

Usulan Minimasi Waktu Set-Up Pada Proses Coal Handling Menggunakan Metode SMED Di PT Sumber Segara Primadaya Unit 1&2

1st Icha Ebtiana Putri
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ichaebtiana@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Pratyta Poiri Suryadhini
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

pratya@telkomuniversity.ac.id

3rd Rino Andias Anugraha
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

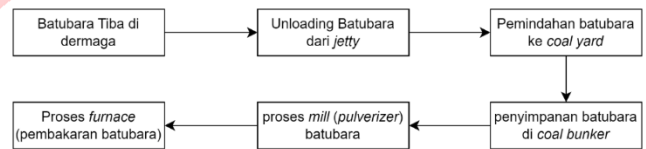
rinoandias@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— PT Sumber Segara Primadaya adalah perusahaan pembangkit Listrik tenaga uap dengan bahan baku utama batubara, pada prses produksinya Sebagian besar merupakan bagian dari proses coal handling. Pada proses coal handling terdapatwaktu tunggu untuk melakukan setup mesin stacker reclaimer. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi waktu tunggu yang disebabkan oleh proses setup pada mesin stacker reclaimer dengan melakukan penerapan SMED, mulai dari melakukan pemisahan kegiatan internal dan eksternal, kemudian perancangan alat bantu Vest Tools yang berfungsi untuk memudahkan operator membawa tools dalam pemasangan rubber rumbay dan perbaikan proses pemasangan rubber rumbay dari sebelumnya menggunakan baut menjadi metode sliding. Hasil penelitian berupa alat bantu vest tools dan perubahan pemasangan rubber rumbay yang sebelumnya menggunakan 12 baut menjadi metode sliding serta pengurangan kegiatan internal yang ada pada proses setup. Usulan penerapan SMED ini dapat mengurangi waktu proses setup pada posisi stacking selama 23,74 menit atau sebanyak 35,29% dari waktu awal dan proses reclaiming terjadi penghematan waktu selama 20,44 menit atau sebanyak 31,07% dari waktu awal.

Kata Kunci— SMED, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Coal Handling, Waktu set up

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar yang semakin penting seiring dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya ketergantungan manusia terhadap daya listrik. Untuk memenuhi kebutuhan ini, diperlukan sistem pembangkit listrik yang memadai, salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan batubara sebagai sumber energi utamanya. PT Sumber Segara Primadaya, yang berlokasi di Cilacap, Jawa Tengah, mengoperasikan PLTU dengan kapasitas total mencapai 1.960 MW, yang merupakan afiliasi dari PT Pembangkit Jawa Bali (PT PJB) dan PT Sumber Energi Sakti Prima (PT SSP). Dalam operasinya, salah satu sistem penting yang menunjang produksi di PLTU ini adalah sistem coal handling yang melibatkan berbagai proses, mulai dari pengiriman hingga distribusi batubara ke bunker.



GAMBAR 1
(Alur Proses Coal Handling)

TABEL 1
(Peta Kerja Coal Handling)

No	Uraian Kegiatan	Lambang					Waktu (Menit)	Keterangan
		○	□	⇨	D	▽		
1	Melakukan Draught survey						45	
2	Pemindahan batubara dari kapal ke conveyor						388	
3	Menunggu instruksi CCR untuk distribusi batubara						30	
4	Memindahkan batubara ke dalam coal yard (Stacking)						368	
5	Melakukan pengukuran tonase batubara yang masuk ke coal yard						40	
6	Penyimpanan di coal yard						330	Lama waktu penyimpanan tergantung kebutuhan pada bunker
7	Menunggu instruksi CCR untuk melakukan reclaiming serta tonase yang diperlukan						45	
8	Memindahkan batubara ke conveyor belt (reclaiming) melalui stacker reclaimer						304	
9	Memasukan batubara ke bunker						193	
10	Melakukan report batubara yang masuk ke bunker						75	
11	Memasukan batubara ke coal feeder						75	
12	Menghaluskan batubara pada coal mill						80	
13	Memasukan fine batubara kedalam boiler						60	
Total							2033	

