



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

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

Vol. 4 No. 4 (2025) pp: 4250-4257

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

Pengurangan Waktu dalam Proses Penggantian Roll Furnace di PT. XYZ Menggunakan Metode PDCA

Marjuni, Fibi Eko Putra, Heru Darmawan

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

marjuni740@gmail.com, fibi@pelitabangsa.ac.id, heru10@pelitabangsa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu penggantian roll furnace di PT. XYZ melalui penerapan metode PDCA (Plan-Do-Check-Act) sebagai kerangka perbaikan berkelanjutan. Pada kondisi awal, durasi penggantian mencapai 44 jam per siklus akibat keterbatasan alat angkat, di mana satu unit crane digunakan secara bergantian pada sisi Operator (OP) dan Drive Roll (DR). Kondisi tersebut menimbulkan bottleneck, waktu tunggu tinggi, rendahnya utilisasi tenaga kerja, serta meningkatnya downtime maintenance. Hasil identifikasi masalah menunjukkan bahwa ketergantungan terhadap satu crane menjadi penyebab utama pemborosan waktu, khususnya pada pengangkatan komponen berat seperti motor, reducer, bearing, dan chock. Metode PDCA diterapkan melalui tahapan pengumpulan data historis, observasi langsung proses, analisis kendala teknis, perancangan solusi, serta implementasi perbaikan berupa pemasangan lifting beam dan gantry crane permanen di sisi DR. Evaluasi hasil menunjukkan bahwa penerapan gantry crane memungkinkan aktivitas pada sisi OP dan DR berlangsung secara paralel, menghilangkan waktu tunggu crane, meningkatkan sinkronisasi kerja, serta memperbaiki aspek keselamatan operasional. Hasil penelitian membuktikan bahwa penelitian ini berhasil menurunkan durasi penggantian roll furnace dari 44 jam menjadi 33 jam, dengan peningkatan efisiensi waktu sebesar 25%. Temuan ini mengonfirmasi bahwa pendekatan PDCA efektif dalam mengatasi bottleneck sistem angkat, meningkatkan equipment availability, serta menurunkan downtime maintenance. Kontribusi utama penelitian ini adalah penyediaan model perbaikan teknis yang aplikatif, terukur, dan dapat direplikasi pada sistem maintenance peralatan sejenis di industri manufaktur.

Kata kunci: PDCA, Penggantian Roll Furnace, Efisiensi Waktu, Gantry Crane, Peningkatan Maintenance, Industri Manufaktur, Perbaikan Berkelanjutan.

1. Latar Belakang

Industri manufaktur saat ini menghadapi tekanan untuk meningkatkan efisiensi operasional guna mempertahankan daya saing di pasar global. Efisiensi waktu menjadi salah satu indikator kinerja utama yang memengaruhi produktivitas, biaya operasi, serta kemampuan perusahaan dalam merespons kebutuhan pelanggan. Menurut Prasetyo (2020), pengoptimalan waktu produksi terbukti mampu meningkatkan produktivitas sekaligus menekan biaya operasional secara signifikan [1]. Efisiensi waktu juga berpengaruh pada kepuasan pelanggan, sebagaimana dinyatakan oleh Tiara Azalia (2023) bahwa proses produksi yang lebih cepat meningkatkan loyalitas pelanggan dan berdampak positif pada pendapatan perusahaan [2]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa efisiensi waktu berkorelasi langsung dengan peningkatan output produksi serta penurunan pemborosan (*waste*) dalam sistem manufaktur [3], [4].

Dalam proses galvanisasi baja di PT. XYZ, salah satu aktivitas *maintenance* yang bersifat kritis adalah penggantian *roll furnace*. Komponen *roll* berfungsi memastikan distribusi panas yang merata pada material yang diproses sehingga kualitas produk tetap stabil [5], [6]. Kegagalan fungsi *roll furnace* dapat menyebabkan penurunan kualitas lapisan galvanis serta peningkatan tingkat cacat produk [7]. Namun, proses penggantian *roll furnace* di PT. XYZ masih memerlukan durasi yang tinggi, yaitu 44 jam per siklus. Tingginya durasi tersebut disebabkan oleh ketergantungan pada satu unit *crane* yang digunakan secara bergantian pada sisi Operator (OP) dan *Drive Roll* (DR), sehingga menimbulkan *bottleneck*, *idle time* yang tinggi, serta menurunnya sinkronisasi kerja antar tim. Kondisi *bottleneck* akibat keterbatasan peralatan material *handling* seperti *crane* juga banyak dilaporkan sebagai penyebab utama meningkatnya *downtime maintenance* pada industri berat [8].

