J-MILE: Journal of Management and Industrial Engineering

E-ISSN: 3123-9099
journal homepage: https://journal.knowlexaindonesia.com/j-mile/

Analisis dan Usulan Reduksi Waktu *Changeover* Mesin Pouch-A Menggunakan SMED dengan Pendekatan *7 Steps of Problem Solving*

Dilang Trijanuara Gito*, M. Mujiya Ulkhaq

Department of Industrial Engineering, Diponegoro University, Semarang, Indonesia
*Corresponding author's email: tjanuara@gmail.com

Article history

Received: Oct. 7, 2026
Revised: Oct. 18, 2026
Accepted: Oct. 21, 2026
Published: Oct. 22, 2026

Abstrak

Industri *fast-moving consumer foods* (FMCG) menuntut efisiensi produksi tinggi untuk menjaga daya saing perusahaan. Pada PT XYZ, *overall equipment effectiveness* (OEE) lini produksi *pouch* tercatat 78,2%, di bawah target 85%, dengan *changeover* berkontribusi 2,52% terhadap *loss time*. Mesin Pouch-A dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki frekuensi dan total waktu *changeover* tertinggi. Penelitian bertujuan mengidentifikasi akar penyebab inefisiensi dan merumuskan rekomendasi perbaikan untuk mempersingkat durasi *changeover* serta meningkatkan *availability* mesin. Penelitian ini menerapkan lima tahap pertama kerangka *7 Steps of Problem Solving* dengan metode SMED dan beberapa *tools* pendukung. Akar permasalahan utama teridentifikasi pada faktor *method*, seperti kurangnya koordinasi dan standar kerja, serta faktor *machine*, seperti jalur pipa yang panjang dan *reel lifter* yang belum optimal. Rekomendasi berupa SOP dan *visual work instruction* (VWI) diproyeksikan mampu mempersingkat durasi *changeover* hingga 66,2% pada skenario ideal berdasarkan sesi yang diamati, menurunkan *loss time changeover* tahunan Pouch-A dari 305 jam menjadi 187,6 jam, dan meningkatkan *availability* mesin sebesar 1,40 poin persentase.

Kata kunci: *7 Steps of Problem Solving*; *availability*; *changeover*; OEE; SMED

Abstract

The fast-moving consumer goods (FMCG) industry demands high production efficiency to maintain corporate competitiveness. At PT XYZ, the overall equipment effectiveness (OEE) of the pouch production line was recorded at 78.2%, below the 85% target, with changeover contributing 2.52% to loss time. The Pouch-A machine was selected as the research object due to its highest changeover frequency and total changeover time. This study aims to identify the root causes of inefficiency and formulate improvement recommendations to shorten changeover duration and improve machine availability. The study applies the first five stages of the 7 Steps of Problem Solving framework, using the SMED method and several supporting tools. The main root causes were identified in the method factor, such as lack of coordination and work standards, and the machine factor, such as long piping and a suboptimal reel lifter. Recommendations in the form of SOP and Visual Work Instruction (VWI) are projected to shorten changeover duration by up to 66.2% under an ideal scenario based on the observed session, reduce annual changeover loss time of the Pouch-A machine from 305 to 187.6 hours, and improve machine availability by 1.40 percentage points.

Key words: *7 Steps of Problem Solving*; *availability*; *changeover*; OEE; SMED

1. Pendahuluan

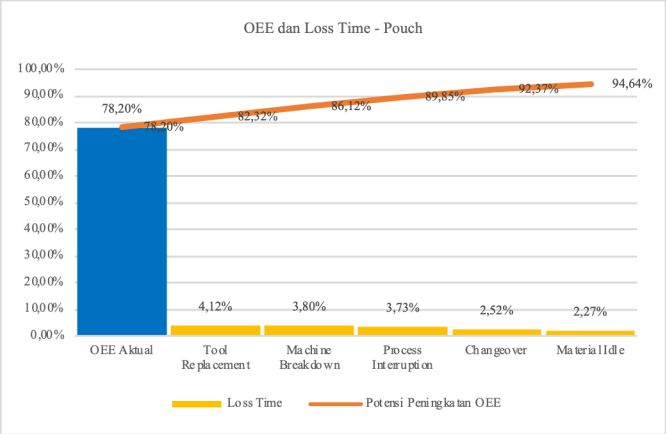
Industri *fast-moving consumer goods* (FMCG) di Indonesia memiliki tingkat persaingan yang tinggi dan dinamis, yang ditandai oleh tingginya kebutuhan konsumen dan perubahan tren pasar yang cepat (Ansurullah et al., 2025). Dalam studinya di PT Amerta Indah Otsuka, Ansurullah et al. (2025) mengamati bahwa perusahaan tersebut mempertahankan daya saingnya di pasar FMCG melalui inovasi yang bertumpu pada efisiensi proses produksi. Efisiensi tersebut bergantung pada kinerja mesin produksi, sebab kinerja mesin secara langsung menentukan keluaran produksi. Ketika mesin tidak bekerja secara optimal, waktu produksi yang hilang (*loss time*) akan mengurangi volume *output*.

