



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 2 (2025) pp: 3313-3319

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Reduksi Waktu Penggantian *Hearth Roll* Menggunakan Metode PDCA Serta Implementasi Kaizen di PT XYZ

Rian Ngesti Saputro¹, Ikhsan Romli², Hendi Herlambang³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

¹dealova96@mhs.pelitaibangsa.ac.id, ²ikhsan.romli@pelitaibangsa.ac.id, ³hendiherlambang@pelitaibangsa.ac.id

Abstrak

Proses penggantian *Hearth Roll* di area furnace PT XYZ membutuhkan waktu cukup lama, yaitu sekitar 72 jam, sehingga berdampak pada efisiensi produksi secara keseluruhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama lamanya proses penggantian dan merancang solusi perbaikan menggunakan metode Plan-Do-Check-Action (PDCA) serta pendekatan Kaizen. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan, wawancara dengan teknisi dan operator, serta dokumentasi historis proses maintenance. Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerjaan pelepasan dan pemasangan lock nut serta sleeve bearing memakan waktu paling lama dan berisiko tinggi, disebabkan oleh penggunaan alat manual seperti palu dan pahat yang dapat merusak ulir shaft dan membahayakan operator. Perbaikan dilakukan dengan merancang dan menerapkan jig lock nut yang ergonomis dan efisien. Setelah implementasi alat bantu ini, waktu penggantian *Hearth Roll* berhasil dikurangi menjadi 65 jam atau mengalami penghematan sebesar 7 jam (sekitar 9,7%). Selain meningkatkan efisiensi waktu, inovasi ini juga mengurangi risiko kecelakaan kerja dan kerusakan peralatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi PDCA dan Kaizen efektif dalam mendukung perbaikan berkelanjutan di lingkungan industri.

Kata kunci: Kaizen, Reduksi Waktu, PDCA, *Hearth Roll*

1. Latar Belakang

Dalam era revolusi industri 4.0, tuntutan terhadap peningkatan efisiensi dan efektivitas proses produksi dalam dunia manufaktur semakin menguat. Perusahaan dituntut tidak hanya menghasilkan produk berkualitas tinggi dalam waktu singkat, tetapi juga mampu mempertahankan kestabilan operasional dengan biaya seminimal mungkin. Melakukan manajemen perawatan mesin adalah salah satu aspek yang harus diperhatikan, sebab mesin produksi wajib dapat berfungsi dengan baik, maka diperlukan sebuah perawatan yang bertujuan untuk mengoptimalkan komponen peralatan dan sistem yang ada. Pengoperasian mesin secara terus-menerus harus disertai dengan perawatan yang tepat guna mencegah gangguan saat proses produksi dan menghindari kerusakan pada seluruh bagian mesin [1].

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di sektor galvanisasi strip baja, dengan salah satu proses utamanya berada pada area *annealing furnace*. Proses ini membutuhkan suhu sangat tinggi (800–1200°C) dan berlangsung tanpa jeda, sehingga stabilitas komponen mesin menjadi kunci utama keberhasilan operasi. Salah satu komponen vital dalam sistem ini adalah *Hearth Roll*, yaitu silinder berputar yang bertugas mengarahkan dan menopang strip baja selama proses pemanasan berlangsung [2]. Dengan kondisi kerja ekstrem, *Hearth Roll* memerlukan pemeliharaan berkala untuk memastikan fungsinya tetap optimal dan tidak mengganggu kelancaran proses produksi.

Namun demikian, penggantian *Hearth Roll* terbukti menjadi salah satu kegiatan pemeliharaan yang memerlukan waktu lama, yaitu rata-rata 72 jam atau tiga hari. Waktu penggantian yang relatif panjang tersebut menyebabkan *downtime* produksi yang signifikan, sehingga berdampak terhadap target *output*, efisiensi biaya, dan utilisasi sumber daya perusahaan. Permasalahan ini diperburuk oleh fakta bahwa proses pelepasan dan pemasangan komponen seperti *lock nut* dan *sleeve bearing* masih menggunakan metode konvensional, yakni dengan bantuan palu dan pahat. Teknik ini tidak hanya memakan waktu, tetapi juga berisiko menimbulkan cedera pada operator dan kerusakan pada ulir poros (*shaft*), yang pada akhirnya memperpanjang waktu kerja dan meningkatkan biaya perbaikan.

