

Analisis Kerusakan Wire Rope (Tali Baja) Pada Hoist Crane 5 Ton Menggunakan Metode Plan Do Check Action (PDCA) Studi Kasus Pada Perusahaan Manufaktur

Anang Wahyudi¹, Fibi Eko Putra², Heru Darmawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pelita Bangsa Bekasi
e-mail: anangwhd20@gmail.com

Abstract: Along with the rapid development of the era, manufacturing companies are facing more challenges and demands to increase efficiency in the production process. Regular maintenance of production facilities is a major factor in supporting company productivity. One of the important equipment in supporting large-scale manufacturing is the use of heavy equipment, such as hoist cranes, to facilitate the process of lifting and moving materials. However, one of the problems that often occurs is damage to important components, such as wire ropes, which can hamper operations and cause significant downtime. This study aims to analyze the causes of wire rope damage to a 5-ton hoist crane in a manufacturing company. Through the Total Productive Maintenance approach carried out using the Fishbone Diagram and 5W + 1H methods, the root cause of the damage that occurs can be identified. This study found that wire rope damage was caused by several factors, namely there were gaps in the eroded panel walls, frequent friction between the wire rope and the panel wall, no safety when the wire rope was piled up, and there were no clear work instructions for operating the hoist crane. The results of the improvement implementation showed significant improvements. The downtime of the hoist crane unit was successfully reduced from 596 hours 50 minutes in February 2023 to only 12 hours 55 minutes in March 2023, and further to only 2 hours 30 minutes in April 2023. In addition, the improvements also succeeded in increasing the Physical Availability of the hoist crane, from 69.3% in February 2023 to 96.4% in March 2023, and 98.8% in April 2023.

Keywords: Total Productive Maintenance (TPM), PDCA, 5W+1H, Downtime Maintenance

Abstrak: Seiring perkembangan zaman yang semakin pesat, perusahaan manufaktur mendapatkan tantangan serta tuntutan lebih untuk meningkatkan efisiensi dalam proses produksi. Perawatan fasilitas produksi secara berkala menjadi faktor utama dalam mendukung produktivitas perusahaan. Salah satu *equipment* penting dalam menunjang manufaktur skala besar adalah penggunaan alat berat, seperti *hoist crane*, untuk mempermudah proses pengangkatan dan pemindahan material. Namun, salah satu masalah yang sering terjadi adalah kerusakan pada komponen penting, seperti *wire rope* (tali baja), yang dapat menghambat operasional dan menyebabkan *downtime* yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kerusakan *wire rope* pada *hoist crane* berkapasitas 5 ton di salah satu perusahaan manufaktur. Melalui pendekatan *Total Productive Maintenance* yang dijalankan dengan metode *Fishbone Diagram* dan *5W + 1H*, akar masalah (*root cause*) dari kerusakan yang terjadi dapat diidentifikasi. Penelitian ini menemukan bahwa kerusakan *wire rope* disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu terdapat celah pada dinding panel yang terkikis, sering terjadi gesekan antara *wire rope* dengan dinding panel, tidak ada pengaman ketika *wire rope* mengalami penumpukan, dan belum adanya instruksi kerja yang jelas untuk pengoperasian *hoist crane*. Hasil implementasi perbaikan menunjukkan peningkatan yang signifikan. Waktu *downtime* unit *hoist crane* berhasil dikurangi dari yang semula 596 jam 50 menit pada Februari 2023 menjadi hanya 12 jam 55 menit pada Maret 2023, dan lebih jauh lagi menjadi hanya 2 jam 30 menit pada April 2023. Selain itu, perbaikan juga berhasil meningkatkan *Physical Availability hoist crane*, dari 69,3% pada Februari 2023 menjadi 96,4% pada Maret 2023, dan 98,8% pada April 2023.

Kata Kunci: Total Productive Maintenance (TPM), PDCA, 5W+1H, Downtime Maintenance

Pendahuluan

Dalam industri manufaktur, penggunaan alat berat seperti *hoist crane* menjadi salah satu elemen penting untuk menunjang kelancaran proses produksi. *Hoist crane* digunakan untuk mengangkat dan memindahkan material berat secara efisien, sehingga produktivitas dapat tercapai sesuai target yang telah ditetapkan. Namun, dikarenakan manajemen *maintenance* yang kurang baik, dan pemakaian yang tidak sesuai prosedur menyebabkan *hoist crane* sering mengalami *downtime* dengan angka yang cukup tinggi. *Downtime* peralatan yang

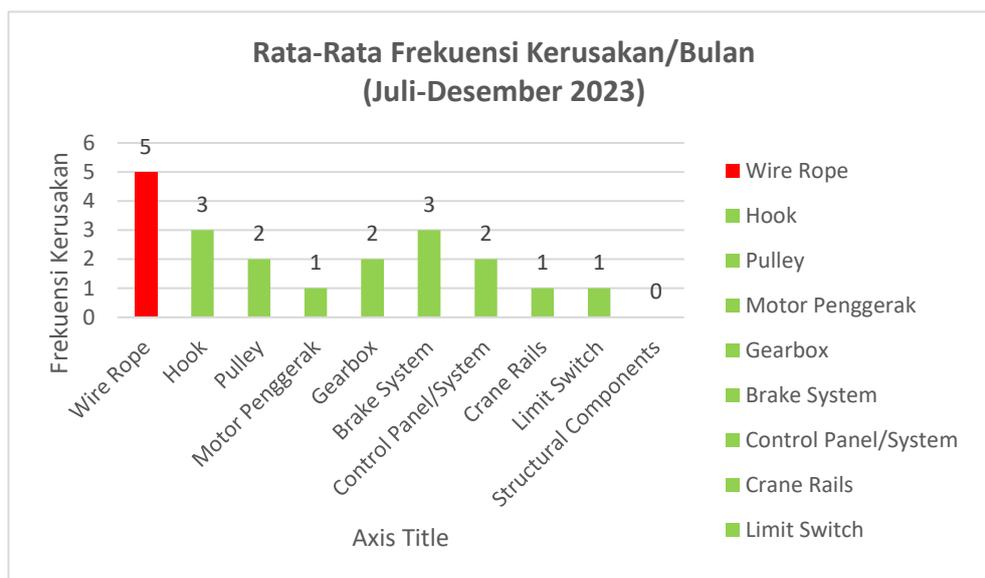


tidak terduga adalah salah satu penyebab utama berkurangnya efisiensi produksi dan meningkatnya biaya produksi di manufaktur [1].