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengukur efektivitas kinerja mesin adalah *overall equipment effectiveness* (OEE), yang mencakup tiga faktor utama: *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate* (Ahuja & Khamba, 2008). Ahuja dan Khamba (2008) juga menyatakan bahwa standar kelas dunia untuk OEE ditetapkan sebesar 85%, yang mencerminkan ketersediaan peralatan 90%, efisiensi kinerja 95%, dan tingkat kualitas 99%. PT XYZ, sebuah perusahaan manufaktur FMCG yang memproduksi produk *homecare* dengan berbagai jenis kemasan, menggunakan OEE sebagai indikator utama kinerja mesin. Pada tahun 2025, OEE lini produksi *pouch* tercatat sebesar 78,2%, masih di bawah target perusahaan sebesar 85%. Analisis terhadap data *loss time* menunjukkan bahwa aktivitas *changeover* berkontribusi sebesar 2,52% (lihat Gambar 1) terhadap total *loss time*, menjadikannya salah satu kontributor signifikan yang perlu ditangani.

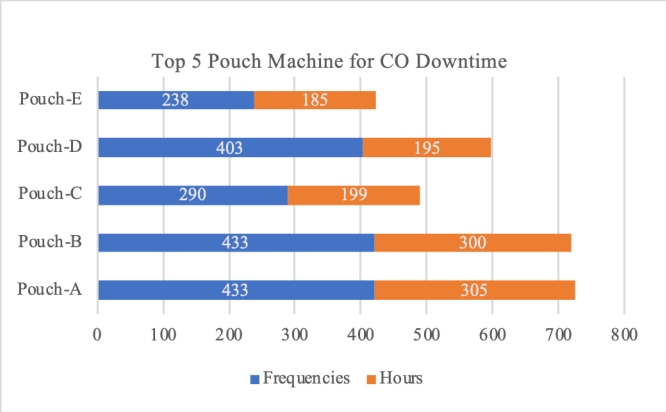
Di antara mesin pada lini tersebut, Pouch-A mencatat frekuensi *changeover* tertinggi, yaitu 433 kali (sama dengan Pouch-B), sekaligus total waktu *changeover* terbesar, yaitu 305 jam atau setara 3,63% dari *loading time* dalam setahun (lihat Gambar 2) sehingga menjadi fokus penelitian ini.

Upaya reduksi waktu *changeover* merupakan implementasi prinsip *lean manufacturing* dalam mengeliminasi pemborosan jenis *waiting* (Nurwulan et al., 2021), ketika mesin tidak berproduksi selama proses *changeover* berlangsung. Salah satu metode untuk mereduksi waktu changeover adalah *single minute exchange of die* (SMED) (Godina et al., 2018). Latanzha (2025) menyatakan bahwa penerapan SMED dapat meningkatkan efektivitas produksi sekaligus mengoptimalkan efisiensi kinerja mesin. Arvianto dan Arista (2012) mengusulkan penerapan SMED pada mesin feeder di industri otomotif yang diproyeksikan mereduksi waktu setup sebesar 52,9% melalui konversi aktivitas internal menjadi eksternal. Adapun Mulyana dan Hasibuan (2017) mendemonstrasikan efektivitas SMED melalui implementasi pada mesin *punching* di industri panel telekomunikasi, di mana konversi 15 aktivitas internal menjadi 5 aktivitas internal berhasil mereduksi *downtime* sebesar 75,59%.