Berbagai penelitian sebelumnya menekankan pentingnya metode perbaikan berkelanjutan untuk mengatasi inefisiensi proses. Metode PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas proses, menurunkan tingkat cacat, dan menekan downtime mesin di sektor industri [9], [10], [11], [12]. QC 7 Tools juga menjadi instrumen penting dalam identifikasi akar permasalahan melalui analisis *Pareto*, *fishbone*, serta pengolahan data historis [13][14]. Selain itu, integrasi metode perbaikan dengan pendekatan rekayasa teknis (*engineering solution*) terbukti mampu mempercepat waktu setup dan memperbaiki keseimbangan alur kerja. Namun, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik mengkaji efisiensi waktu penggantian *roll furnace* menggunakan integrasi PDCA dengan solusi teknis berupa alat angkat alternatif seperti *lifting beam* dan *gantry crane*.

Gap penelitian muncul karena belum adanya studi yang secara spesifik berfokus pada paralelisasi proses pengangkatan komponen berat melalui restrukturisasi sistem alat angkat sebagai strategi pengurangan waktu *maintenance* pada *furnace*. Sebagian besar penelitian terkait *gantry crane* lebih banyak menitikberatkan pada aspek desain dan keselamatan, belum mengkaji secara spesifik dampaknya terhadap efisiensi waktu *maintenance* [15]. Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab utama lamanya proses penggantian *roll furnace* di PT. XYZ serta mengembangkan perbaikan proses menggunakan metode PDCA melalui implementasi *gantry crane* agar pekerjaan pada sisi OP dan DR dapat berlangsung secara paralel. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan durasi penggantian dari 44 jam menjadi 33 jam atau terjadi peningkatan efisiensi sebesar 25%. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi metode PDCA dengan desain ulang sistem pengangkatan yang mampu meningkatkan *equipment availability* serta menghasilkan model perbaikan berkelanjutan yang dapat diterapkan pada proses *maintenance furnace* di industri manufaktur.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan perusahaan untuk menekan biaya *maintenance* yang terus meningkat akibat lamanya proses penggantian *roll furnace*. Durasi penggantian yang panjang menyebabkan peningkatan biaya tenaga kerja, konsumsi energi, serta *opportunity loss* akibat terhentinya proses produksi [3][8]. Oleh karena itu, peningkatan efisiensi waktu melalui perbaikan proses *maintenance* menjadi langkah strategis untuk mengurangi biaya operasional, meningkatkan efektivitas penggunaan sumber daya, serta menjaga performa produksi agar tetap kompetitif..

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di area *Furnace* PT. XYZ selama periode pengamatan yang mencakup proses penggantian *roll furnace* secara langsung. Fokus penelitian diarahkan pada tahapan instalasi *chock* di sisi Operator (OP) dan pemasangan *reducer* di sisi *Drive Roll* (DR), sesuai batasan penelitian yang ditetapkan perusahaan. Penelitian ini mengkaji aktivitas *maintenance* spesifik yang berkontribusi pada lamanya durasi penggantian *roll furnace* akibat ketergantungan pada satu unit *crane*.

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan pendekatan studi kasus industri. Data dikumpulkan melalui dua jenis sumber. Pertama, data primer diperoleh melalui observasi lapangan terhadap seluruh tahapan penggantian *roll furnace*, mulai dari persiapan hingga evaluasi pasca pengerjaan; pencatatan waktu pada setiap proses, serta wawancara mendalam dengan operator, *foreman*, teknisi, dan manajer area *Furnace* guna mengidentifikasi kendala teknis dan operasional yang menyebabkan tingginya durasi pekerjaan. Kedua, data sekunder diperoleh dari dokumentasi internal, seperti histori waktu penggantian *roll*, data *maintenance plan*, SOP yang berlaku, serta literatur dan penelitian terdahulu yang relevan.