Menghadapi tantangan tersebut, diperlukan penerapan metode perbaikan sistematis dan berkelanjutan. Salah satu metode yang terbukti efektif dalam konteks perbaikan proses adalah siklus *Plan-Do-Check-Action* (PDCA), yang dikembangkan oleh W. Edwards Deming [3]. Metode ini memberikan kerangka kerja struktural dalam menganalisis akar masalah, merancang solusi, mengimplementasikannya, serta melakukan evaluasi atas hasil yang dicapai. PDCA tidak hanya berperan sebagai alat perbaikan, tetapi juga sebagai strategi manajemen mutu yang mendorong organisasi untuk adaptif terhadap dinamika proses produksi [4].

Selain PDCA, pendekatan Kaizen juga diterapkan dalam penelitian ini. Kaizen, yang secara harfiah berarti "perbaikan berkelanjutan", mendorong partisipasi aktif karyawan dalam mengidentifikasi permasalahan teknis di lapangan dan memberikan solusi inovatif, bahkan dalam bentuk sederhana namun berdampak signifikan [5]. Penerapan prinsip Kaizen dalam bentuk pembuatan alat bantu kerja seperti *jig lock nut* merupakan representasi konkret dari filosofi ini. Inovasi alat bantu tersebut memungkinkan proses pelepasan dan pemasangan *lock nut* menjadi lebih cepat, aman, serta meminimalisir risiko kerusakan komponen [6].

Berdasarkan hasil implementasi, penggunaan *jig lock nut* mampu menurunkan total waktu penggantian *Hearth Roll* dari 72 jam menjadi 65 jam, sehingga terdapat penghematan waktu sebesar 7 jam atau sekitar 9,72%. Efek positif lainnya mencakup peningkatan aspek keselamatan kerja dan penurunan potensi kerusakan peralatan. Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi metode PDCA dan Kaizen secara praktis mampu meningkatkan efisiensi proses *maintenance* pada industri berbasis teknologi tinggi.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki urgensi dan relevansi yang tinggi, baik dari sisi akademis maupun praktis. Secara akademis, penelitian ini memperkaya referensi mengenai penerapan metode PDCA dan Kaizen dalam konteks perawatan mesin industri berteknologi tinggi. Sementara secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat diadopsi oleh PT XYZ sebagai bagian dari strategi peningkatan efisiensi operasional. Penelitian ini juga dapat menjadi model untuk diterapkan pada lini produksi lain yang memiliki kompleksitas serupa, serta membuka peluang riset lanjutan untuk optimasi langkah kerja seperti proses *alignment*, yang hingga saat ini masih belum tersentuh perbaikan signifikan.

2. Metode Penelitian

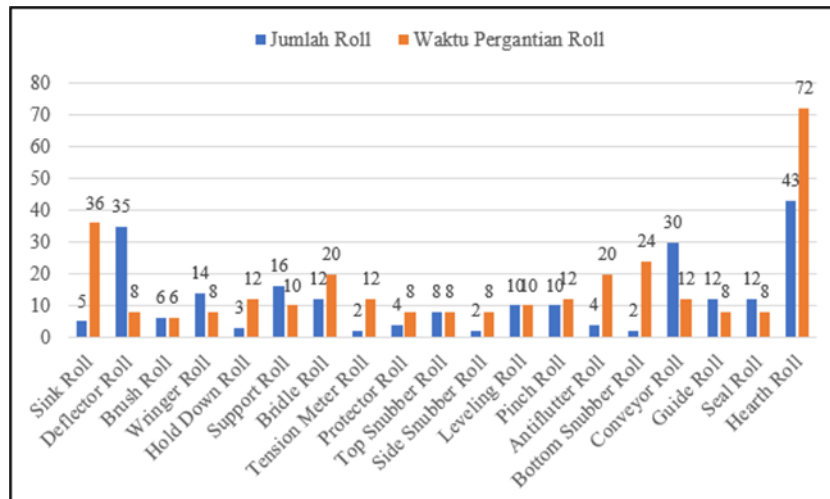
Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data dan informasi dari suatu masalah dan menganalisisnya untuk mendapatkan faktor penyebab dan cara menanggulangi masalah tersebut, dengan penekanan pada analisis waktu kerja dan efisiensi proses sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan. Fokus utama dari penelitian ini adalah penerapan metode *Plan-Do-Check-Action* (PDCA) sebagai kerangka sistematis untuk menganalisis masalah, merancang solusi, mengimplementasikan perbaikan, dan mengevaluasi hasilnya. Pendekatan PDCA dalam penelitian ini dipadukan dengan prinsip *Kaizen*, yaitu filosofi perbaikan berkelanjutan yang melibatkan partisipasi aktif karyawan dalam menemukan masalah dan menerapkan solusi sederhana.