Tahapan SMED yang dirumuskan Godina et al. (2018), mulai dari pencatatan seluruh aktivitas setup hingga pembakuan prosedur, tidak memuat penelusuran akar penyebab, sehingga penerapan SMED secara tersendiri belum menjamin perbaikan menyentuh sumber persoalannya. Oleh karena itu, penelitian ini memadukan SMED dengan pendekatan *7 Steps of Problem Solving*, yaitu



Gambar 1. Diagram *loss time* pada mesin *pouch*



Gambar 2. Top 5 pouch machine for CO downtime

kerangka penyelesaian masalah dalam *focused improvement* yang mengikuti siklus PDCA dan digunakan PT XYZ untuk menelusuri masalah produksi sampai ke akar penyebabnya, dengan tambahan ECRS, *Gantt chart*, dan *spaghetti diagram*.

Penelitian ini bertujuan untuk: (i) mengetahui faktor penyebab lamanya waktu *changeover* pada mesin Pouch-A menggunakan metode *why-why analysis* dan 4M; serta (ii) memberikan rekomendasi perbaikan untuk mereduksi waktu *changeover* pada mesin Pouch-A melalui penerapan metode SMED untuk meningkatkan efisiensi kinerja mesin.

Artikel ini disusun sebagai berikut: Bagian 2 menjelaskan metode penelitian yang digunakan. Bagian 3 menyajikan hasil penelitian dan pembahasannya. Bagian 4 berisi kesimpulan dan rekomendasi.

2. Metode

Penelitian ini merupakan studi kasus dengan pengukuran waktu kuantitatif melalui *stopwatch time* study yang didukung oleh wawancara kualitatif. Data kuantitatif digunakan untuk mengukur dan menganalisis durasi subaktivitas *changeover* serta jarak pergerakan operator, sedangkan wawancara digunakan sebagai data pendukung dalam penelusuran akar penyebab permasalahan. Kerangka kerja yang digunakan adalah *7 Steps of Problem Solving* yang mengikuti siklus *plan-do-check-act* (PDCA). Penelitian ini menerapkan lima tahap pertama, yaitu Step 1 (*Select Topic*) hingga Step 5 (*Consider*

and Implement Countermeasures). Step 5 dilakukan sebatas perancangan *countermeasure* tanpa implementasi, sedangkan Step 6 dan Step 7 tidak dilakukan. Kegiatan, *tools*, dan waktu pelaksanaan setiap tahap disajikan pada Tabel 1.

2.1. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah mesin Pouch-A pada lini produksi *pouch* di PT XYZ, Jawa Barat, dengan periode pelaksanaan 5 Januari hingga 4 Februari 2026. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada mesin Pouch-A, pengukuran efektivitas mesin hanya melalui indikator *loss time* yang merepresentasikan *availability rate* dalam OEE, serta penelitian dibatasi hingga tahap perancangan rekomendasi perbaikan tanpa meliputi implementasi dan evaluasi hasil aktual.

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua metode, yaitu observasi langsung dan wawancara. Observasi langsung menghasilkan dua jenis data. Pertama, data durasi subaktivitas *changeover* dikumpulkan menggunakan metode *stopwatch time study*. Pengukuran waktu (*time study*) merupakan upaya untuk menentukan lamanya waktu kerja yang dibutuhkan seorang operator dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang spesifik (Gusdhiarto & Nugroho, 2023).

Stopwatch time study adalah metode pengukuran waktu yang diaplikasikan secara langsung pada pekerjaan dengan menggunakan jam henti (Pradana & Pulansari, 2021). Pencatatan dilakukan terhadap setiap subaktivitas yang terjadi selama *changeover*, mulai dari subaktivitas pertama hingga mesin kembali berproduksi, mencakup nama subaktivitas, urutan pelaksanaan, dan durasi dalam satuan menit. Instrumen yang digunakan adalah aplikasi Multi Timer untuk merekam durasi secara bersamaan dan akurat, serta lembar urutan *subaktivitas changeover* sebagai panduan pencatatan sistematis di lapangan. Kedua, data pergerakan operator dikumpulkan melalui pengamatan langsung terhadap pola perpindahan posisi operator beserta jumlah langkah (*steps*) selama *changeover* berlangsung. Sampel pengamatan dipilih secara *purposive* berdasarkan ketersediaan akses dan jenis *changeover* yang paling umum terjadi pada mesin Pouch-A.