Sistem coal handling mencakup serangkaian proses yang dimulai dari pengiriman batubara menggunakan kapal atau kereta, kemudian dilanjutkan dengan pembongkaran menggunakan ship unloader dan alat bantu lainnya. Batubara yang sudah dibongkar selanjutnya akan didistribusikan melalui sistem conveyor menuju bunker atau disimpan di coal yard. Proses ini memerlukan pengaturan yang tepat agar batubara dapat disuplai dengan efisien sesuai kebutuhan pembakaran pada boiler. Salah satu tantangan dalam proses

ini adalah pengaturan mesin *stacker reclaimer* yang memerlukan waktu setup cukup lama (sekitar 60-75 menit) setiap kali harus berpindah posisi dari *stacking* ke *reclaiming* atau sebaliknya.

Keterlambatan ini seringkali disebabkan oleh kebutuhan untuk melakukan setup ulang mesin *stacker reclaimer* di tengah berlangsungnya proses *coal handling*, yang berdampak pada waktu tunggu yang signifikan dan dapat mengganggu kelancaran operasi. Analisis fishbone diagram mengidentifikasi beberapa akar masalah, termasuk kurangnya optimalisasi kinerja mesin dan adanya kebutuhan untuk mengubah arah mesin selama operasi. Berdasarkan analisis ini, beberapa solusi alternatif diusulkan, seperti memperbaiki proses setup dan menambahkan alat bantu untuk mempercepat perubahan arah mesin, serta meningkatkan jadwal perawatan dan menerapkan sistem redundansi. Pada penelitian ini akan berfokus pada masalah proses perubahan arah mesin *stacker reclaimer* yang dilakukan ditengah proses *coal handling* sehingga mengakibatkan adanya waktu tunggu material. Alternatif Solusi yang akan dilakukan pada Tugas Akhir ini dengan melakukan perancangan setup usulan untuk meminimasi waktu tunggu yang ada pada proses *coal handling*.

II. KAJIAN TEORI

A. Lean Manufacturing

Lean manufacturing adalah metode produksi yang mengoptimalkan aliran produksi melalui pengurangan *waste* (pemborosan) dan penerapan *flow* (aliran) sebagai pengganti *batch* dan antrian, serta berfokus pada peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan, seperti yang ditekankan dalam *Toyota Production System (TPS)* (Liker dan Jeffrey, 2004). Beberapa karakteristik utama dari *lean manufacturing* mencakup struktur rantai produksi yang aktif dalam pemecahan masalah melalui penerapan *kaizen* dan *continuous improvement*.

B. Waste

Dalam konsep *Lean Manufacturing*, "waste" merujuk pada aktivitas yang tidak berguna atau *non value added*, yang diklasifikasikan oleh Taiichi Ohno menjadi tujuh jenis: *overproduction* (produksi berlebih yang melebihi permintaan pasar dan menyebabkan persediaan berlebihan), *waiting* (waktu terbuang karena pekerja atau mesin menunggu proses selanjutnya), *transportation* (pemindahan barang atau material tanpa nilai tambah yang menyebabkan biaya dan risiko tambahan), *overprocessing* (pemrosesan berlebihan yang melampaui kebutuhan pelanggan atau standar kualitas), *inventory* (persediaan berlebih yang menimbulkan biaya tambahan dan risiko kerusakan barang), *motion* (gerakan fisik yang tidak perlu atau tidak efisien yang mengurangi produktivitas), dan *defect* (cacat produk yang menyebabkan biaya perbaikan dan penghancuran barang). Memahami dan mengeliminasi jenis-jenis *waste* ini sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam sistem manufaktur.

C. Peta Kerja

Peta kerja adalah alat bantu grafis yang digunakan untuk memvisualisasikan, menganalisis, dan meningkatkan efisiensi proses dalam suatu sistem kerja, dengan tujuan mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan

(Sutalaksana, 2006). Peta kerja merepresentasikan urutan aktivitas dalam proses kerja, memungkinkan identifikasi langkah-langkah yang tidak efisien dan merancang proses yang lebih efisien melalui elemen-elemen seperti *operation*, *transportation*, *inspection*, *delay*, dan *storage*.