Penelitian dilaksanakan di PT XYZ selama periode Februari hingga Agustus 2024, bertepatan dengan jadwal pelaksanaan *maintenance* berkala pada area *Continuous Galvanizing Line (CGL)*. Lokasi yang menjadi fokus adalah unit kerja *furnace*, karena di area inilah komponen *Hearth Roll* berada dan memerlukan penggantian rutin secara berkala. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap proses penggantian *Hearth Roll*, serta wawancara mendalam dengan operator, *foreman*, dan personel *maintenance* untuk memahami prosedur kerja serta kendala teknis yang dihadapi. Sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumentasi internal perusahaan, seperti prosedur operasi standar (SOP), data histori *maintenance*, diagram teknis, serta referensi pendukung dari literatur ilmiah terkait topik penelitian.

Pengumpulan data dilakukan secara sistematis untuk mendukung analisis komprehensif terhadap permasalahan yang terjadi. Proses analisis difokuskan pada aktivitas yang memerlukan waktu kerja tertinggi dan memiliki potensi efisiensi terbesar. Dalam proses ini digunakan beberapa alat bantu dari *quality control tools* (QC 7 Tools), seperti diagram Pareto untuk mengidentifikasi aktivitas dominan, diagram sebab-akibat untuk menemukan akar permasalahan, serta *checksheet* dan *stopwatch* untuk mencatat dan membandingkan durasi aktivitas kerja sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan. Selain itu, digunakan pula pendekatan analisis 5W+1H untuk merancang usulan solusi yang sesuai dengan kebutuhan teknis di lapangan.

3. Hasil dan Diskusi Menentukan Fokus Pengamatan

Kegiatan *maintenance roll* yang dimaksud di sini adalah pergantian *roll*. Terdapat beberapa jenis *roll* di area *Entry-Furnace* dan masing-masing *roll* memiliki fungsi yang berbeda-beda. Terdapat total 19 jenis *roll* yang berada di area *Entry-Furnace*. Penulis akan menentukan fokus pengamatan pada *roll* yang memiliki jumlah terbanyak dan memiliki waktu pergantian paling lama. Berikut adalah hasil kumpulan data *roll* beserta jumlah dan waktu pergantiannya.



Gambar 1. Jenis Roll dan Waktu Pergantiannya

Menurut diagram batang di atas *Hearth Roll* memiliki jumlah terbanyak yang terpasang di *line* dengan total 43 *roll* serta memiliki waktu pergantian paling lama yaitu 72 jam. Berdasarkan hal ini penulis memutuskan fokus pengamatan pada proses pergantian *Hearth Roll*.

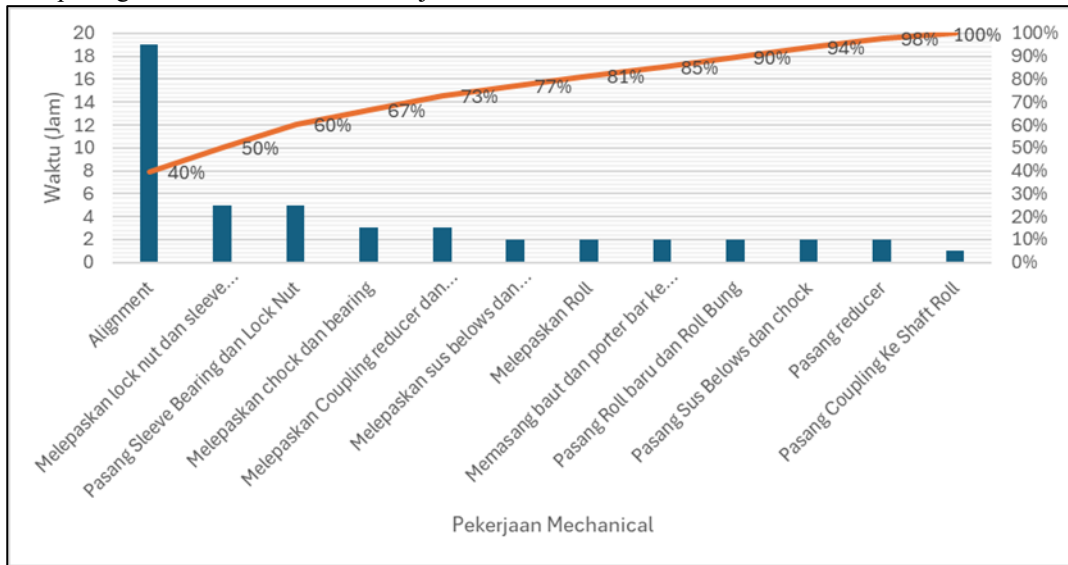
Plan (Rencanakan)