Tabel 1. 1 Tabel Waktu Downtime Per-Line

No	Kategori Mesin	Area plant 3			Total BTU
		Fabrikasi	Painting	Assembling	
1	GMAW	19:13:00		07:38:00	26:51:00
2	Blasting & Painting tools		03:30:00		03:30:00
3	OHC	596:50:00	00:15:00	01:00:00	598:05:00
Jumlah Total Waktu		616:03:00	03:45:00	08:38:00	628:26:00

Data *downtime* yang didapatkan pada Bulan Februari 2024 menunjukkan bahwa waktu *downtime* tertinggi diakibatkan oleh kerusakan *hoist crane* dengan total waktu *downtime* mencapai 598 jam. Waktu *downtime* yang ini menandakan adanya masalah mendasar dalam penggunaan atau pemeliharaan *hoist crane*. Kondisi ini juga akan menghambat proses produksi, dan berpotensi menurunkan tingkat efisiensi operasional perusahaan secara keseluruhan.



Gambar 1. 1 Data Historis Kerusakan Komponen Hoist Crane

Jika ditarik data 6 bulan terakhir (Juli-Desember 2023), komponen yang paling sering mengalami kerusakan adalah komponen *wire rope* dengan rata-rata 5 kali kerusakan dalam 1 bulan. *Wire rope* merupakan komponen krusial yang berfungsi sebagai media pengangkatan beban. Penggunaan yang tidak sesuai prosedur, seperti beban berlebih, atau kurangnya inspeksi rutin, dapat menyebabkan kerusakan pada *wire rope*. Kerusakan ini berdampak pada angka *downtime hoist crane* yang tinggi, sehingga menghambat proses produksi.

Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam untuk mengidentifikasi akar penyebab kerusakan *wire rope* dan merumuskan solusi yang efektif agar tidak terjadi kerusakan berulang. Pendekatan yang terstruktur seperti metode *Fishbone Diagram* dan *5W + 1H* dapat membantu menemukan penyebab utama dan langkah perbaikan yang tepat. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang tidak hanya mengurangi kerusakan, tetapi juga

meningkatkan kinerja dan keandalan *hoist crane* dalam mendukung kegiatan produksi dan operasional perusahaan.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam Jurnal ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas dan sistematis mengenai fenomena yang terjadi, dalam hal ini adalah penerapan *Total Productive Maintenance* melalui metode *Plan-Do-Check-Action (PDCA)* dalam menganalisa penyebab masalah, menemukan solusi terbaik, serta mengevaluasi dampaknya terhadap pengurangan klaim kerusakan ulir. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pemahaman mendalam mengenai proses implementasi metode tersebut, yang melibatkan data-data numerikal sebagai dasar penelitian.

Dengan pendekatan ini, penelitian ini menggambarkan hasil secara numerik, tetapi juga menganalisis konteks dan pengalaman yang terkait dengan penerapan Metode *PDCA* di perusahaan tersebut. Jenis penelitian ini juga memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi bagaimana karyawan dan manajemen merespons penerapan metode tersebut, serta untuk menggali peran kedua metode dalam peningkatan kualitas produk dan penurunan angka *downtime*.

Hasil dan Pembahasan

Metode pengolahan data menggunakan delapan langkah *PDCA (Plan-Do-Check-Act)*, yang sering digunakan dalam metodologi peningkatan berkelanjutan. Delapan langkah *PDCA* diperlukan untuk memeriksa masalah yang muncul secara menyeluruh agar rencana perbaikan, pelaksanaan, dan evaluasi. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dapat diambil untuk melakukan perbaikan yang tepat sasaran:

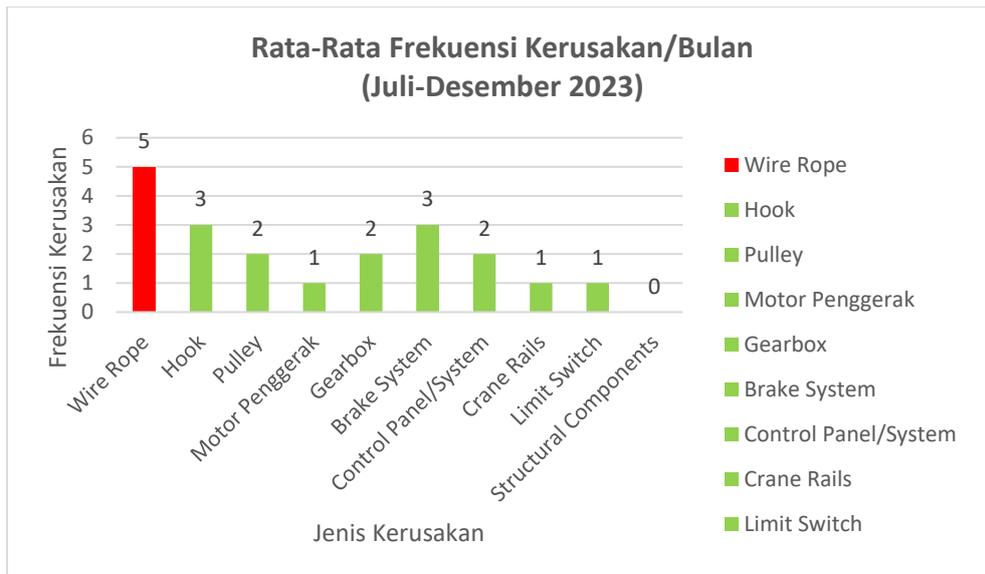
1. Identifikasi Masalah

Tahap pertama yang dilakukan adalah identifikasi masalah. Ini adalah tahap pertama dalam metode *PDCA*, dan tujuan dari tahap ini adalah untuk menganalisis faktor utama yang menyebabkan masalah pada *wire rope*. Pada penelitian ini, terlebih dahulu diidentifikasi jenis-jenis klaim kerusakan yang terjadi.