D. Single Minutes Exchange of Dies (SMED)

Single Minute Exchange of Dies (SMED) merupakan salah satu *tools* yang ada pada metode *lean manufacturing* dengan tujuan mengurangi waktu yang diperlukan dalam mengganti atau mengatur mesin dan alat yang digunakan dari suatu proses ke proses lainnya. Tujuan lain dari metode *smed* mampu meningkatkan efisiensi, fleksibilitas dan juga kapasitas produksi. Pada metode SMED menekankan pada pembagian aktivitas setup menjadi dua kategori yaitu aktivitas internal dan aktivitas eksternal. Aktivitas internal merupakan aktivitas setup yang hanya dapat dilakukan ketika mesin atau peralatan dalam kondisi berhenti atau tidak beroperasi. Sedangkan aktivitas eksternal merupakan aktivitas setup yang dapat dilakukan baik sebelum maupun setelah mesin berhenti beroperasi.

E. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pembangkit Listrik Tenaga Uap adalah sebuah pembangkit listrik yang memanfaatkan energi panas untuk dikonversikan menjadi uap panas yang nantinya digunakan untuk memutar turbin dan menggerakkan generator untuk mengkonversi energi *kinetic* menjadi energi listrik. PLTU pada umumnya menggunakan bahan bakar seperti batubara, gas,bbm, dan bahan bakar primer lainnya (Oloni Togu Simanjuntak, 2015). PLTU yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama memanfaatkan energi termal yang dihasilkan dari pembakaran batubara yang berupa uap panas. Uap panas tersebut kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin yang terhubung dengan generator yang kemudain menghasilkan energi listrik.

F. Coal Handling

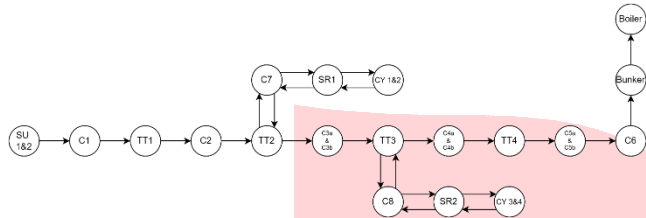
Coal Handling System adalah sebuah bagian integral dari suatu aliran material utuh dan system manajemen kualitas (Muhlbach, 2011). *Coal handling* juga merupakan istilah yang merujuk pada serangkaian aktivitas dan sistem yang terlibat dalam penanganan batubara, mulai dari saat ditambang hingga digunakan sebagai bahan bakar ataupun proses lebih lanjut. Dalam hal ini melibatkan berbagai tahap termasuk penambangan, transportasi, penyimpanan, penghancuran, dan pengangkutan batubara ke tempat penggunaan akhir seperti pembangkit listrik atau pabrik.

G. Pengembangan Produk

Product development atau pengembangan produk adalah proses perancangan, pengembangan, dan pemasaran produk baru atau yang sudah ada dengan fitur dan fungsi yang diperbarui (Ulrich & Eppinger, 2015). Tahapannya meliputi: *identifying customer needs*, yaitu mengidentifikasi kebutuhan konsumen untuk dijadikan dasar pengembangan; *establishing target specifications*, menetapkan spesifikasi target yang menggambarkan produk dalam istilah teknis; *concept generation*, mengeksplorasi berbagai konsep produk melalui pencarian kreatif dan *brainstorming*; dan *concept selection*, memilih konsep terbaik dari berbagai alternatif yang telah dihasilkan.

III. METODE

Metode penelitian ini melibatkan tiga tahap utama: pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis serta usulan. Pengumpulan data mencakup wawancara, observasi, dan pengambilan data proses dan alur kerja proses *coal handling*. Alur proses *coal handling* dimulai ketika batubara tiba di *jetty* dan diangkut ke *conveyor belt* dengan menggunakan mesin *ship unloader* hingga sampai pada proses pembakaran pada *boiler*.