Metode pemecahan masalah dalam penelitian ini menggunakan pendekatan PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) sebagai kerangka perbaikan berkelanjutan yang sistematis. Pada tahap *Plan*, dilakukan identifikasi akar permasalahan melalui analisis data waktu historis penggantian *roll furnace*, observasi langsung di lapangan, serta wawancara dengan operator, teknisi, dan pengawas area *furnace*. Tahap ini bertujuan untuk memetakan aktivitas yang menyebabkan pemborosan waktu, mengidentifikasi *bottleneck* utama, serta merumuskan rencana perbaikan yang paling relevan dengan kondisi aktual di lapangan. Selanjutnya pada tahap *Do*, dilakukan implementasi solusi teknis yang telah dirancang, yaitu penggunaan *lifting beam* serta pemasangan *gantry crane* permanen di sisi *Drive Roll* (DR) untuk memungkinkan proses pengangkatan dan pemasangan komponen dilakukan secara paralel dengan aktivitas di sisi Operator (OP). Tahap *Check* dilakukan dengan membandingkan durasi penggantian *roll furnace* sebelum dan sesudah implementasi perbaikan, sehingga efektivitas solusi dapat dievaluasi secara kuantitatif berdasarkan penurunan waktu proses. Tahap *Act* mencakup penyempurnaan prosedur kerja, penyesuaian alur proses, serta rekomendasi penerapan sebagai prosedur standar apabila solusi yang diterapkan terbukti efektif.

Validitas data dalam penelitian ini diperkuat melalui teknik triangulasi, yaitu dengan membandingkan hasil observasi lapangan, data historis perusahaan, serta keterangan dari berbagai narasumber lapangan untuk memastikan konsistensi dan keandalan temuan. Seluruh hasil analisis kemudian digunakan sebagai dasar dalam menyimpulkan efektivitas penerapan metode PDCA dalam mengurangi durasi penggantian *roll furnace* di PT. XYZ, sekaligus sebagai pijakan dalam penyusunan rekomendasi perbaikan berkelanjutan pada proses *maintenance* di area *furnace*.

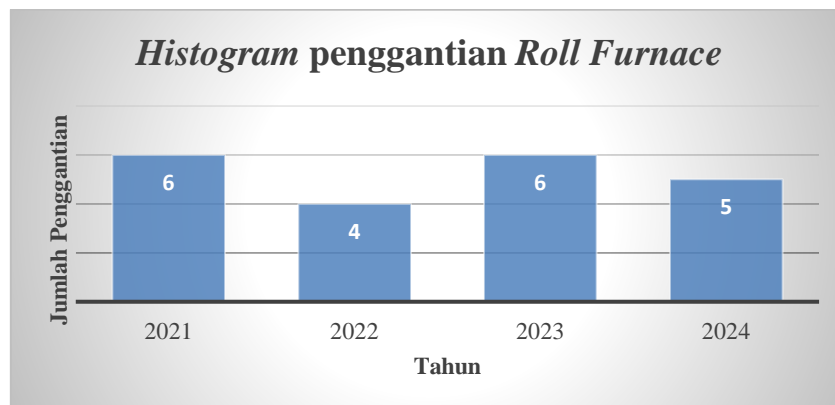
3. Hasil dan Diskusi

Data Historis

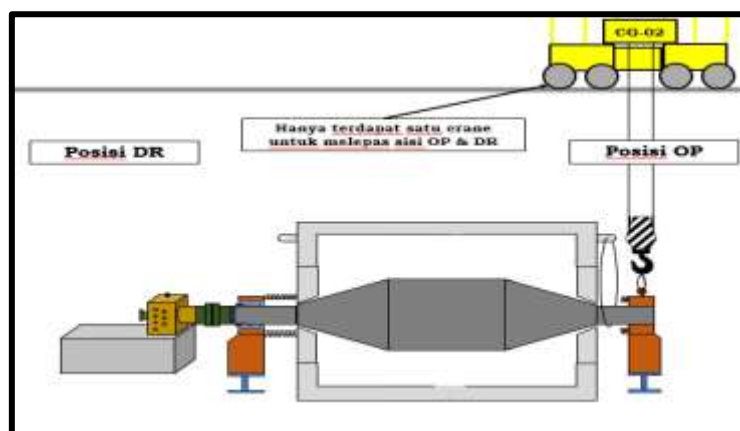
Data historis penggantian *roll furnace* pada periode 2021–2024 menunjukkan adanya fluktuasi frekuensi penggantian dari tahun ke tahun.