Tabel 1. Langkah Penggantian *Hearth Roll*

No	Pekerjaan	Waktu (Jam)	Scope Dept.
	Cooling Down		
1	<i>Cold purging N2</i>	12	Manufacturing
	Disassembly		
2	Melepaskan <i>sus belows</i> dan <i>Coupling Roll</i>	2	Mechanical
3	Melepaskan <i>lock nut</i> dan <i>sleeve bearing</i>	5	Mechanical
4	Melepaskan <i>chock</i> dan <i>bearing</i>	3	Mechanical
5	Melepaskan <i>Coupling reducer</i> dan <i>Roll Bung</i>	3	Mechanical
6	Melepaskan <i>Roll</i>	2	Mechanical
	Assembly		
8	Memasang baut dan porter bar ke <i>Roll</i> baru	2	Mechanical
9	Pasang <i>Roll</i> baru dan <i>Roll Bung</i>	2	Mechanical
10	Pasang <i>Sus Belows</i> dan <i>chock</i>	2	Mechanical
11	Pasang <i>Sleeve Bearing</i> dan <i>Lock Nut</i>	5	Mechanical
12	Pasang <i>Coupling</i> Ke <i>Shaft Roll</i>	1	Mechanical
13	Pasang <i>reducer</i>	2	Mechanical
14	<i>Alignment</i>	19	Mechanical

	Heating Up		
15	<i>Purging</i>	12	Manufacturing
	Total	72	

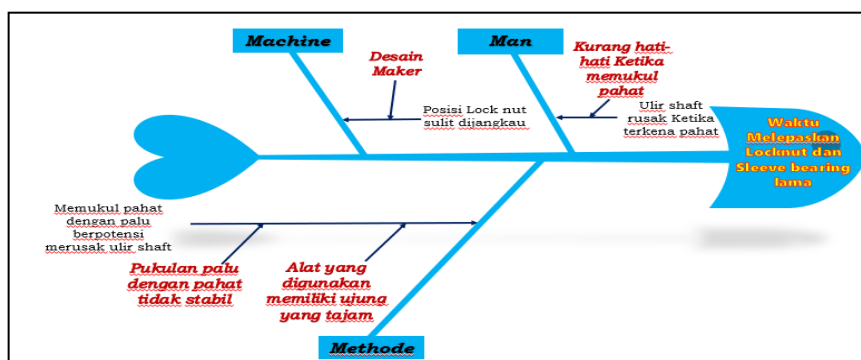
Pada tahap Plan, dilakukan pemetaan terhadap aktivitas dalam prosedur penggantian *Hearth Roll* berdasarkan analisis durasi proses. Data awal menunjukkan bahwa total waktu pengerjaan mencapai 72 jam, dengan kontribusi waktu terbesar berasal dari aktivitas pelepasan dan pemasangan *lock nut* serta *sleeve bearing*, masing-masing berdurasi ±5 jam. Proses ini dilaksanakan secara manual menggunakan palu dan pahat, metode yang bersifat destruktif terhadap komponen mekanik serta memiliki tingkat risiko ergonomi yang tinggi bagi operator. Aktivitas tersebut tidak hanya berkontribusi pada pemborosan waktu, tetapi juga menimbulkan potensi kerusakan pada *shaft thread* dan peningkatan risiko kecelakaan kerja.



Gambar 2. Diagram Pareto Pekerjaan Mechanical

Hasil informasi ini kemudian didiskusikan dengan pembimbing lapangan bahwa pada proses *alignment* belum memungkinkan untuk melakukan perbaikan, dan disarankan untuk melakukan perbaikan pada pekerjaan melepaskan *lock nut* dan *sleeve bearing*.