GAMBAR 2 (Alur Proses Coal Handling)

Kemudian terdapat analisis waktu siklus dan penggunaan mesin *stacker reclaimer* di PLTU Sumber Segara Primadaya selama periode Januari-Desember 2023. Tahap pengolahan data mencakup penentuan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \tag{1}$$

Dengan, *n* = ukuran sampel
N = ukuran populasi
e = Margin of error (kesalahan yang dapat diterima)

Uji kecukupan data yang bertujuan untuk memastikan bahwa data yang diambil sudah cukup untuk mewakili keseluruhan data operasi.

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{(\sum x_i)} \right]^2 \tag{2}$$

Dengan, *N'* = Jumlah data teoritis
N = Jumlah data pengamatan
k = Tingkat keyakinan
s = Derajat ketelitian

Uji keseragaman data digunakan untuk menilai apakah sampel data yang diambil bersifat homogen atau seragam

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma \tag{4}$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma \tag{5}$$

Dengan, BKA = Batas Kontrol Atas
 BKB = Batas Kontrol Bawah
 \bar{x} = Nilai rata-rata
 σ = Standar Deviasi

Data yang seragam adalah data yang berada dalam rentang yang dibatasi oleh Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB). Nilai BKA dan BKB dihitung berdasarkan rata-rata dari data yang diperoleh, dengan penambahan atau pengurangan tiga kali standar deviasi. Standar deviasi adalah ukuran seberapa jauh nilai-nilai data menyebar dari rata-rata.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemisahan kegiatan Internal dan Eksternal

Pemisahan kegiatan Internal dan Eksternal pada proses *coal handling*. Dengan kegiatan internal merupakan kegiatan yang dilakukan pada saat mesin *stacker* pada posisi *standby* sedangkan kegiatan internal merupakan kegiatan yang dapat dilakukan ketika mesin dalam keadaan mati.

TABEL 2 (Pemisahan kegiatan internal dan eksternal pada operasi *stacking*)

No	Kegiatan	Internal	Eksternal
1	Pemeriksaan <i>Trafo</i>	√	
2	Pemeriksaan jalur reel, <i>Gantry</i> dan sekitarnya	√	
3	Pemeriksaan <i>belt conveyor</i>	√	
4	Pemeriksaan <i>motor drive</i>	√	
5	Pemeriksaan <i>brake</i>		√
6	Pemeriksaan <i>fluid coupling</i>		√
7	Pemeriksaan <i>gearbox</i>		√
8	Pemeriksaan <i>headpulley</i>		√
9	Pemeriksaan <i>tail pulley</i>		√
10	Pemeriksaan <i>bend pulley</i>	√	
11	Pemeriksaan <i>take up pulley</i>		√
12	Pemeriksaan <i>carrying idler</i>		√
13	Pemeriksaan <i>return idler</i>		√
14	Pemeriksaan <i>carrying self centering idler</i>		√
15	Pemeriksaan <i>return self centering idler</i>		√
16	Pemeriksaan <i>primary belt cleaner</i>	√	
17	Pemeriksaan <i>secondary belt cleaner</i>		√
18	Pemeriksaan <i>return cleaner</i>		√
19	Pemeriksaan <i>two way pull cord swich</i>		√
20	Pemeriksaan <i>belt sway switch</i>		√
21	Pemeriksaan <i>coal guide chute (skirt board)</i>	√	
22	Pemeriksaan <i>sealing rope (Rubber skirt)</i>	√	
23	Menyalakan unit	√	
24	Atur posisi <i>swing</i>	√	
25	Posisikan boom head diatas	√	
26	Kunci boom head	√	
27	Pasang rubber rumbay	√	
28	Menaikan posisi <i>tripper</i>	√	
29	Pasangkan boom tail	√	
30	Kunci boom tail	√	
31	Menunggu instruksi CCR untuk melakukan operasi	√	

TABEL 3
(Pemisahan kegiatan internal dan eksternal pada operasi *reclaiming*)