Informasi ini divisualisasikan pada Gambar 3.1 yang menampilkan histogram jumlah penggantian *roll furnace* per tahun. Frekuensi penggantian berada pada rentang 4–6 kali per tahun, dengan tahun 2021 dan 2023 sebagai periode tertinggi (6 kali), sedangkan tahun 2022 terendah (4 kali) dan tahun 2024 meningkat kembali menjadi 5 kali. Fluktuasi ini menunjukkan bahwa proses *maintenance roll furnace* belum stabil dan konsisten, yang dipengaruhi oleh tingkat keausan *roll*, kondisi operasional *furnace*, serta efektivitas proses penggantian sebelumnya.

Dengan durasi penggantian sebelum perbaikan mencapai 44 jam per siklus, frekuensi penggantian yang relatif tinggi menyebabkan *downtime* kumulatif yang signifikan dan berdampak langsung pada produktivitas lini *galvanizing*. Oleh karena itu, data historis ini menjadi dasar penting dalam perumusan strategi perbaikan melalui metode PDCA untuk menurunkan waktu penggantian dan meningkatkan *availability* peralatan. Analisis Kondisi *Eksisting*



Gambar 3. 1 Histogram Penggantian *Roll Furnace*
Sumber : PT.XYZ, 2025



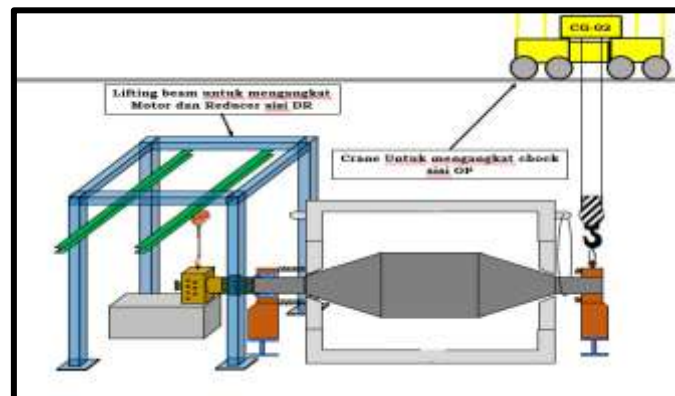
Gambar 3. 2 Kondisi *Crane* Tunggal yang Digunakan Bergantian pada Area OP dan DR
Sumber : PT. XYZ,2025

Analisis kondisi *eksisting* dilakukan untuk memahami akar permasalahan yang menyebabkan durasi penggantian *roll furnace* mencapai 44 jam per siklus. Berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara operator, serta dokumentasi proses *maintenance*, diketahui bahwa hampir seluruh aktivitas yang melibatkan pengangkatan komponen berat seperti *roll*, *chock*, *bearing*, motor, dan *reducer* masih mengandalkan satu unit *crane* sebagai alat angkat utama di area *furnace*.

Ketergantungan pada satu *crane* menyebabkan alur kerja bersifat sekuensial, bukan paralel. Saat *crane* digunakan di sisi *Operator (OP)* untuk melepas *roll* atau *chock*, tim di sisi *Drive Roll (DR)* harus menunggu hingga *crane* kembali tersedia, sehingga terjadi *idle* pada salah satu area kerja, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2. Rata-rata waktu tunggu yang tercatat mencapai 3–4 jam per siklus atau sekitar 20–25% dari total durasi pekerjaan, yang berdampak langsung pada menurunnya utilisasi tenaga kerja dan ketidaksinkronan alur kerja.