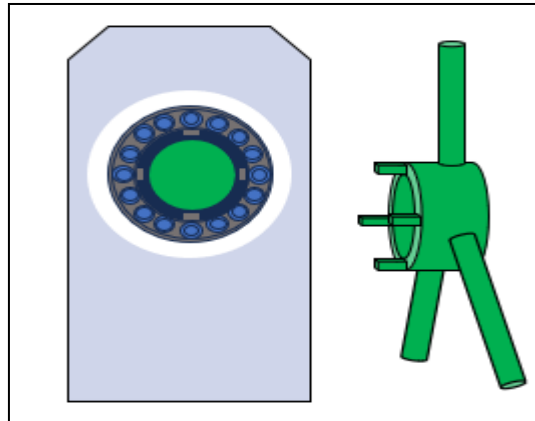
Analisis lanjutan menggunakan diagram Pareto mengindikasikan bahwa aktivitas pelepasan dan pemasangan *lock nut* menyumbang lebih dari 38% dari total waktu pengerjaan. Sementara itu, diagram sebab-akibat (fishbone diagram) mengklasifikasikan akar masalah ke dalam tiga kategori utama: (1) *Man*, yaitu ketidakhati-hatian operator akibat kelelahan dan ketergantungan terhadap keterampilan individu; (2) *Method*, berupa metode kerja manual yang tidak standar dan tidak efisien; serta (3) *Machine*, yakni desain *lock nut* yang tidak mendukung proses pelepasan dan pemasangan cepat secara mekanis. Masalah-masalah di atas dirangkum menggunakan Diagram sebab-akibat agar lebih mudah untuk dianalisa dan diambil kesimpulan. Diagram sebab-akibat dapat dilihat pada gambar di bawah



Gambar 3. Fishbone Sebab Akibat

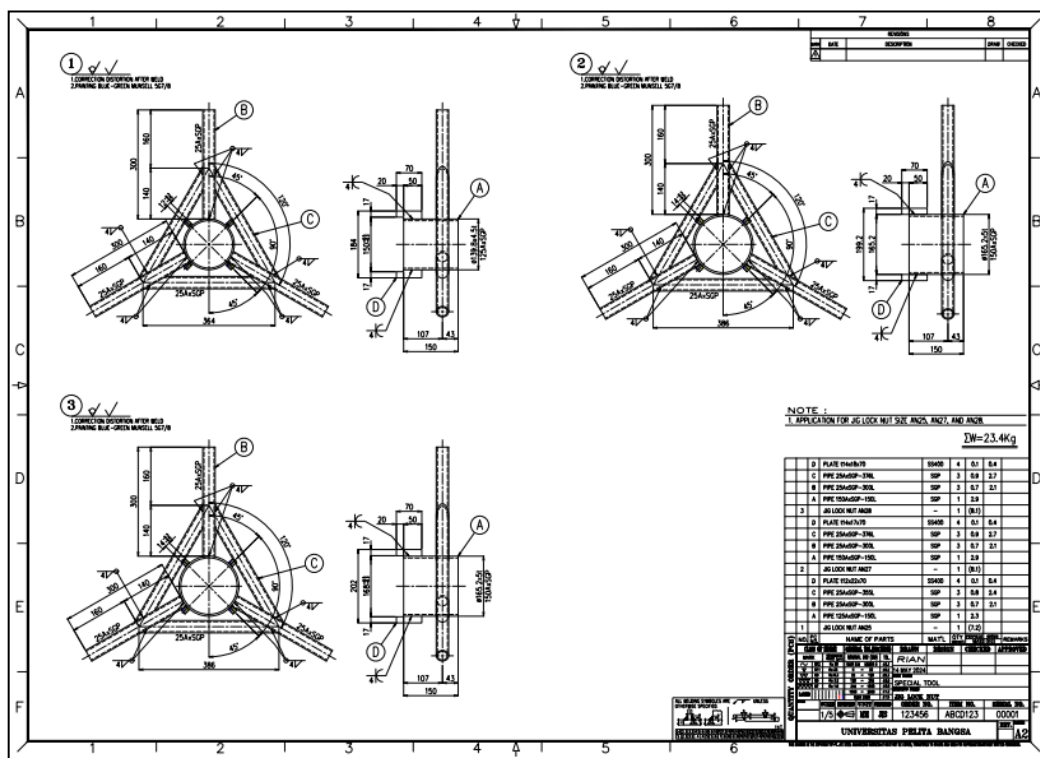
Do (Kerjakan)

Sebagai respons terhadap temuan tersebut, tahap Do dilakukan melalui pengembangan solusi teknis berupa *jig lock nut*, yang didesain untuk menggantikan metode manual konvensional.