Selain observasi, wawancara tidak terstruktur yang bersifat eksploratif dilakukan dengan operator dan *team leader* yang terlibat langsung dalam proses *changeover*. Wawancara tidak terstruktur dipilih karena memungkinkan peneliti menggali informasi secara fleksibel mengikuti arah percakapan sesuai dengan kondisi dan karakteristik narasumber (Rahmawati et al., 2024). Hasil wawancara digunakan sebagai data pendukung dalam proses *root cause analysis* untuk mengidentifikasi akar penyebab yang tidak dapat ditangkap melalui observasi semata.

2.3. Pengolahan Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan secara terintegrasi menggunakan lima metode. Pertama, *Gantt chart* digunakan untuk memvisualisasikan durasi setiap subaktivitas, *idle time* antarsubaktivitas, dan total durasi *changeover* secara keseluruhan. *Gantt chart* adalah grafik batang yang digunakan untuk menunjukkan tugas-tugas pada suatu proyek serta jadwal dan waktu pelaksanaannya sehingga dapat diidentifikasi aktivitas mana yang membutuhkan waktu paling lama (Munadia & Gani, 2019). Durasi setiap sub-aktivitas pada *Gantt chart* dibulatkan ke satuan menit.

Tabel 1. Tahapan 7 *Steps of Problem Solving* yang dilaksanakan

Step	Kegiatan dan *tools*	Waktu (2026)
1: *Select Topic*	Analisis data *loss time* lini *pouch*, pemilihan fokus penelitian dan objek	5–13 Januari
2: *Understand situation and target*	*Stopwatch time study, Gantt chart, spaghetti diagram*	14–29 Januari
3: *Plan activities*	Penyusunan jadwal penelitian	29 Januari
4: *Analyze causes*	*Why-why analysis*, klasifikasi 4M, wawancara	30 Januari – 2 Februari
5: *Consider and implement countermeasures*	SMED, ECRS, rancangan SOP dan VWI	3–4 Februari

Kedua, *spaghetti diagram* digunakan untuk memetakan pola pergerakan operator secara visual. Diagram ini merupakan representasi visual yang menunjukkan aliran kerja kontinu dalam suatu proses serta pola perpindahan pekerja di area kerja (Erni et al., 2016) dan dapat digunakan secara spesifik untuk merekam perpindahan operator saat *setup* (Kasanah et al., 2018). Jumlah *steps* pergerakan operator dikonversikan ke dalam satuan meter dengan asumsi 1 *step* = 0,726 m untuk mengidentifikasi pergerakan yang tidak memberikan nilai tambah.

Ketiga, *why-why analysis* dan klasifikasi 4M diterapkan secara terintegrasi untuk menelusuri akar penyebab permasalahan. *Why-why analysis* digunakan untuk menggali penyebab suatu masalah secara mendalam melalui serangkaian pertanyaan "mengapa" secara berulang (Widowati & Purwanto, 2019), sedangkan *4M* mengkategorikan setiap penyebab ke dalam empat kategori utama, yaitu *Man*, *Machine*, *Method*, dan *Material* (Markulik et al., 2021). Pada tahap ini, data hasil wawancara digunakan sebagai data pendukung untuk mengidentifikasi akar penyebab yang tidak tertangkap melalui observasi.

Keempat, metode SMED digunakan untuk mengklasifikasikan subaktivitas *changeover* ke dalam aktivitas internal dan eksternal. Aktivitas internal adalah aktivitas yang hanya dapat dilakukan saat mesin berhenti, sedangkan aktivitas eksternal adalah aktivitas yang dapat dilakukan saat mesin masih beroperasi (Hidayat et al., 2020). Subaktivitas yang memenuhi syarat dieksternalkan untuk mengurangi *downtime*, dan hasil klasifikasi ini menjadi input bagi tahap selanjutnya.

Kelima, metode ECRS (*eliminate, combine, rearrange, simplify*) diterapkan untuk mengoptimasi subaktivitas yang tersisa setelah klasifikasi SMED. *Eliminate* adalah penghapusan aktivitas yang tidak diperlukan; *Combine* adalah penggabungan dua aktivitas atau lebih

agar lebih efisien; *Re-arrange* adalah penataan ulang urutan aktivitas agar lebih efektif; dan *Simplify* adalah penyederhanaan suatu proses (Ihsan et al., 2019). Metode ECRS merupakan salah satu konsep *Just in Time* (JIT) yang bertujuan membuat lini produksi seimbang dan mencapai utilisasi sumber daya secara optimal (Nisa et al., 2021).