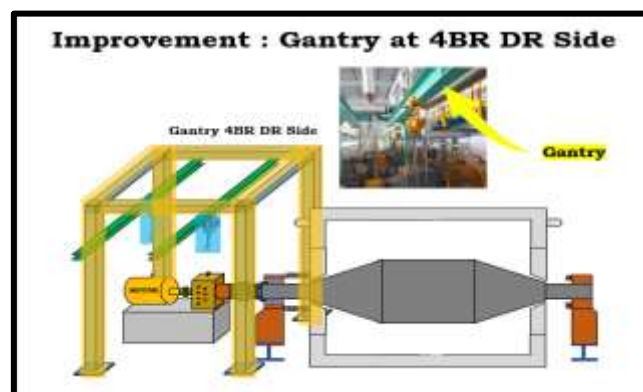
Kondisi ini menunjukkan bahwa keterbatasan *crane* merupakan *bottleneck* utama dalam proses penggantian *roll furnace*. Selama aktivitas masih bergantung pada satu alat angkat yang digunakan bersama oleh dua area kerja, efisiensi waktu sulit dicapai. Oleh karena itu, kondisi *eksisting* ini menjadi dasar utama perumusan solusi perbaikan melalui metode PDCA.

Implementasi Perbaikan



Gambar 3. 3 Implementasi *Lifting Beam* pada Sisi DR
Sumber : PT. XYZ,2025

Implementasi perbaikan dilakukan untuk menghilangkan *bottleneck* penggunaan *crane* tunggal yang menyebabkan aktivitas di sisi *Operator (OP)* dan *Drive Roll (DR)* tidak dapat berjalan secara paralel. Perbaikan ini mencakup penyediaan alat angkat alternatif dan pembangunan sistem angkat baru yang lebih fleksibel untuk mendukung seluruh rangkaian pekerjaan penggantian *roll furnace*. Tahap implementasi dimulai dengan pemasangan *lifting beam* yang dilengkapi *chain block* berkapasitas 2 ton di sisi *DR*. Struktur ini dirancang untuk memungkinkan operator melakukan pengangkatan komponen seperti motor, *reducer*, dan *coupling roll* tanpa bergantung pada *crane* utama. Implementasi *lifting beam* ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3. 4 Desain *Gantry* di Sisi DR (*Improvement*)
Sumber: PT. XYZ, 2025

Dengan alat tambahan ini, aktivitas pada sisi DR dapat dilakukan bersamaan dengan pekerjaan di sisi OP, sehingga *idle time* yang sebelumnya timbul akibat antrean penggunaan *crane* mulai berkurang. Untuk memberikan fleksibilitas yang lebih besar pada aktivitas pengangkatan dan memastikan alur kerja dapat sepenuhnya berjalan paralel, dilakukan pemasangan *gantry crane* permanen dengan struktur *H-Beam* dan *electric chain hoist* berkapasitas 5 ton. *Gantry crane* ini diposisikan pada lintasan kerja yang memungkinkan pergerakan horizontal dan vertikal selama proses *dismantling* dan *assembly*. Implementasi sistem *gantry crane* tersebut ditunjukkan pada gambar berikut.

Setelah proses desain selesai dan struktur dipasang, dilakukan implementasi aktual *gantry crane* di area *furnace*. Implementasi ini mencakup pemasangan *hoist* pada *rail beam*, uji pengangkatan, pengecekan *alignment* lintasan, dan kalibrasi akhir. Kondisi *gantry crane* yang telah terpasang di area kerja ditunjukkan pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3. 5 Implementasi Gantry di Area Furnace
Sumber: PT. XYZ, 2025

Dengan *gantry crane* yang telah berfungsi penuh, aktivitas pengangkatan di sisi DR dapat dilakukan mandiri dengan jangkauan horizontal–vertikal yang luas. Pekerjaan *dismantling* dan *assembly* kini dapat berjalan bersamaan antara sisi OP dan DR tanpa adanya antrean penggunaan *crane*. *Idle time* yang sebelumnya mencapai 3–4 jam dalam satu siklus berhasil dihilangkan, dan produktivitas pekerja meningkat secara signifikan.

Secara keseluruhan, implementasi *lifting beam* dan *gantry crane* memberikan dampak nyata terhadap efisiensi proses penggantian *roll furnace*. Alur kerja menjadi lebih sinkron, stabil, dan aman. Hasilnya, durasi total penggantian *roll furnace* berhasil diturunkan dari **44 jam menjadi 33 jam**, menunjukkan peningkatan efisiensi waktu sebesar **25%**.