Gambar 4. Desain Chock dan Jig Lock Nut

Jig tersebut merupakan alat bantu mekanis yang dirancang secara ergonomis dan presisi, dengan prinsip kerja menyerupai kunci roda, serta dilengkapi dengan profil gigi yang sesuai dengan geometri *lock nut*. Perancangan alat dilakukan menggunakan perangkat lunak CAD, sedangkan proses fabrikasi memanfaatkan material sisa yang tersedia di fasilitas perawatan internal, sehingga menghasilkan solusi dengan efisiensi biaya tinggi



Gambar 5. Gambar Teknik (CAD) Jig Lock Nut

Pada jadwal *maintenance* berikutnya terdapat pekerjaan penggantian *hearth roll*. Kemudian *jig lock nut* digunakan pada langkah pekerjaan melepas dan memasang *lock nut*. Sebelumnya, pekerjaan melepas dan memasang *lock nut* menggunakan alat pahat dan palu, yang menyebabkan beberapa masalah seperti potensi cedera pada tangan dan kerusakan ulir *shaft*. Menggunakan alat bantu *jig* dapat mengeliminasi kedua masalah berikut. Bentuk *jig* yang juga lebih ergonomis memungkinkan pekerjaan melepas dan memasang *lock nut* menggunakan lebih sedikit tenaga dan waktu.



Gambar 6. Implementasi Jig Pada Proses Melepas Lock Nut

Desain *jig* bukan hanya memberikan kemudahan pada pekerja untuk membuka *lock nut*. *Lock nut* yang sebelumnya tidak dapat digunakan kembali karena rusak terhantam pahat, sekarang masih bisa digunakan kembali. Desain gigi pada *jig* yang disesuaikan pada cekungan *lock nut* membuat cekungan *lock nut* tidak rusak. Hal ini juga dapat menguntungkan perusahaan karena mengurangi penggunaan *lock nut*.

Check (Periksa)

Pada tahap Check, dilakukan evaluasi kuantitatif terhadap efisiensi waktu yang dicapai menggunakan *checksheet* dan pengukuran waktu aktual dengan stopwatch. Hasil implementasi menunjukkan bahwa durasi pelepasan dan pemasangan *lock nut* dapat direduksi secara signifikan dari 10 jam menjadi hanya 3 jam secara kumulatif (masing-masing 1,5 jam per proses). Konsekuensinya, waktu total penggantian *Hearth Roll* mengalami penurunan dari 72 jam menjadi 65 jam, atau tercapai efisiensi sebesar 9,72%. Selain aspek temporal, penggunaan *jig* juga berpengaruh terhadap biaya *man power* dan meningkatkan produktivitas produksi. Waktu *stop line* yang semakin pendek akan membuat waktu produksi lebih cepat dimulai sehingga produk yang dapat dihasilkan juga ikut bertambah. Selain itu dari segi *safety*, *jig* dapat menghilangkan potensi bahaya tangan terpeluk palu dan ulir *shaft* rusak.

Action (Tindak Lanjut)

Pada tahap Action, hasil evaluasi diintegrasikan ke dalam sistem manajemen operasional perusahaan melalui penyusunan Standard Operating Procedure (SOP) baru yang mengatur penggunaan *jig* sebagai alat wajib dalam setiap prosedur penggantian *Hearth Roll*.