Tabel 4. 1 Tabel Waktu Downtime Per-Line

No	Kategori Mesin	Area Plant 3			Total BTU
		Fabrikasi	Painting	Assembling	
1	GMAW	19:13:00		07:38:00	26:51:00
2	Blasting & Painting tools		03:30:00		03:30:00
3	OHC	596:50:00	00:15:00	01:00:00	598:05:00
Jumlah Total Waktu		616:03:00	03:45:00	08:38:00	628:26:00

Data downtime yang didapatkan pada Bulan Februari 2024 menunjukkan bahwa waktu *downtime* tertinggi diakibatkan oleh kerusakan *hoist crane* dengan total waktu *downtime* mencapai 598 jam. Jumlah kerusakan yang berasal dari seluruh proses produksi, yaitu fabrikasi, painting, assembling. Untuk mempermudah fokus penelitian, maka akan dilakukan *breakdown* kerusakan pada *wire rope*. *Breakdown* ini berfungsi untuk mengetahui sektor mana yang merupakan penyumbang kerusakan yang sering terjadi. Kerusakan akan ditunjukkan pada grafik dibawah ini:



Gambar 4. 1 Data Historis Kerusakan Komponen Hoist Crane

Jika ditarik data 6 bulan terakhir (Juli-Desember 2023), komponen yang paling sering mengalami kerusakan adalah komponen *wire rope* dengan rata-rata 5 kali kerusakan dalam 1 bulan. Kemudian, akan dilakukan identifikasi lanjutan dengan mengambil data jenis kerusakan yang hanya pada *wire rope* saja. Jenis-jenis kerusakan *wire rope* yang paling sering ditemukan adalah:

1. Kawat Patah (*Broken Wires*)

Salah satu penyebab paling umum dari putusnya *wire rope* adalah pembebanan berlebihan. Ketika tali kawat dipaksa untuk menahan beban yang melebihi kapasitas maksimumnya, tali kawat dapat patah. Ini bisa terjadi secara tiba-tiba atau akibat pembebanan berlebihan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu.

Pembengkokan berlebihan dari *wire rope* di sekitar drum atau pulley yang memiliki radius terlalu kecil dapat menyebabkan patahnya serat-serat kawat. Ini umumnya terjadi jika *wire rope* tidak digulung atau dikeluarkan dari drum dengan benar. Kerusakan fisik seperti denting, beradu, atau benturan yang keras pada *wire rope* dapat merusak serat kawat dan berpotensi menyebabkan putusnya *wire rope*.



Gambar 4. 2 Kawat Patah

2. Korosi (*Corrosion*)

Korosi dapat terjadi pada *wire rope* karena tali kawat tersebut terbuat dari material logam, seperti baja, yang rentan terhadap oksidasi dan reaksi kimia dengan unsur-unsur dalam lingkungan. Kelembaban dalam lingkungan menjadi salah satu penyebab utama korosi pada *wire rope*. Air dapat merusak pelindung dan lapisan pelindung pada tali kawat, memungkinkan oksigen untuk masuk dan memulai proses korosi.

Beberapa lingkungan, seperti maritim yang kaya akan garam, atau lingkungan industri yang menghasilkan gas-gas korosif seperti asam, memiliki potensi tinggi untuk mengakibatkan korosi pada *wire rope*. Zat-zat korosif dalam lingkungan ini dapat mempercepat proses korosi.

Wire rope dapat diberi lapisan pelindung seperti kawat galvanis atau pelapisan khusus yang tahan terhadap korosi. Pastikan juga bahwa *wire rope* disimpan dalam lingkungan yang kering dan terlindungi dari kelembaban maupun air



Gambar 4. 3 Kawat Korosi

3. *Wire* Memekar (*Birdcaging*)

Kerusakan *wire rope* ini terjadi dimana strand mulai membuka atau melebar dan membentuk seperti sarang burung hingga membuat bagian core terbuka. Bagian core yang terbuka ini tentu akan berpengaruh terhadap kekuatan dari *wire rope*. Jenis kerusakan *wire rope* ini umumnya terjadi karena *wire rope* mendapatkan tekanan yang terlalu kuat atau *wire rope* digunakan melebihi kekuatan yang dimilikinya.



Gambar 4. 4 Kawat Memekar

4. Pembekokan / Terpelintir

Jika *wire rope* dibengkokkan dengan radius yang terlalu kecil di sekitar drum, pulley, atau sheave maka tekanan yang besar akan diberikan pada serat-serat kawat individu. Hal ini dapat menyebabkan pembengkokkan tali kawat dan potensial penurunan kekuatan.

Penggunaan drum atau pulley dengan radius yang tidak sesuai dengan diameter *wire rope* dapat menyebabkan pembengkokkan yang buruk. *Wire rope* harus digunakan dengan sudut penyimpangan yang sesuai. Sudut penyimpangan yang ekstrem atau tidak sesuai dapat menghasilkan tekanan yang tidak merata pada serat kawat dan menyebabkan pembengkokkan atau penyempitan.

Cara untuk menghindari atau mencegah pembengkokkan pada *wire rope* bisa dengan memastikan sudut penyimpangan yang tepat sesuai dengan pedoman produsen *wire rope*. Anda juga bisa menggunakan drum, pulley, atau sheave yang sesuai dengan diameter *wire rope* untuk menjamin radius pembengkokkan yang aman.



Gambar 4. 5 Kawat Terpelintir

5. Bagian Inti / Core Keluar (*Core Protrusion*)

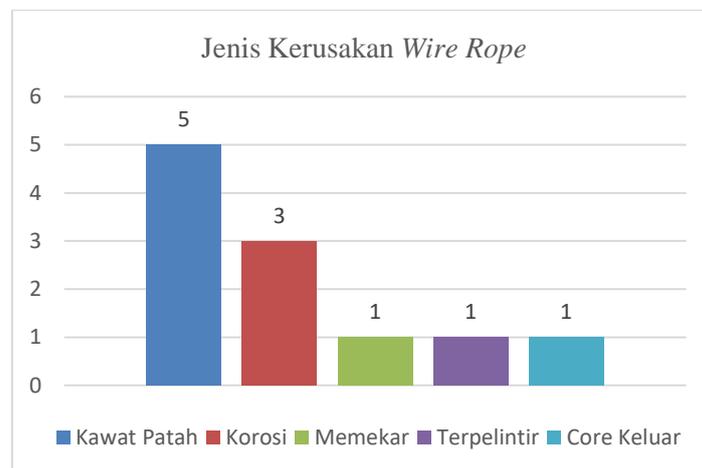
Core merupakan bagian terdalam dari *wire rope* atau inti *wire rope*. Jadi jika *core* keluar tentu sangat berbahaya karena potensi *wire rope* putus sangat besar. Sebenarnya jenis kerusakan *wire rope* ini sangat jarang sekali terjadi. Kemungkinan kerusakan jenis kerusakan *wire rope* ini terjadi dikarenakan *wire rope* tersangkut atau tertusuk hingga bagian dalam dan ditarik paksa. Jika *wire rope* sudah mengalami kerusakan seperti ini sebaiknya segera melakukan pergantian.