Berdasarkan hasil SMED dan ECRS, durasi *changeover* setelah perbaikan dihitung pada kondisi ideal, yaitu dengan asumsi seluruh rekomendasi diterapkan secara penuh. *Idle time* yang ditangani rekomendasi dianggap tereliminasi, sedangkan *idle time* yang tidak ditangani rekomendasi, termasuk yang bersumber dari akar penyebab kategori *machine*, tetap diperhitungkan. Durasi subaktivitas internal disesuaikan dengan waktu standar perusahaan hanya apabila penyebab kelebihan durasinya ditangani oleh rekomendasi, sedangkan subaktivitas lainnya tetap menggunakan durasi aktual.

Potensi peningkatan *availability* dihitung menggunakan formula *availability rate* sebagai berikut (Saputra et al., 2025):

$$Availability\ rate = \frac{Operating\ time}{Loading\ time} \times 100\%, \qquad (1)$$

di mana *loading time* adalah total waktu yang tersedia setelah dikurangi *downtime* yang masih dapat digunakan untuk produksi, sedangkan *operating time* adalah *loading time* yang dikurangi *downtime* yang tidak produktif (Saputra et al., 2025). *Loss time changeover* dalam penelitian ini merupakan *downtime* akibat *changeover*, yang dihitung sebagai durasi *changeover* dikalikan frekuensi *changeover* dalam setahun. *Operating time* kemudian dihitung sebagai *loading time* dikurangi *loss time changeover*.

Perhitungan menggunakan empat asumsi: (i) frekuensi *changeover* dianggap sama dengan tahun sebelum-nya, yaitu 433 kali; (ii) seluruh *changeover* dianggap berjenis varian; (iii) *loading time* ditetapkan sebesar 350 hari × 24 jam; dan (iv) *downtime* selain *changeover* diang-gap tetap.

Data *performance rate* dan *quality rate* mesin Pouch-A tidak tersedia, sehingga dampak perbaikan terhadap nilai OEE tidak dihitung.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1. Hasil Penelitian

3.1.1. Kondisi Aktual *Changeover* dan Identifikasi *Idle Time*

Berdasarkan hasil *time study* menggunakan metode *stopwatch* pada proses *changeover* varian mesin Pouch-A, total durasi *changeover* aktual tercatat sebesar 77 menit dengan melibatkan dua operator secara bergantian. Seluruh subaktivitas beserta durasinya disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan *Gantt chart*, *idle time* selama *changeover* mencapai 44 menit, sekitar 57% dari total durasi 77 menit. Dua *idle* di antaranya muncul ketika sensor *reel* gagal mendeteksi material kemasan.

Kegagalan deteksi ini merupakan gangguan insidental di luar prosedur *changeover* sehingga tidak dimasukkan dalam perhitungan durasi ideal. Di antara *idle* yang terjadi selama subaktivitas berlangsung, *idle* terbesar (±10 menit) muncul karena *changeover* POU-A dan POU-B berjalan bersamaan sehingga operator harus menunggu sebelum dapat memulai. Berikutnya adalah waktu tunggu sekitar 6 menit sampai suhu air panas kembali mencapai 80°C, akibat suhu yang turun di sepanjang jalur pipa. Pergantian *reel* (8 menit) dan *flushing* jalur (8 menit) menjadi dua subaktivitas terlama.