No	Kegiatan	Internal	Eksternal
1	Pemeriksaan <i>Trafo</i>	√	
2	Pemeriksaan jalur reel, <i>Gantry</i> dan sekitarnya	√	
3	Pemeriksaan <i>belt conveyor</i>	√	
4	Pemeriksaan <i>motor drive</i>	√	
5	Pemeriksaan <i>brake</i>		√
6	Pemeriksaan <i>fluid coupling</i>		√
7	Pemeriksaan <i>gearbox</i>		√
8	Pemeriksaan <i>headpulley</i>		√
9	Pemeriksaan <i>tail pulley</i>		√
10	Pemeriksaan <i>bend pulley</i>	√	
11	Pemeriksaan <i>take up pulley</i>		√
12	Pemeriksaan <i>carrying idler</i>		√
13	Pemeriksaan <i>return idler</i>		√
14	Pemeriksaan <i>carrying self centering idler</i>		√
15	Pemeriksaan <i>return self centering idler</i>		√
16	Pemeriksaan <i>primary belt cleaner</i>	√	
17	Pemeriksaan <i>secondary belt cleaner</i>		√
18	Pemeriksaan <i>return cleaner</i>		√
19	Pemeriksaan <i>two way pull cord switch</i>		√
20	Pemeriksaan <i>belt sway switch</i>		√
21	Pemeriksaan <i>coal guide chute (skirt board)</i>	√	
22	Pemeriksaan <i>sealing rope (Rubber skirt)</i>	√	
23	Pemeriksaan <i>motor drive bucket wheel</i>	√	
24	Pemeriksaan <i>fluid coupling bucket wheel</i>		√
25	Pemeriksaan <i>gearbox bucket wheel</i>		√
26	Pemeriksaan <i>bucket</i>	√	
27	Menyalakan unit	√	
28	Atur posisi swing	√	
29	Posisikan boom head diatas	√	
30	Kunci boom head	√	
31	Pasang rubber rumbay	√	
32	Menaikan posisi tripper	√	
33	Pasangkan boom tail	√	
34	Kunci boom tail	√	
35	Menunggu instruksi CCR untuk melakukan operasi	√	

Pada kedua proses yaitu *stacking* dan *reclaiming* terdapat perbedaan proses pada bagian *bucket wheel* dimana pada proses *stacking* peralatan *bucket wheel* tidak digunakan sehingga dapat dihilangkan, sedangkan pada operasi *reclaiming* bagian *bucket wheel* beroperasi sehingga terdapat perbedaan pada jumlah operasi. Pada proses *stacking* terdapat 17 kegiatan internal dan pada proses *reclaiming* terdapat 19 kegiatan internal

B. Perancangan Alat Bantu (*tools vest*)

Pada proses setup mesin *stacker reclaim* terdapat proses pelepasan *Rubber Rumbay*. Kedua proses tersebut masih dilakukan secara manual oleh operator mesin *Stacker Reclaimer* ketika mesin dalam keadaan *standby*, pada proses ini operator akan berjalan turun melalui tangga yang ada pada bagian sisi mesin sejauh 12 meter menuju bagian *tripper* untuk memasang/melepas *rubber rumbay* operator juga membawa peralatan yang diperlukan seperti *rubber rumbay* dengan ukuran 120 x 30 cm dengan ketebalan 8 mm dengan berat 3,3 kg, 2 buah kunci ring pas dengan ukuran 10 dengan berat 42 gram dan ukuran 12 dengan berat 65 gram, 2 buah kunci inggris ukuran 8 dengan berat 263 gram dan ukuran 10 dengan berat 415 gram, operator juga membawa baut cadangan berukuran M12 sebanyak 5 buah dengan berat 27 gram. Maka total berat *tools* yang perlu dibawa oleh operator seberat 4,085 kg. Sehingga *need statement* pada perancangan usulan ini yaitu membuat alat bantu yang dapat mempermudah operator membawa peralatan dari bagian *control cabin* menuju bagian *tripper* sehingga dapat mengurangi waktu pemasangan dan pelepasan *rubber rumbay* pada proses set up.