Gambar 4. 6 Dalam Kawat Keluar

Setelah dilakukan identifikasi terhadap jenis-jenis kerusakan pada *wire rope*, langkah selanjutnya adalah menentukan skala prioritas permasalahan berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Penyusunan skala prioritas ini bertujuan untuk mengetahui jenis kerusakan yang paling dominan, sehingga dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan perbaikan atau tindakan pencegahan.

Untuk mempermudah analisis dan penyajian data, digunakan diagram batang sebagai media visualisasi. Diagram batang dipilih karena mampu menampilkan informasi secara jelas dan terstruktur, serta memudahkan pembaca dalam memahami perbandingan antar jenis kerusakan. Data yang ditampilkan dalam diagram batang mencakup lima jenis kerusakan utama pada *wire rope*. Setiap batang pada diagram merepresentasikan frekuensi atau tingkat kejadian dari masing-masing jenis kerusakan. Visualisasi dalam bentuk diagram batang tersebut dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 4. 7 Diagram Batang

Diagram batang yang ditampilkan pada Gambar di atas menggambarkan jumlah temuan dari masing-masing jenis kerusakan *wire rope* yang berhasil diidentifikasi selama proses observasi dan pengumpulan data di lapangan. Dari hasil visualisasi tersebut, diketahui bahwa terdapat dua jenis kerusakan yang paling dominan, yaitu kawat patah (*broken wires*) dan korosi (*corrosion*), yang menunjukkan frekuensi kejadian tertinggi dibandingkan dengan jenis kerusakan lainnya.

Namun demikian, mengingat keterbatasan waktu dan sumber daya dalam pelaksanaan penelitian ini, penulis memutuskan untuk memfokuskan kajian dan analisis pada satu jenis kerusakan saja, yaitu kerusakan kawat patah. Pemilihan fokus ini didasarkan pada pertimbangan bahwa kawat patah merupakan jenis kerusakan yang paling sering ditemukan dalam data yang dikumpulkan, serta memiliki potensi risiko keselamatan yang cukup tinggi apabila tidak ditangani dengan tepat.

Dengan memusatkan penelitian pada kerusakan kawat patah, diharapkan hasil analisis yang diperoleh dapat lebih mendalam, sistematis, dan memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya perbaikan sistem inspeksi serta peningkatan keselamatan kerja yang berkaitan dengan penggunaan *wire rope*.

2. Analisis Masalah

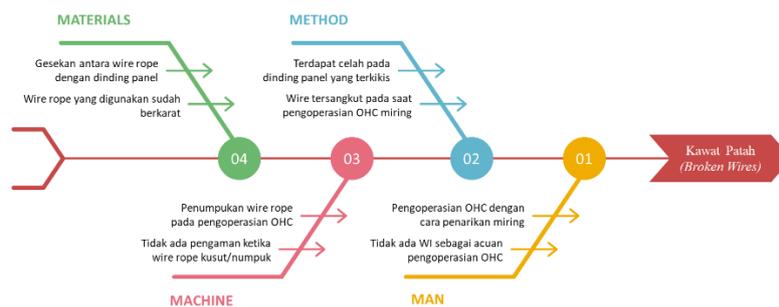
Data yang sudah didapat dari langkah sebelumnya, kemudian akan dilakukan observasi lanjutan. Observasi diawali dengan analisa kondisi terkini dengan cara *Genba* atau cek actual di lapangan. Kegiatan *Genba* dilakukan di *line fabrikasi* yang menjadi fokus penelitian.



Gambar 4. 8 Line Fabrikasi

Area *fabrikasi* dipilih karena merupakan sektor penyumbang masalah terbesar kerusakan *hoist crane* karena kawat patah .

Berdasarkan diagram batang yang sudah dibuat, kerusakan kawat patah dipilih menjadi fokus penelitian karena penyumbang persentase tertinggi kerusakan yang terdapat pada bagian *hoist crane*. Setelah mengetahui kerusakan yang akan diangkat sebagai topik penelitian, selanjutnya adalah mengidentifikasi akar penyebab masalah menggunakan metode *Fishbone Diagram* dan *Why-Why Analysis*. *Diagram fishbone* ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. 9 Fishbone Diagram

Diagram Fishbone pada gambar di atas mengilustrasikan akar penyebab utama terjadinya kerusakan kawat putus pada lini fabrikasi. Penyebab-penyebab tersebut diklasifikasikan ke dalam empat kategori utama, yaitu *machine* (mesin), *method* (metode), *materials* (material), dan *man* (manusia).

Pada kategori *machine* (mesin), mesin *hoist crane* diidentifikasi sebagai salah satu penyebab signifikan kerusakan kawat akibat faktor mekanis maupun ketidaksesuaian pengaturan (*setting*) pada saat proses pemeriksaan (*overhaul*). Selain itu, sistem mesin *hoist crane* tidak berfungsi secara optimal, yang menyebabkan terjadinya penumpukan *wire rope*.

Kondisi tersebut memperbesar kemungkinan kawat mengalami kerusakan, sehingga diperlukan evaluasi dan perbaikan terhadap kondisi mesin maupun parameter pengaturannya. Dalam kategori *method* (metode), permasalahan muncul akibat *cycle time* proses fabrikasi yang terlalu tinggi, sehingga memengaruhi efisiensi waktu dalam produksi. Selain itu, waktu perbaikan yang terlalu lama turut meningkatkan risiko keterlambatan pengiriman ke proses berikutnya (*next process*), yang pada akhirnya berdampak negatif terhadap kelancaran proses produksi secara keseluruhan. Pada kategori *materials* (material), kualitas bahan *wire rope* yang digunakan sudah berkarat dan sudah tidak optimal untuk memperoleh performa yang lebih baik serta ketahanan yang lebih tinggi terhadap beban kerja. Dengan peningkatan mutu material, diharapkan frekuensi kerusakan kawat dapat diminimalkan secara signifikan. Terakhir, dalam kategori *man* (manusia), permasalahan utama berasal dari kurangnya pemahaman serta pelatihan yang memadai bagi operator terhadap jenis-jenis kerusakan yang mungkin terjadi dan cara-cara pencegahannya. Rendahnya tingkat kompetensi ini dapat menyebabkan penanganan yang tidak tepat, yang pada gilirannya memperbesar risiko terjadinya kerusakan berulang. Secara keseluruhan, keempat kategori penyebab tersebut saling berkaitan dan berkontribusi terhadap permasalahan utama yang terjadi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan perbaikan yang menyeluruh, mencakup aspek teknis, prosedural, material, serta pengembangan kompetensi sumber daya manusia.