Evaluasi Hasil

Evaluasi hasil dilakukan untuk mengetahui efektivitas implementasi perbaikan yang telah diterapkan melalui pemasangan *lifting beam* dan *gantry crane*. Evaluasi difokuskan pada perbandingan durasi penggantian *roll furnace* sebelum dan sesudah perbaikan, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Perbandingan Waktu Proses

Tahapan Pekerjaan	Sebelum Perbaikan (jam)	Setelah Perbaikan (jam)	Perubahan (%)
Persiapan alat & area	4	3	25%
<i>Disassembly roll (OP)</i>	10	9	10%
<i>Disassembly roll (DR)</i>	9	7	22%
<i>Assembly roll (OP)</i>	10	8	20%
<i>Assembly roll (DR)</i>	9	6	33%
Total Durasi Pekerjaan	44	33	25%

Sumber : PT. XYZ, 2025

Sebelum dilakukan perbaikan, total durasi penggantian *roll furnace* mencapai 44 jam. Durasi ini diperpanjang oleh *idle time* yang tinggi, terutama pada sisi *Drive Roll (DR)*, akibat ketergantungan yang kuat pada crane tunggal yang digunakan secara bergantian antara sisi Operator (OP) dan DR. Setelah implementasi *lifting beam* dan *gantry crane*, total durasi turun menjadi 33 jam, sehingga terjadi peningkatan efisiensi sebesar 25%. Detail perbandingan waktu tiap tahap pekerjaan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Perubahan ini menunjukkan bahwa penyediaan alat angkat alternatif dan sistem *crane* tambahan mampu menghilangkan antrean penggunaan *crane* yang sebelumnya menunda pekerjaan di sisi DR selama 3–4 jam per siklus. Selain itu, alur kerja yang semula bersifat sekuensial kini menjadi paralel, terutama pada proses *dismantling* dan *assembly*. Hal ini meningkatkan sinkronisasi kerja antar area dan mempercepat penyelesaian setiap tahap penggantian.

Selain pengurangan total waktu, peningkatan kualitas alur kerja juga terlihat dari semakin stabilnya proses pengangkatan dan pemasangan. *Gantry crane* memberikan jangkauan horizontal dan vertikal yang lebih baik sehingga mempermudah penanganan *roll*, motor, dan *reducer*. Stabilitas pergerakan beban yang meningkat berdampak pada berkurangnya potensi kesalahan dan waktu koreksi *alignment*.

Secara keseluruhan, evaluasi menunjukkan bahwa implementasi perbaikan berhasil mengatasi *bottleneck* utama, meningkatkan efektivitas koordinasi antar area, serta meningkatkan efisiensi proses secara signifikan. Penurunan durasi dari 44 jam menjadi 33 jam merupakan indikator kuat bahwa solusi yang diterapkan berhasil mencapai tujuan penelitian.

Penetapan Prosedur Kerja Baru (Standarisasi Proses)

Setelah implementasi perbaikan melalui pemasangan *lifting beam* dan *gantry crane* memberikan peningkatan efisiensi yang signifikan, langkah berikutnya adalah melakukan penetapan prosedur kerja baru sebagai upaya untuk memastikan bahwa perbaikan yang dicapai dapat diterapkan secara konsisten pada setiap siklus penggantian *roll furnace*. Penetapan prosedur kerja baru ini berfungsi sebagai bentuk standarisasi proses, sehingga seluruh aktivitas penggantian dilakukan sesuai alur kerja yang telah terbukti lebih efisien dan aman.

Langkah awal dalam penetapan prosedur ini adalah penyusunan SOP (*Standard Operating Procedure*) terbaru yang memasukkan penggunaan *lifting beam* dan *gantry crane* sebagai bagian integral dari proses penggantian *roll furnace*. SOP tersebut mengatur tahapan kerja mulai dari persiapan alat, teknik pengangkatan komponen, urutan *dismantling* dan *assembly* di sisi Operator (OP) dan *Drive Roll (DR)*, hingga prosedur keselamatan kerja ketika menggunakan alat angkat.