TABEL 4
(5W+1H Perancangan Alat Bantu)

What	Perancangan alat bantu <i>tools vest</i>
Where	Area mesin <i>Stacker Reclaimer</i>
When	Saat usulan ini diberikan dan diimplementasikan
Who	Operator mesin <i>Stacker Reclaimer</i>
Why	Proses pemasangan <i>Rubber Rumbay</i> pada mesin <i>stacker reclaim</i> dilakukan secara manual oleh operator dengan berpindah dari <i>control cabin</i> menuju bagian <i>tripper</i> dengan menggunakan 6 baut M12 disisi kiri dan 6 baut M12 disisi kanan. Waktu rata-rata yang diperlukan dalam proses ini selama 7 menit
How	Perancangan usulan yang dibuat untuk membantu operator membawa <i>tools</i> ke lokasi pemasangan <i>Rubber Rumbay</i> .

C. Hasil Rancangan Alat Bantu (*tools vest*)

Setelah menentukan konsep terpilih maka bentuk alat bantu yang akan dibuat menyerupai *safety vest* yang digunakan pada bagian badan dengan menggunakan material Dyneema yang memiliki karakteristik kekuatan tinggi, tahan terhadap sinar Uv, air, kelembabpan dan juga bahan kimia serta memiliki berat yang ringan dengan nilai densitas sebesar 0,97 g/cm³. Fitur yang digunakan untuk penyimpanan *tools* seperti baut dan kunci yang diperlukan menggunakan perekat atau velcro.



GAMBAR 3
(Tools vest)

Pada bagian atas terdapat webbing dengan ukuran 4 cm selebar 30 cm sesuai dengan lebar *rubber rumbay* kemudian pada bagian kantong belakang terdapat 2 kantong dengan ukuran yang berbeda digunakan sebagai tempat menyimpan kunci inggris dan kunci ring pas dan dilengkapi dengan penutup menggunakan *velcro* sehingga *tools* tidak mudah terjatuh, pada bagian kanan berukuran 8x17 cm digunakan untuk menyimpan kunci inggris ukuran 10' dan kunci ring pas ukuran 12', sedangkan bagian kiri berukuran 8x15 cm digunakan untuk menyimpan kunci inggris ukuran 8' dan kunci ring pas ukuran 10'. Pada bagian samping kanan dan kiri *vest* terdapat 2 kantong berukuran 5x5 cm yang dapat digunakan untuk membawa baut cadangan dengan ukuran M12.

D. Perbaikan Pemasangan *Rubber Rumbay*

Permasalahan yang terjadi pada proses pemasangan *rubber rumbay* pada proses setup mesin *stacker reclaimer* yaitu pemasangan baut yang digunakan untuk menahan *rubber rumbay* pada *bracket* agar tidak terjatuh selama proses *stacking* berlangsung. Kegiatan pemasangan 12 buah baut pada bagian *rubber rumbay* membutuhkan waktu selama 4,2 menit. Tujuan dilakukan perancangan usulan perbaikan pada pemasangan *rubber rumbay* adalah mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan dengan mengganti metode pemasangan menggunakan *sliding*. Kriteria desain yang akan di usulkan yaitu pemasangan dapat dilakukan oleh 1 operator, pemasangan dapat dilakukan dengan cepat, dan *rubber rumbay* dapat terpasang dengan kuat.



GAMBAR 3
(Model pemasangan Bracket dan Rubber Rumbay)

Sistem pemasangan pada *rubber rumbay* dilakukan perubahan dari menggunakan baut menjadi sistem *sliding* dimana karet akan tertahan dengan posisi terjepit pada *bracket*. Pemasangan *rubber rumbay* pada kondisi eksisting menggunakan baut sebanyak 12 buah menggunakan kunci ring pas ukuran 12 menghabiskan waktu 21 detik untuk 1 buah baut, maka total pemasangan 12 baut selama 252 detik atau 4,2 menit. Setelah dilakukan perbaikan menggunakan *bracket rubber rumbay* dengan metode *sliding* waktu pemasangan yang berhasil didapatkan saat pemasangan *rubber rumbay* dengan ukuran 120x30 cm selama 57 detik. Dari kedua waktu tersebut rancangan perbaikan dapat melakukan penghematan waktu selama 195 detik atau 3,25 menit, penghematan waktu yang dapat dihasilkan pada usulan ini sebanyak 77%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menerapkan metode *Single Minute Exchange of Dies (SMED)* pada PT Sumber Segara Primada Unit 1&2. Dengan memisahkan kegiatan internal dan eksternal serta penambahan alat bantu yang digunakan dalam proses pemasangan dan pelepasan *Rubber Rumbay* menghasilkan pengurangan kegiatan internal pada proses *stacking* menjadi 17 aktivitas dan kegiatan internal pada proses *reclaiming* sebanyak 19 aktivitas. Setelah pengurangan kegiatan aktivitas dan percobaan alat bantu didapati pengurangan waktu pada proses *stacking* selama 23,74 menit dan pada proses *reclaiming* selama 20,44 menit.