Berdasarkan faktor-faktor penyebab yang telah dijelaskan sebelumnya, langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi akar permasalahan dengan menggunakan metode *Why-Why Analysis*. Tujuan dari pencarian akar penyebab ini adalah untuk mengidentifikasi faktor utama yang menjadi pemicu terjadinya permasalahan, sehingga solusi yang dirumuskan dapat bersifat tepat sasaran, efektif, dan berkelanjutan. *Why-why analysis* ditampilkan pada tabel dibawah ini: (Tabel ditampilkan pada lampiran)

3. Tahan Perencanaan (*Plan*)

Langkah awal dalam tahap perencanaan (*Plan*) adalah menetapkan target atau sasaran yang ingin dicapai dari kegiatan penelitian yang dilakukan. Penentuan target ini merupakan fondasi utama dalam menyusun strategi perbaikan dan menentukan arah penelitian secara keseluruhan. Target yang ditetapkan berfungsi sebagai indikator keberhasilan dari proses penelitian serta menjadi acuan dalam evaluasi kinerja implementasi pada tahap-tahap selanjutnya. Oleh karena itu, target harus dirumuskan secara spesifik, terukur, realistis, dan relevan dengan permasalahan yang dikaji.

Berikut adalah diagram yang menggambarkan target yang hendak dicapai dalam penelitian ini:

Berdasarkan diagram diatas, yang ingin dicapai adalah target *physical availability hoist crane* 98% dari sebelumnya 69%. Target ini yang akan menjadi dasar utama tolak ukur keberhasilan penelitian yang dilakukan. Setelah mengidentifikasi akar penyebab kawat patah pada *hoist crane* menggunakan diagram sebab akibat, yang mencakup faktor metode dan mesin, serta menetapkan target yang ingin dicapai, langkah selanjutnya adalah memberikan rekomendasi untuk mengurangi jumlah kerusakan kawat patah pada *hoist crane*. Rekomendasi ini dianalisis menggunakan metode *5WIH* (*What, Why, Where, When, Who, dan How*) guna memastikan setiap pertanyaan yang diajukan dapat mengarah pada solusi yang tepat. Rancangan perbaikan selengkapnya disajikan dalam tabel berikut: (Tabel ditampilkan pada lampiran)

4. Tahan Perencanaan (*Do*)

Tahap *Do* merupakan fase kedua dalam siklus *PDCA* (*Plan-Do-Check-Act*), yang berfokus pada implementasi rencana perbaikan yang telah dirancang pada tahap sebelumnya, yaitu tahap *Plan*. Pada tahap ini, solusi atau tindakan perbaikan yang telah dirumuskan mulai diterapkan secara nyata, namun masih dalam skala terbatas atau sebagai pilot project, dengan

tujuan untuk menguji efektivitas dan kelayakan dari solusi tersebut sebelum diterapkan secara menyeluruh.

Pelaksanaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa rencana perbaikan benar-benar dapat diimplementasikan di lapangan dan memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Oleh karena itu, setiap langkah perbaikan perlu dilakukan secara sistematis, terukur, dan terdokumentasi dengan baik.

Langkah pertama dalam tahap *Do* adalah melakukan implementasi dari rancangan perbaikan yang telah disusun sebelumnya. Proses ini mencakup revisi, penyempurnaan, dan pengujian terhadap komponen-komponen yang dianggap perlu ditingkatkan berdasarkan analisis pada tahap sebelumnya. Hasil dari implementasi perbaikan ini disajikan dalam bentuk tabel, guna memberikan gambaran yang jelas mengenai perubahan yang dilakukan serta evaluasi awal terhadap dampaknya. Tabel perbaikan yang dimaksud dapat dilihat pada bagian berikut:

5. Evaluasi dan Analisis Hasil (*Check*)

Tahap *Check* merupakan fase ketiga dalam siklus *PDCA* (*Plan-Do-Check-Act*), yang berfokus pada proses evaluasi dan verifikasi terhadap implementasi yang telah dilakukan pada tahap *Do*. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana solusi yang diterapkan mampu memberikan hasil sesuai dengan target yang telah ditetapkan pada tahap *Plan*.

Secara khusus, pada penelitian ini tahap *Check* ditujukan untuk mengevaluasi efektivitas fungsi *limit switch* yang telah diimplementasikan, serta menganalisis dampaknya terhadap proses produksi, terutama pada aktivitas material *handling* menggunakan *hoist crane*. Evaluasi ini menjadi krusial untuk menentukan apakah *limit switch* yang digunakan mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keselamatan dalam proses tersebut.

Melalui proses evaluasi ini, diperoleh data mengenai performa *limit switch* selama digunakan dalam skenario nyata. Hasil evaluasi tersebut disusun dan disajikan dalam bentuk tabel, guna memberikan gambaran *kuantitatif* dan *kualitatif* mengenai kinerja *limit switch* yang telah diterapkan.

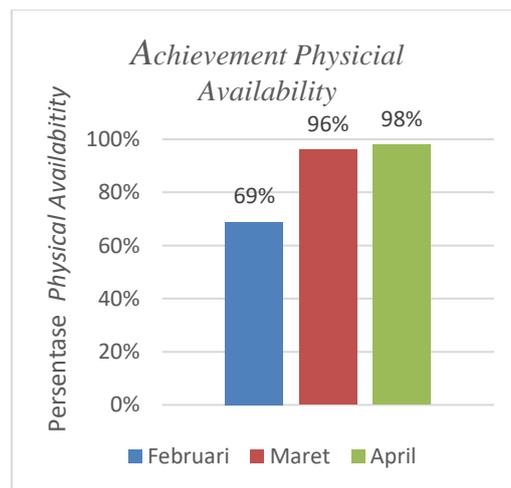
Berikut adalah tabel hasil evaluasi fungsi *limit switch*:

