada *breakdown losses*. Kegagalan tersebut disebabkan berhentinya mesin secara tiba-tiba karena akibat adanya masalah pada komponen mesin. Faktor-faktor penyebab yang saling berhubungan dan memengaruhi proses penyusunan kantong semen meliputi faktor manusia (*man*), metode (*method*), mesin (*machine*), bahan baku (*material*) dan lingkungan (*environment*). Untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab dan akar masalah terkait kategori *breakdown losses*, maka dilakukan wawancara dengan *patroller* dan operator mesin *palletizer*. Oleh karena itu, penerapan perbaikan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi proses agar menghindari

penurunan produktivitas mesin *palletizer* D, serta memastikan kinerja mesin tetap optimal dan memperpanjang masa pakainya. Berikut ini dapat dilihat pada Gambar 3 diagram *fishbone* yang merupakan akar masalah parameter mesin tidak tercapai.



Gambar 3. Diagram *Fishbone Breakdown Losses*

Berdasarkan diagram *fishbone* pada Gambar 3, faktor yang memengaruhi *breakdown losses* diantaranya faktor manusia (*man*) yaitu kurangnya pemahaman operator terhadap pemasangan *v-belt*, faktor metode (*method*) yaitu pengaturan parameter yang kurang tepat, faktor mesin (*machine*) yaitu pada komponen *v-belt* memiliki panjang yang tidak sama, pada komponen motor mengalami *overheat* (kepanasan), dan pada komponen *shaft* di *reducer* mengalami keausan, faktor bahan baku (*material*) yaitu bahan *v-belt* terbuat dari bahan baku karet, dan faktor lingkungan (*environment*) yaitu paparan debu atau material yang masuk ke *control* motor. Berdasarkan hasil analisis keseluruhan faktor, penyebab utama *breakdown losses* disebabkan oleh nilai *actual* yang melebihi batas parameter menyebabkan munculnya indikasi *alarm converter lay-off table*, selain itu ketika *alarm* sudah muncul maka mesin akan otomatis mati. Berdasarkan standar operasional, nilai parameter pada posisi *open* ditetapkan sebesar 70, sedangkan pada posisi *closed* ditetapkan sebesar 685. Ketepatan nilai ini penting untuk menjamin kinerja mesin tetap optimal dan menghindari kesalahan fungsi selama proses produksi.

Pada faktor mesin (*machine*) merupakan aspek yang paling berpengaruh terhadap kinerja mesin *palletizer* D yang menjadi faktor paling dominan dalam *trouble breakdown losses*. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan dengan mengganti komponen motor yang baru. Penggantian motor dilakukan karena terdapat kelonggaran antara *shaft* dengan motor, serta penyebab lain dikarenakan kondisi motor yang sudah tidak layak pakai akibat mengalami *overheat* (kepanasan). Motor pengganti yang baru harus memiliki spesifikasi yang sama dengan motor sebelumnya agar dapat berfungsi dengan optimal. Selain itu, diperlukan perawatan atau *maintenance* secara berkala karena motor merupakan komponen yang sensitif terhadap gangguan. Selain motor, komponen *v-belt* juga berpengaruh terhadap faktor mesin dikarenakan perbedaan panjang antar *v-belt* menyebabkan ketidakseimbangan antara *pulley* penggerak dengan *pulley* yang digerakan. Oleh karena itu, pemasangan *v-belt* harus dilakukan dengan benar agar ukuran dan spesifikasinya sesuai, sehingga kinerja mesin tetap optimal dan dapat mengurangi risiko kerusakan di masa mendatang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data terkait efektivitas mesin *palletizer* D dalam upaya meminimalisasi *downtime area Dispatch* di perusahaan produsen semen, maka diperoleh rata-rata nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada periode Juni – Oktober 2024 yaitu sebesar 74%. Nilai ini masih di bawah standar yang ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yang sebesar 85%. Rendahnya nilai OEE ini memerlukan analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab yang berkontribusi terhadap penurunan efektivitas mesin. Analisis menggunakan metode *Six Big Losses* menunjukkan bahwa kerugian terbesar berasal dari *breakdown losses* sebesar 15%, *reduced speed losses* sebesar 8%, serta *idle & minor stoppage losses* sebesar 4%. Penelitian ini memfokuskan pada *breakdown losses* karena kategori ini memberikan kontribusi terbesar terhadap penurunan efektivitas mesin. Kegagalan pada kategori

breakdown losses dianalisis lebih lanjut menggunakan diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya kegagalan tersebut. Berdasarkan hasil analisis diagram *fishbone*, faktor yang paling dominan berasal dari faktor mesin (*machine*) yang menjadi penyebab utama kegagalan.

Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan mengenai efektivitas mesin *palletizer* D pada area *Dispatch*, disarankan agar perusahaan secara konsisten melakukan analisis berkelanjutan (*continuous improvement*) terhadap berbagai gangguan yang memengaruhi kinerja mesin *palletizer* D. Hal itu penting dilakukan untuk menghindari terjadinya gangguan lain yang dapat berpotensi menurunkan efisiensi operasional, kelancaran proses produksi, serta mengganggu pemenuhan pesanan pelanggan. Dengan melakukan evaluasi dan perbaikan secara berkala, perusahaan dapat memastikan bahwa kinerja mesin tetap beroperasi dalam kondisi optimal serta mendukung pencapaian target produksi. Kelanjutan dari penelitian ini berpeluang untuk dilakukan melalui pendalaman analisis dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang paling kritis pada mesin *palletizer* D serta menentukan prioritas penanganan berdasarkan tingkat keparahan, frekuensi kejadian, dan kemampuan deteksi. Selain itu, penelitian juga dapat dikembangkan dengan penerapan metode *Lean Manufacturing* guna meningkatkan efektivitas mesin dan meminimalkan waktu henti produksi secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Issue, "JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Analisa Efektifitas Mesin Palletizer Menggunakan Metode OEE Dan Identifikasi Kegagalan Dengan," vol. 8, no. 3, 2025.
- [2] S. Chang, "Proses Produksi Air Minum Dalam," vol. 3, no. 6103015045, pp. 10752–10760, 2018.
- [3] A. Chandra, W. Pratitis, J. T. Kimia, P. N. Malang, J. Soekarno, and H. No, "EVALUASI TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) DAN PENERAPAN AM (AUTONOMOUS MAINTENANCE) PADA PRODUKSI SUSU KENTAL MANIS DI PABRIK DAIRY," vol. 10, no. 9, pp. 245–255, 2024.
- [4] M. A. Lie, E. Mesin, and I. Makanan, "Analisis Efektivitas Mesin Produksi Menggunakan Metode OEE pada Industri Makanan : Studi Kasus di PT " Y " ," no. 1, pp. 1–9, 2025.
- [5] A. Zakaria, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (Oee) Untuk Mengurangi Six Big Losses Pada Ncr Machine," 2021.
- [6] K. Tabitha, A. Siburian, and A. Arvianto, "ANALISIS SIX BIG LOSSES UNTUK MENINGKATKAN NILAI OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA MESIN PALLETIZER DI PT SOLUSI BANGUN INDONESIA TBK CILACAP Abstrak," pp. 1–7.
- [7] N. R. Nurwulan and D. K. Fikri, "Analisis Produktivitas dengan Metode OEE dan Six Big Losses: Studi Kasus di Tambang Batu Bara," *J. IKRA-ITH Ekon.*, vol. 3, no. 3, pp. 30–35, 2020.
- [8] B. S. Nugraha, "PENINGKATAN EFEKTIVITAS MESIN MENGGUNAKAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) (STUDI KASUS : MESIN ROLL FORMING DI MEGA BAJA , SURABAYA)," vol. 12, no. 2, pp. 20–31, 2023.
- [9] A. Efektivitas and M. Paletizer, "Tolis Ilmiah : Jurnal Penelitian," vol. 7, no. 2, pp. 192–199.
- [10] J. Vol *et al.*, "Pengendalian Kualitas Produk Plastik Jenis Polypropylene Menggunakan Metode Seven Tools Pada PT . Kusuma Mulia Plasindo Infitex," vol. 3, no. 1, 2023.
- [11] S. Riadi and H. Haryadi, "Pengendalian Jumlah Cacat Produk Pada Proses Cutting Dengan Metode Quality Control Circle (Qcc) Pada Pt. Toyota Boshoku Indonesia (Tbina)," *J. Ind. Manuf.*, vol. 5, no. 1, p. 57, 2020, doi: 10.31000/jim.v5i1.2433.
- [12] L. Permono, S. T. S. L. A, and R. Septiari, "PENERAPAN METODE SEVEN TOOLS DAN NEW SEVEN TOOLS UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK (STUDI KASUS PABRIK GULA KEBON AGUNG MALANG)," vol. 5, no. 1, 2022.
- [13] R. Arif and A. Gunawan, "Diagram Pareto dan Diagram Fishbone: Penyebab yang mempengaruhi Keterlambatan Pengadaan Barang di Perusahaan Industri Petrochemicals Cilegon Periode 2020-2022," *J. Ris. Bisnis dan Manaj. Tirtayasa*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JRBM/article/view/23411%0Ahttps://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JRBM>
- [14] S. Satria, W. Putra, and B. D. Rahmawati, "Raw Mill Machine Effectiveness Measurement through the Total Productive Maintenance (TPM) Implementation Pengukuran Efektivitas Mesin Raw Mill melalui Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)," vol. 15, no. 2, pp. 153–163, 2022.