Gambar 3. 6 Standarisasi Proses Penggantian *Roll Furnace*
Sumber: PT. XYZ, 2025

Visualisasi prosedur kerja baru ditampilkan pada Gambar 3.6, yang menunjukkan alur kerja terstandar setelah penerapan perbaikan. Dengan adanya proses terstruktur ini, potensi variasi antar operator dapat diminimalkan, sehingga durasi pekerjaan menjadi lebih konsisten dan hasil perbaikan dapat dipertahankan.

Selain penyusunan SOP, dilakukan juga pelatihan operator untuk memastikan pemahaman teknis terhadap penggunaan *gantry crane* dan *lifting beam*. Pelatihan ini meliputi cara pengoperasian electric hoist, pengaturan posisi beban, inspeksi visual struktur, serta prosedur keselamatan kerja. Pelatihan ditujukan untuk meningkatkan kompetensi operator sekaligus mengurangi risiko kecelakaan kerja.

Upaya penetapan prosedur kerja baru juga dilengkapi dengan penerapan *monitoring system* dan evaluasi rutin. Setiap siklus penggantian didokumentasikan melalui lembar inspeksi yang mencatat durasi tiap tahap, kondisi alat angkat, dan kendala lapangan. Data ini digunakan sebagai acuan untuk memastikan durasi penggantian tetap berada pada kisaran 33 jam atau dapat ditingkatkan lebih lanjut apabila ditemukan peluang perbaikan lanjutan.

Dengan penerapan prosedur kerja baru ini, perusahaan tidak hanya mempertahankan hasil perbaikan, tetapi juga menciptakan mekanisme berkelanjutan untuk menjaga efisiensi proses. Prosedur terstandar ini juga memungkinkan replikasi pada area *furnace* lainnya yang memiliki karakteristik pekerjaan serupa.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu mengurangi durasi proses penggantian *roll furnace* di PT XYZ melalui pendekatan PDCA dan penerapan solusi teknis yang tepat. Analisis kondisi *eksisting* menunjukkan bahwa keterbatasan *crane* merupakan *bottleneck* utama yang menyebabkan *idle time* tinggi dan alur kerja bersifat sekuensial. Implementasi perbaikan berupa pemasangan *lifting beam* dan *gantry crane* terbukti mampu menghilangkan hambatan tersebut dan mengubah proses kerja menjadi paralel. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa durasi penggantian *roll furnace* berhasil diturunkan dari 44 jam menjadi 33 jam, sehingga tercapai peningkatan efisiensi waktu sebesar 25% dibandingkan kondisi awal. Pengurangan *idle time*, peningkatan fleksibilitas alat angkat, serta sinkronisasi aktivitas antara sisi Operator (OP) dan *Drive Roll* (DR) menjadi faktor utama yang mendorong keberhasilan ini. Temuan ini menegaskan bahwa solusi teknis yang diterapkan efektif dan tepat sasaran, sesuai dengan permasalahan yang diidentifikasi pada tahap perencanaan. Sebagai bagian dari keberlanjutan perbaikan, telah ditetapkan prosedur kerja baru (standarisasi proses) yang memastikan penggunaan *lifting beam* dan *gantry crane* dilakukan secara konsisten pada setiap siklus penggantian. Prosedur ini memungkinkan efisiensi yang dicapai dapat dipertahankan dan direplikasi pada area *furnace* lainnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil, baik secara teknis maupun metodologis, dalam meningkatkan efisiensi proses *maintenance* dan memberikan kontribusi nyata terhadap pengurangan *downtime* di area *furnace*. Pendekatan PDCA yang digunakan terbukti efektif sebagai kerangka kerja perbaikan berkelanjutan di lingkungan industri.