Tabel 4. 2 Before-After Improvement

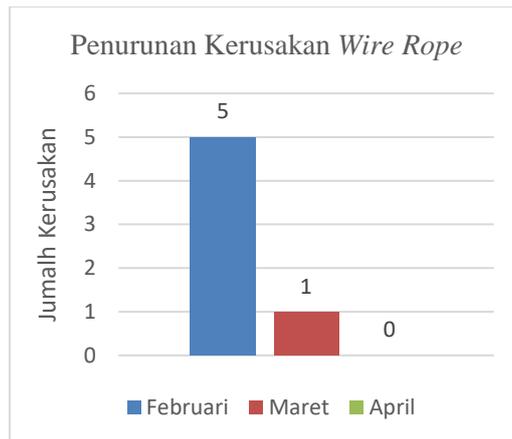
<i>No</i>	<i>Before</i>	<i>After</i>	<i>Effect</i>	<i>Judgement</i>
1	Kerusakan <i>wire rope</i> pada pengoperasian hoise crane	Penambahan <i>limit switch</i> pada <i>hoist crane</i> , agar <i>wire rope</i> berhenti otomatis	Sudah tidak terjadi kerusakan penumpukan <i>wire rope</i>	<i>OK</i>
2	<i>Wire rope</i> tersangkut pada saat pengoperasian hoise crane miring	Memasang stoper agar <i>wire rope</i> tidak tersangkut pada saat proses miring	<i>Hoist Crane</i> berhenti secara otomatis, sehingga mencegah penumpukan <i>wire rope</i>	<i>OK</i>

3	Pengoperasian <i>hoist crane</i> dengan cara penarikan miring	Memberikan penambahan pelatihan kepada operator tentang pengoperasian <i>hoise crane</i>	Operaton mampu mengoperasikan <i>hoist crane</i> secara benar dan menganalisa jenis kerusakan	OK
4	Tidak ada instruksi kerja sebagai acuan pengoperasian <i>hoist crane</i>	Dibuatkan <i>work instruction</i> dan tempel para area kerja	Operaton mampu mengoperasikan <i>hoist crane</i> sesuai dengan intruksi kerja	OK
5	<i>Wire rope</i> yang digunakan sudah berkarat	Penggantian <i>wire rope</i> dengan yang baru	<i>Wire rope</i> tidak berkarat dan usia pakai bisa lebih panjang	OK

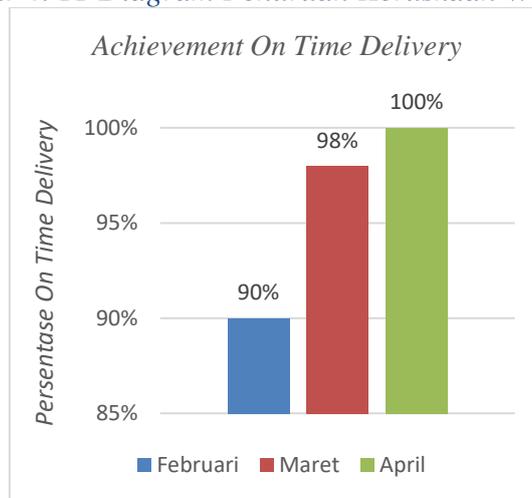
Dilihat dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa *limit switch* berfungsi dengan baik sesuai dengan rencana. Integrasi antara *limit switch* dengan *hoist crane* menghasilkan sistem pendeteksi dan pencegah kerusakan yang efektif. Selanjutnya, *limit switch* diujicoba selama dua bulan di mesin yang memiliki volume produksi yang besar, dengan tingkat kerusakan yang tinggi. Berdasarkan hasil ujicoba, didapatkan hasil yang disajikan dalam diagram dibawah ini:



Gambar 4. 10 Diagram Kenaikan Achievement Physical Availability



Gambar 4. 11 Diagram Penurunan Kerusakan Wire Rope



Gambar 4. 12 Diagram Kenaikan On Time Delivery

Berdasarkan Gambar 4.19, dapat diketahui bahwa terjadi tren peningkatan *Physical Availability* sebesar 29% selama periode Februari hingga April 2024. *Physical Availability* merupakan indikator ketersediaan fisik peralatan yang siap dioperasikan dalam kondisi optimal. Peningkatan ini mencerminkan bahwa kegiatan pemeliharaan dan perawatan peralatan, khususnya *wire rope*, telah berjalan secara efektif dan konsisten, sehingga mengurangi waktu tidak tersedianya peralatan akibat kerusakan atau gangguan operasional.

Selanjutnya, Gambar 4.20 menunjukkan adanya penurunan jumlah kerusakan pada *wire rope* secara drastis, yaitu sebesar 100%. Jumlah kerusakan yang semula tercatat sebanyak 5 kasus dalam satu bulan, menurun menjadi 0 kasus per bulan selama periode Februari hingga April 2024. Penurunan ini mengindikasikan bahwa program perbaikan dan pengawasan terhadap kondisi *wire rope* telah berhasil dilaksanakan dengan baik. Hal ini juga menunjukkan peningkatan kesadaran akan pentingnya inspeksi rutin, penggantian komponen secara preventif, serta penerapan prosedur kerja yang sesuai standar keselamatan kerja.

Sementara itu, Gambar 4.21 menunjukkan adanya peningkatan pada indikator *On Time Delivery* sebesar 10%, dari semula 90% menjadi 100% dalam kurun waktu yang sama. *On Time Delivery* merupakan ukuran kinerja yang menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman barang atau layanan tepat waktu sesuai jadwal yang telah ditentukan. Peningkatan ini menggambarkan bahwa proses operasional telah berjalan lebih efisien dan minim gangguan, yang kemungkinan besar dipengaruhi oleh meningkatnya ketersediaan alat serta berkurangnya hambatan akibat kerusakan.

Secara keseluruhan, ketiga indikator tersebut – *Physical Availability*, jumlah kerusakan *wire rope*, dan *On Time Delivery* – menunjukkan adanya perbaikan yang signifikan dalam aspek keandalan peralatan, efisiensi operasional, serta keselamatan kerja. Hasil ini dapat

dijadikan sebagai dasar evaluasi bahwa tindakan perbaikan pada pemasangan *limit switch* pada *hoist crane* yang telah diterapkan selama periode Februari hingga April 2024 memberikan dampak positif terhadap kinerja operasional secara menyeluruh.

6. Implementasi dan Standarisasi (*Action*)

Berdasarkan hasil uji coba (*trial*) yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, serta melalui evaluasi terhadap efektivitas perbaikan yang telah diimplementasikan, langkah selanjutnya adalah menetapkan Standar Operasional Prosedur (SOP). Penetapan SOP ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh perbaikan yang telah dilakukan dapat dijalankan secara konsisten dan sistematis oleh seluruh pihak terkait.

Proses standarisasi ini berperan penting dalam menjamin kualitas, keandalan, dan efisiensi proses secara berkelanjutan. Selain itu, SOP juga berfungsi sebagai acuan baku dalam operasional, sehingga dapat mencegah terjadinya kembali permasalahan serupa di masa mendatang. Dengan adanya SOP, setiap tahapan kerja menjadi lebih jelas, terukur, dan mudah dievaluasi secara periodik.