Construction Specification	JISG	COL	Change RCS Ø800 & Ø1300 Roll (#4 Bridle Roll)	Rev 02	No. Construction Specification	DM	AM	Pranata	Leader	IPD	SANJUNYU
<p>Construction Target : - Pemasangan Roll harus abnormal surface dan life time, termasuk pemasangan yang dilakukan secara mendesak seperti bearing yang abnormal dan sebagainya. - Equipment stop production: Roll (#4 Bridle) Mode "Stop"</p> <p>For Factory request: No time</p>											
<p>Construction procedure of Items 01</p> <p>1. Memeriksa Area 2. Check ULR dalam area/OP di area kerja sebelum penggantian 3. Mengangkat gear Roll 4. Set up Roll Catcher dan walrus pada portier Bar. Picture: 01 5. Pengaturan Data/Setting Elevator dan Furnace. Picture: 02 6. Pengaturan Roll 7. Memeriksa dan memasang Gear Coupling cover pada bagian Drive side 8. (Pisahkan dan pemasangan kembali Gear Coupling)</p> <p>1-1) Roll specification: Ø 800 S, Ø 1300 S, 200R, Material: S45C, Roll Height: 1600/1610 mm 1-2) Lepaskan Gear Coupling, Cover Motor, Roll Bung, SUS Below, sebelum mengeluarkan Roll. 1-3) Lepaskan Pemasangan Safety Cover Coupling. Picture: 3 a 1-4) Lepaskan dan Pasang Roll Bung pada set GIP. Picture: 3 b 1-5) Lepaskan /Pasang Chuck dan SUS Below. Picture: 3 c 1-6) Lepaskan dan Pasang Roll Bung pada set GIP. Picture: 3 d</p> <p>1-7) Memeriksa dan memasang Motor (lihat Dibutuhkan) 1-8) Unconnect Cable sebelum melepas motor (Mech Request for Electrical) Picture: 3 e 1-9) Lepaskan motor dibesarkan area kerja, menginstall area kerja</p> <p>1-10) Install Chain Block untuk mengangkat roll - Picture: 3 f 1-11) Pasang C Clamp beam sebagai tempat untuk memasang Chain block 2. Pasang Chain Block pada C Clamp beam 3. Pasang Webbing untuk mengangkat roll sebelum dan sesudah diangkat dengan portier bar 4. Pasang 4g Shaft untuk joint ke portier bar 1-12) Pasang Portier Bar (Handling Portier Bar). Picture: 4-1 - 4-3 1-13) Pasang Pemasangan Portier Bar sesuai dengan standar (lihat attach Drawing) 1-14) Pasang Crane CG 2 untuk mengangkat Portier Bar 1-15) Portier Bar digunakan untuk mengangkat dan memasang Roll dari OP Gate. 1-16) Hal-hal yang harus diperhatikan ketika mengangkat roll 1-17) Lakukan pengujian portier bar dengan standar (lihat attach Drawing) 1-18) Lakukan pengujian portier bar dengan roll-hull dan anakan area roll akan diturunkan/diangkat 1-19) Pasang Roll Bush berada di posisi yang akan sebelum Portier Bar Diangkat 1-20) Hal-hal yang diperhatikan 1. Check dengan Roll Shaft 2. Roll dengan Reducer 3. Reducer dengan Motor Pastikan cable power sudah dipasang sebelum menurunkan motor dari base</p> <p>1-21) Pasang Roll baru dan pasang kembali ke Roll Catcher</p>											
<p>Handing Gear coupling Handing SUS Belows Penilaian dan Handling Portier Bar</p>											
<p>PORTIER BAR Roll Catcher: Ø800 & Ø1300 1. Ring JIS for Roll Bush 1. Ring and Roll Bush Key</p>											
<p>Item Kriteria Keputusan Remark</p> <p>Roll surface inspection: Waktu stopwatch Monitor roll height: dapat diukur dengan sensor Gear Coupling disambungkan: Roll Pengaturan sesuai dengan standar Area kerja: Roll Pengaturan sesuai dengan standar Roll: Roll Pengaturan sesuai dengan standar Tag: Roll Pengaturan sesuai dengan standar Label: Roll Pengaturan sesuai dengan standar Sprocket: Roll Pengaturan sesuai dengan standar Roll Bush: Roll Pengaturan sesuai dengan standar Roll Catcher: Roll Pengaturan sesuai dengan standar</p>											