REFERENSI

- [1] S. Andria, "Indramayu 3 x 330 MW CFPP Coal Yard Management Optimization with K-Means Clustering," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1096, no. 1, p. 012096, 2021.
- [2] V. Gaspersz and A. Fontana, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2011.
- [3] M. P. Groover, *Automation Production System, and Computer Integrated Manufacturing*, Upper Saddle River, NJ: Pearson Higher Education, 2015.
- [4] A. A. Hijau, "Pemeliharaan dan Perawatan Ship Unloading dalam Proses Coal Handling di PT Sumber Segara Primadaya PLTU Cilacap Unit 1&2 (2X300 MW)," 2023.
- [5] Kawasaki, "Kawasaki stacker reclaimer system," *Global Kawasaki*. [Online]. Available: <https://global.kawasaki.com/en/stories/articles/vol60/>. [Accessed: 14-Sep-2024].
- [6] L. Gourley, "The 7 Wastes of Lean Production," *PTC Digital Transforms Physical*, pp. 1–6, 2020. [Online]. Available: <https://www.ptc.com/en/blogs/iiot/7-wastes-of-lean-production>. [Accessed: 04-Apr-2024].
- [7] J. K. Liker, *The Toyota Way, 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, New York, NY: McGraw-Hill, 2004.
- [8] M. A. McNeil, N. Karali, and V. Letschert, "Forecasting Indonesia's electricity load through 2030 and peak demand reductions from appliance and lighting efficiency," *Energy for Sustainable Development*, 2019.
- [9] P. Muhlbach, "Optimised Coal Handling," *ABB Automation GmbH*, Germany, 2011.
- [10] A. Mulyana and S. Hasibuan, "Implementasi Single Minute Exchange of Dies (SMED) untuk Optimasi Waktu Changeover Model Produksi pada Panel Telekomunikasi," *SINERGI*, vol. 21, 2017.
- [11] T. Ohno, *Just In Time dalam Sistem Produksi Toyota*, Jakarta: Penerbit Erlangga, 1995.
- [12] O. T. Simanjuntak and I. A. Oloni, "Studi Keandalan (Reliability) Listrik Tenaga Uap (PLTU) Labuhan Angin Sibolga," *Vol. 10 No. 26*, pp. 1-6, 2015.

- [13] A. Prijono et al., "Pengertian Batubara," *PTBA*. [Online]. Available: <https://www.ptba.co.id/berita/artikel/getting-to-know-coal-563/>. [Accessed: 14-Sep-2024].
- [14] K. P. Shah, "Construction, working and maintenance of stackers and reclaimers for bulk materials," *Mechanical Engineering Publications*, 2019.
- [15] S. Shingo, *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Productivity Press, 1985.
- [16] L. Susanti, H. R. Zadry, and B. Yuliandra, *Pengantar Ergonomi Industri*, Yogyakarta: Andi, 2015.
- [17] I. Z. Sitalaksana, *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1990.
- [18] K. T. Ulrich and S. D. Eppinger, *Product Design and Development*, 6th ed., New York, NY: McGraw-Hill Education, 2016.
- [19] L. Zhao and Y. Lin, "Operation and maintenance of coal handling system in thermal power plant," *Procedia Engineering*, vol. 26, pp. 2032–2037, 2011.