Adapun beberapa standar yang diterapkan sebagai bagian dari perbaikan ini meliputi:

1. Revisi *Checksheet Self Maintenance*

Checksheet Self-Maintenance merupakan sebuah lembar pemeriksaan standar yang digunakan oleh operator atau teknisi sebagai panduan dalam melakukan perawatan mandiri (*self-maintenance*) terhadap peralatan atau mesin produksi. *Checksheet* ini dirancang untuk memastikan bahwa setiap komponen penting dari mesin atau peralatan diperiksa secara berkala sebelum terjadi kerusakan atau gangguan operasional. Tujuan utama dari penggunaan *checksheet* ini adalah untuk mencegah terjadinya kerusakan pada mesin atau peralatan melalui deteksi dini terhadap potensi masalah, menjaga kondisi mesin tetap optimal, sehingga dapat beroperasi secara stabil dan efisien, meningkatkan efisiensi proses pemeliharaan, dengan mempercepat respon terhadap indikasi awal kerusakan serta mengurangi waktu henti (*downtime*).

Dengan dilaksanakannya *checksheet self-maintenance* secara konsisten, maka diharapkan umur pakai mesin dapat diperpanjang, biaya perbaikan dapat ditekan, dan produktivitas kerja secara keseluruhan dapat ditingkatkan. *Checksheet Self-Maintenance* untuk mesin *hoist crane* telah mengalami revisi guna meningkatkan efektivitas pemeriksaan dan pemeliharaan rutin. Revisi ini dilakukan dengan menambahkan poin pemeriksaan khusus pada fungsi sensor, yang bertujuan untuk memastikan bahwa sensor bekerja secara optimal dan dapat mencegah potensi kesalahan dalam proses produksi.

Perubahan ini difokuskan pada dua komponen utama yang menjadi objek pemeriksaan, yaitu:

- a. Fungsi sensor, untuk memastikan akurasi dan respons sensor dalam mendeteksi posisi atau beban selama proses *handling*.
- b. *Limit switch*, sebagai sistem pengaman untuk menghentikan gerakan *hoist crane* pada batas tertentu dan mencegah terjadinya *overtravel* atau kerusakan mekanik.

Dengan adanya revisi ini, *checksheet* menjadi lebih komprehensif dan responsif terhadap kebutuhan operasional, serta mendukung upaya peningkatan keandalan dan keselamatan kerja dalam penggunaan *hoist crane* di lingkungan produksi.

2. Instruksi kerja (*work instruction*)

Instruksi kerja *hoist crane* telah direvisi berdasarkan hasil uji coba perbaikan (*trial improvement*) yang dilakukan untuk mengatasi kendala dalam proses penyetelan sensor. Revisi ini bertujuan untuk memastikan bahwa operator dapat memahami dan mengikuti prosedur penyetelan sensor dengan benar, sehingga risiko kesalahan dapat diminimalkan dan keandalan sistem dapat ditingkatkan.

Perubahan dalam instruksi kerja mencakup penambahan langkah-langkah teknis terkait cara penyetelan dan pengujian *limit switch*, termasuk:

- a. Identifikasi jenis dan posisi *limit switch* yang digunakan pada unit *hoist crane*.
- b. Langkah-langkah pengaturan batas atas dan bawah pergerakan *hoist crane* sesuai dengan standar keamanan.
- c. Metode pengujian fungsi *limit switch* untuk memastikan perangkat bekerja dengan baik sebelum unit dioperasikan.
- d. Kriteria inspeksi dan tindakan korektif apabila ditemukan deviasi atau ketidaksesuaian saat pengujian.
- e. Dokumentasi hasil penyetelan dan pengujian sebagai bagian dari *Quality Assurance* dan *traceability*.

Dengan adanya revisi ini, diharapkan seluruh operator dapat menjalankan proses setting dan pengujian dengan lebih konsisten, aman, dan sesuai standar operasional yang berlaku.

7. Implementasi dan Penyebaran

Setelah perbaikan atau inovasi berhasil diimplementasikan pada satu area, langkah selanjutnya adalah melakukan penyebaran (*Yokotenkai*) ke area lain yang memiliki proses atau kondisi serupa. Proses *Yokotenkai* bertujuan untuk memperluas dampak positif dari perbaikan yang telah terbukti efektif, dengan memastikan bahwa praktik terbaik (*best practice*) diadopsi secara sistematis dan konsisten di seluruh area terkait.

Tahapan dalam pelaksanaan *Yokotenkai* meliputi:

- a. Identifikasi area yang relevan, yaitu area dengan proses, peralatan, atau risiko yang sejenis dengan area perbaikan awal.
- b. Evaluasi kesiapan implementasi, termasuk kesiapan sumber daya, kompetensi operator, dan kesesuaian infrastruktur.
- c. Penyesuaian instruksi kerja atau SOP, agar sesuai dengan karakteristik masing-masing area tanpa mengurangi efektivitas perbaikan.
- d. Pelatihan dan sosialisasi kepada operator dan tim terkait, untuk memastikan pemahaman yang seragam terhadap perubahan yang dilakukan.
- e. Monitoring dan evaluasi penerapan, melalui audit internal atau observasi langsung untuk menilai efektivitas implementasi *Yokotenkai*.
- f. Pencatatan dan pelaporan hasil, guna mendokumentasikan keberhasilan dan menjadi referensi perbaikan lanjutan di masa depan.

Dengan pendekatan ini, peningkatan dalam hal efisiensi, kualitas, dan keselamatan kerja tidak hanya berdampak lokal, tetapi juga memberikan kontribusi positif terhadap performa keseluruhan sistem kerja secara menyeluruh dan berkelanjutan.

8. Monitoring dan *Continues Improvement*

Setelah implementasi perbaikan dilakukan melalui pendekatan *Yokotenkai*, tahapan selanjutnya dalam rangkaian perbaikan proses adalah pelaksanaan monitoring dan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*). Tahapan ini memiliki peran penting dalam memastikan bahwa seluruh tindakan perbaikan yang telah diterapkan dapat berjalan secara efektif, konsisten, serta memberikan dampak positif yang berkelanjutan terhadap proses produksi.