Gambar 7. Penambahan Standard Operating Procedure (SOP) Penggantian Hearth Roll

Pelatihan dan sosialisasi kepada teknisi lapangan turut dilakukan sebagai bagian dari strategi *knowledge transfer* dan pembentukan budaya kerja yang mengedepankan efisiensi dan keselamatan. Selain itu, kegiatan analisis lanjutan mengindikasikan bahwa proses *alignment* yang hingga kini masih memakan waktu 19 jam menjadi kandidat utama untuk perbaikan berikutnya, dan memerlukan pendekatan sistematis lanjutan dengan melibatkan analisis teknis tingkat lanjut.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa penerapan metode PDCA yang dikombinasikan dengan pendekatan Kaizen dapat memberikan dampak nyata dalam optimalisasi proses perawatan mesin industri. Pendekatan ini mampu menjawab permasalahan operasional secara konkret melalui inovasi teknis sederhana yang berbasis pada data dan kebutuhan aktual di lapangan. Reduksi waktu penggantian, peningkatan keselamatan kerja, serta penurunan risiko kerusakan komponen menjadi indikator keberhasilan utama dari intervensi ini. Oleh karena itu, strategi perbaikan ini direkomendasikan untuk diadopsi secara lebih luas dalam sistem pemeliharaan preventif dan korektif lainnya di lingkungan industri manufaktur.

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi waktu penggantian *Hearth Roll* di area furnace PT XYZ melalui penerapan metode Plan-Do-Check-Action (PDCA) yang didukung oleh prinsip Kaizen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa akar permasalahan utama terletak pada aktivitas pelepasan dan pemasangan *lock nut* serta *sleeve bearing*, yang dilakukan secara manual menggunakan palu dan pahat. Metode tersebut tidak hanya memakan waktu, tetapi juga meningkatkan risiko kerusakan komponen dan keselamatan kerja operator. Dengan mengimplementasikan siklus PDCA secara sistematis, penelitian ini berhasil merumuskan dan menguji solusi perbaikan berupa alat bantu kerja (*jig lock nut*) yang dirancang secara ergonomis dan ekonomis. Hasil implementasi menunjukkan bahwa penggunaan *jig* mampu menurunkan waktu pelepasan dan pemasangan *lock nut* dari 10 jam menjadi 3 jam secara total, sehingga waktu penggantian *Hearth Roll* secara keseluruhan berkurang dari 72 jam menjadi 65 jam, atau setara dengan efisiensi waktu sebesar 9,72%. Selain efisiensi waktu, perbaikan ini juga berkontribusi terhadap peningkatan keselamatan kerja serta pengurangan risiko kerusakan teknis. Hasil perbaikan telah distandarisasi ke dalam prosedur operasional baru dan disosialisasikan kepada seluruh teknisi sebagai bentuk penguatan budaya kerja berbasis perbaikan berkelanjutan. Lebih lanjut, proses *alignment* yang hingga kini memakan waktu 19 jam diidentifikasi sebagai objek potensial untuk siklus perbaikan selanjutnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa integrasi PDCA dan Kaizen dalam proses pemeliharaan terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan efektivitas, efisiensi, dan keselamatan dalam kegiatan *maintenance* di lingkungan industri manufaktur.

Referensi

- [1] T. T. Nurmala Hamzah dan A. Momon, "Analisis Total Productive Maintenance (TPM) Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Injection 2500T New di PT. XYZ," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 1, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i1.4996.
- [2] S. Waghmare, S. Shelare, P. Sirsat, N. Pathare, dan S. Awatade, "Development Of An Innovative Multi-Operational Furnace," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 9, no. 4, hal. 885–889, 2020.
- [3] M. Mayangsari, N. Ulwiyah, dan U. Qoyyimah, "EDUSOSHUM Journal of Islamic Education and Social Humanities WILLIAM EDWARD DEMING'S MODEL PLANNING," vol. 3, no. 3, hal. 146–153, 2023.
- [4] N. L. Lie, M. Mujiyanto, dan S. Suherman, "Integrasi Model TQM, PDCA, dan Analisis Swot Dalam Peningkatan Manajemen Mutu Pendidikan," *JERUMI J. Educ. Relig. Humanit. Multidisciplinary*, vol. 2, no. 1, hal. 199–205, 2024, doi: 10.57235/jerumi.v2i1.1793.
- [5] I. W. Rusdiana dan D. Soediantono, "Kaizen and Implementation Suggestion in the Defense Industry: A Literature Review Implementasi Kaizen dan Usulan Penerapannya Pada Industri Pertahanan: A Literature Review," *J. Tek. Ind. Manaj. Ris.*, vol. 3, no. 3, hal. 35–52, 2022.
- [6] A. Rokhmah, Probokusumo, dan Karyadi, "PENERAPAN KAIZEN UNTUK MENURUNKAN LEADTIME PEMBUATAN GOOD RECEIPT NOTES DI PT. ABC Alfa," *J. Ilm. Fak. Tek.*, vol. 1, no. 2, 2025.