Referensi

- [1] D. E. PRASETYO, "OPTIMASI PROSES PEMESANAN SPARE PART DENGAN MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING," J. OPTIMASI TEK. IND., VOL. 2, NO. 2, HAL. 51, 2020, DOI: 10.30998/JOTI.V2I2.4057.
- [2] T. A. SEPTYARANI DAN N. NURHADI, "PENGARUH KUALITAS PELAYANAN DAN KEPUASAN PELANGGAN TERHADAP LOYALITAS PELANGGAN," WIDYA CIPTA J. SEKR. DAN MANAJ., VOL. 7, NO. 2, HAL. 218–227, 2023, DOI: 10.31294/WIDYACIPTA.V7I2.15877.
- [3] M. AL BASHAR, M. ABU TAHER, DAN D. ASHRAFI, "ENHANCING EFFICIENCY OF MATERIAL HANDLING EQUIPMENT IN INDUSTRIAL ENGINEERING SECTORS," IRE JOURNALS, VOL. 7, NO. 11, HAL. 595–604, 2024.
- [4] A. APRILIANTI DAN Y. R. HIDAYAT, "PENGARUH JUST IN TIME TERHADAP EFISIENSI BIAYA PRODUKSI PADA PT . TOYOTA BOSHOKU INDONESIA," VOL. 3, NO. 2, HAL. 125–133, 2019.
- [5] S. HADI SURYO, SIFAT MEKANIK DAN KEGAGALAN MATERIAL PADA EKSKAVATOR BUCKET TEETH. ZAHIRA MEDIA PUBLISHER, 2022.
- [6] V. ALAN DEVARA, "STRATEGI PREVENTIVE MAINTENANCE ROLL TABLE INTERFACE PADA SECTION MILL DI PT . KRAKATAU BAJA CILEGON-BANTEN," 2024.
- [7] R. AL HAKIM, P. STUDI, T. MESIN, F. T. MANUFAKTUR, U. JENDERAL, DAN A. YANI, "ANALISIS KEGAGALAN PADA KOMPONEN WORK ROLL SETELAH PERLAKUAN PANAS," VOL. 22, NO. 01, HAL. 76–85, 2023.
- [8] MIRWAN, O. CHRISTIAN KARUBABA, L. YULIANINGSIH, M. IDRIS, A. SULISTIONO, DAN A. NASHRUL FIRDANI, "JURNAL PATRIA BAHARI," EVAL. KINERJA OPER. BONGKAR MUAT BATUBARA DAN FAKT. PENGHAMBAT DI PT. PELAYARAN KARTIKA SAMUDRA ADIJAYA, VOL. 5, NO. 2, HAL. 8–15, 2025.
- [9] R. DWISUSANTI DAN MUKHROJI, "SIKLUS TQM DALAM PENDIDIKAN: PLANNING, DO, CHECK, ACT DALAM DUNIA PENDIDIKAN, PRINSIP KAIZEN PADA TQM," J. P4I, VOL. 5, NO. 2, 2025.
- [10] I. ATHARIQ, SUPRIYATI, DAN R. C. KURNIAWAN, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DENGAN METODE PDCA (PLAN , DO , CHECK , ACTION) UNTUK MENURUNKAN CACAT PRODUK STAMPING DI PT XYZ," VOL. 5, NO. 5, HAL.

- 1257–1264, 2025.
- [11] P. TJAROKO JATI, “EVALUASI DAN PERBAIKAN PROSES ASSEMBLY FILTER PRESSURE MODULE FILTER ENGINE TIPE RONSON HYDRAULIC DENGAN PENDEKATAN PDCA DI PT. GMF AEROASIA,” 2020.
- [12] H. KARTIKA, “LEAN KAIZEN UNTUKMENINGKATKAN PRODUKTIVITAS LINE PAINTING PADA BAGIAN PRODUKSI,” J. SIST. TEK. IND., VOL. 22, NO. 1, HAL. 22–32, 2020.
- [13] N. EKA PUTRI, E. SUROSO, F. NURANIY, DAN S. HIDAYATI, “OPTIMIZATION OF PRODUCT QUALITY CONTROL IN ROBBANI SNACK MSME USING THE SEVEN TOOLS METHOD AND KAIZEN,” VOL. 4, NO. 1, HAL. 36–47, 2025.
- [14] F. IBNU TSABIT DAN D. S. HARTINI, “EVALUASI PENGENDALIAN KUALITAS UNTUK MEREDUKSI DEFECT PADA PROSES PACKING MENGGUNAKAN SEVEN TOOLS (STUDI KASUS: PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA TBK., BOGOR),” 2022.
- [15] E. PRASETIYO AGUNG NUGROHO, “PENERAPAN RANCANG BANGUN GANTRY CRANE SEMARANG,” 2024.