Monitoring dilakukan secara periodik untuk mengevaluasi kestabilan sistem, efektivitas solusi yang telah diterapkan, serta untuk mengidentifikasi potensi penyimpangan atau masalah baru yang mungkin muncul. Dengan adanya kegiatan monitoring yang sistematis, perusahaan dapat dengan cepat melakukan penyesuaian atau tindakan korektif bila diperlukan.

Monitoring dilakukan secara berkala melalui beberapa metode, antara lain:

- Observasi langsung di lapangan (*Gemba check*) untuk memastikan prosedur dijalankan sesuai standar.
- Pencatatan hasil produksi dan performa proses, guna memantau stabilitas output setelah perbaikan.

- Evaluasi fungsi *limit switch*, untuk menjamin bahwa perangkat bekerja sesuai spesifikasi dan tidak terjadi malfungsi.
- Analisis data customer *delivery on time* sebagai indikator dampak perbaikan terhadap mesin *hoist crane*



Gambar 4. 13 Monitoring

Data hasil monitoring kemudian dianalisis secara periodik. Jika ditemukan adanya penyimpangan, ketidaksesuaian, atau penurunan performa, maka tim Engineering bersama operator akan melakukan analisis akar masalah (*root cause analysis*) menggunakan metode seperti *5 Why* atau *Fishbone Diagram*.

Sementara itu, perbaikan berkelanjutan diarahkan untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan keandalan proses secara menyeluruh. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kembali permasalahan yang sama, tetapi juga mendorong terciptanya budaya perbaikan terus-menerus di lingkungan kerja. Dengan demikian, proses produksi tidak hanya menjadi lebih andal, tetapi juga adaptif terhadap perubahan dan tantangan di masa depan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode PDCA, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kerusakan berulang pada *wire rope* disebabkan oleh empat faktor utama: mesin, metode, material, dan manusia. Dari aspek mesin, sistem *hoist crane* tidak berfungsi optimal sehingga menyebabkan penumpukan *wire rope*. Pada aspek metode, terdapat ketidaksesuaian prosedur *setup* dan *cycle time* yang terlalu tinggi. Dari sisi material, kualitas *wire rope* belum memenuhi standar ketahanan. Sementara itu, dari aspek manusia, kurangnya pengetahuan operator dalam mendeteksi kerusakan dini turut memperbesar risiko kerusakan berulang. Identifikasi menyeluruh terhadap faktor-faktor ini penting untuk mendukung perbaikan yang efektif dan berkelanjutan.
2. Upaya pencegahan kerusakan pada *wire rope* yang berulang dilakukan dengan menerapkan pendekatan PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) secara sistematis. Langkah perbaikan difokuskan pada pemasangan *limit switch*, revisi *checksheet self-maintenance*, serta peningkatan pengawasan terhadap fungsi *stopper* dan *limit switch*. Melalui implementasi ini, diharapkan kerusakan pada mesin *hoist crane* dapat diminimalkan, usia pakai *wire rope* meningkat, dan proses produksi berjalan lebih optimal dan berkelanjutan.
3. Upaya perbaikan dilakukan secara sistematis melalui analisis akar penyebab masalah dengan menggunakan metode *QC Seven Tools*, seperti *Fishbone Diagram*, *Why-Why Analysis*, dan *5 Why's Analysis*. Berdasarkan hasil analisis tersebut, solusi dirancang secara berbasis data dan didukung oleh hasil *trial* perbaikan di lapangan. Selanjutnya, perbaikan yang terbukti efektif distandarisasi melalui revisi *Standard Operating Procedure (SOP)*, instruksi kerja dandory, serta dilakukan penyebaran perbaikan

(*Yokotenkai*) ke seluruh mesin dan area yang relevan. Pendekatan ini terbukti mampu menurunkan jumlah kerusakan *wire rope* secara signifikan dan mendorong penerapan perbaikan yang berkelanjutan di lingkungan produksi.

Referensi

- [1] R. K. Mobley, "An Introduction to Predictive Maintenance," *Butterworth-Heinemann*, no. 2, 2002.
- [2] T. Wireman, "Total Productive Maintenance," *Industrial Press Inc.*, 2004.
- [3] S. Nakajima, "Introduction to TPM: Total Productive Maintenance," *Productivity Press*, 1988.
- [4] Ahuja and Khamba, "Total productive maintenance: literature review and directions," *International Journal of Quality & Reliability Management*, no. 25(7), pp. 709-756, 2008.
- [5] J. Levitt, *Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance*, Industrial Press, 2011.
- [6] Rausand and Hoyland, *System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications*, 2004.
- [7] J. P. Womack and D. T. Jones, *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, 2003.
- [8] M. Imai, *The Key to Japan's Competitive Success*, 1986.
- [9] Rizal Qoiran and Lukmandono, "Integrasi Metode Marvin E. Mundel dan Kaizen sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus: Departemen Produksi Speaker PT. Ragam Citra Harmoni - Surabaya)," *Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*, vol. Vol.6 No.1, pp. 1-7, 2024.
- [10] N. F. Gustyanto and A. E. Apsari, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dalam Upaya Mengurangi Jumlah Kerusakan Produk Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Dan Kaizen (Studi Kasus Pabrik Roti Bakar Azhari)," *Jurnal Ilmiah Sains Teknologi Dan Informasi*, vol. 2 no.3, pp. 45-56, 2024.
- [11] I. Adiasa, Y. Fachri, R. Suarantalla and I. Mashabai, "Analisis Preventive Maintenance pada Unit Haul Truck TipeCat 777e dengan Menggunakan Siklus Plan, Do, Check, Action (PDCA) di PT. Lawang Sampar Dodo," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 20 no. 1, pp. 29-34, 2021.
- [12] F. I. Ramadhani, "Perancangan Implementasi Total Productive Maintenance Pada Mesin Dyeing Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee), Failure Mode And Effect Analysis (Fmea), Dan Plan-Do-Check-Action (PDCA) (Studi Kasus PT. IGP Internasional Sleman Yogyakarta)," 2023.
- [13] I. M. Suartika, I. G. Yudhyadi, Suhendi and F. Kurnia, "Pengaruh Preventive Maintenance Terhadap Peningkatan Availability Mesin Tnl 130 A Di Pt. Morita Tjokro Gearindo Menggunakan Metode Plan Do Check Action (PDCA)," *Journal of Industrial Engineering and Innovation*, vol. 01 no.2, pp. 63-71, 2024.
- [14] H. H. P. Ari Zaqi Al Faritsy, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Ember Cat Tembok 5kg Menggunakan Metode New Seven Tools (Studi Kasus: PT X)," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT) Vol.1, No.3*, pp. 231-242, 2022.