Tabel 2. Subaktivitas *Changeover* Mesin Pouch-A

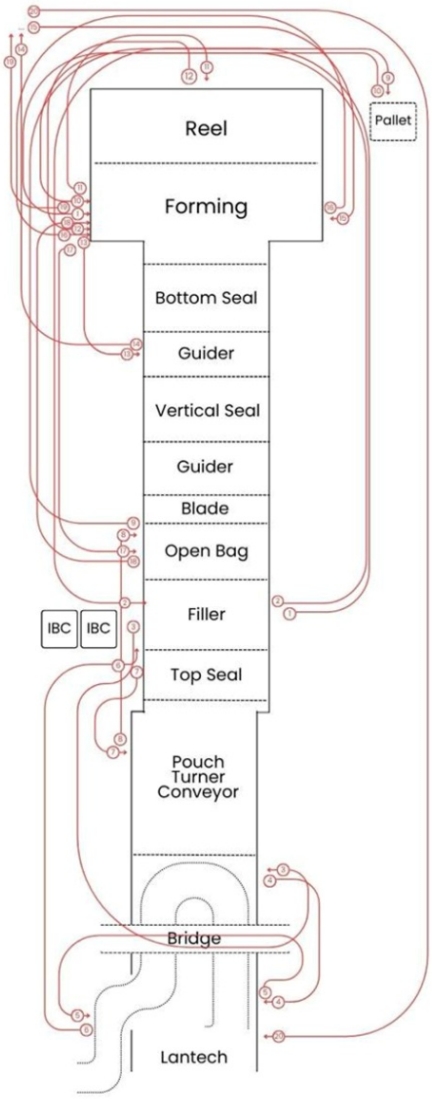
No	Subaktivitas	Durasi (menit)
Pre-CO	Persiapan alat sanitasi (IBC & *flexible hose*)	-
Pre-CO	Pengambilan *reel* baru	-
Pre-CO	Clearing *outercase*	-
-	(*Idle*) Menunggu operator (POU-B)	10
1	Penyambungan *flexible pipe*	3
2	Menghabiskan produk lama di *hopper*	3
3	Tap produk lama sisa jalur	2
-	(*Idle*) Menunggu suhu air panas 80°C	6
4	*Flushing* jalur dengan air panas 80°C ke IBC	8
-	(*Idle*) Perpindahan selang antar-IBC	1
5	*Drain nozzle*	1
6	Dorong produk baru	3
-	(*Idle*) *Flushing bypass* ke IBC	1
7	Pergantian *reel*	8
-	(*Idle*) Operator menangani pergantian reel pada mesin lain	3
8	*Clearing PM in line*	3
-	(*Idle*) Sensor *reel* gagal mendeteksi material kemasan	2
9	*Set overlap* dan *photocell*	2
-	(*Idle*) Sensor *reel* gagal mendeteksi material kemasan	21
	Total	**77**

Spaghetti diagram yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan rincian pergerakan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa operator melangkah sebanyak 269 *steps*, atau sekitar 195 m, yang tersebar di 18 titik perpindahan.

Pergerakan terpanjang terjadi pada aktivitas pemasangan *flexible pipe* (total 66 *steps* = 48 m) yang mengharuskan operator berpindah berulang antara area *top seal*, IBC, dan *reel*. Pola *spaghetti* yang kompleks pada area *forming* hingga *filler* mengindikasikan adanya perpindahan yang tidak memberikan nilai tambah, terutama pada aktivitas *clearing outercase* yang muncul tiga kali.

3.1.2. Identifikasi Akar Penyebab

Penelusuran akar penyebab melalui *why-why analysis* mengidentifikasi dua kategori utama penyebab lamanya durasi *changeover*, yaitu *idle time* dan aktivitas yang tidak efisien. Hasil klasifikasi menggunakan kerangka 4M disajikan pada Tabel 4. Kategori *man* dan *ma-*



Gambar 3. *Spaghetti diagram* pergerakan operator

terial tidak ditemukan sebagai akar penyebab karena permasalahan yang melibatkan operator bersumber dari ketiadaan standar sehingga lebih tepat dikategorikan sebagai *method*, sedangkan seluruh material yang dibutuhkan tersedia selama proses berlangsung.

Dari tujuh akar penyebab yang teridentifikasi, empat berasal dari kategori *method* dan tiga dari kategori *machine*. *Countermeasures* difokuskan pada akar penyebab *method* karena dapat diintervensi langsung tanpa modifikasi infrastruktur fisik mesin.

3.1.3. Eksternalisasi dan Eliminasi Subaktivitas

Penerapan SMED mengidentifikasi empat subaktivitas yang dapat dieksternalisasi dan metode ECRS mengidentifikasi dua subaktivitas yang dapat dieliminasi. Hasil lengkap disajikan pada Tabel 5.

Pada sesi yang diamati, persiapan alat sanitasi dan pengambilan *reel* baru kebetulan telah dilakukan sebelum *changeover* dimulai. Namun, kedua subaktivitas ini belum dibakukan dalam prosedur kerja, dan berdasarkan wawancara dengan operator, keduanya masih sering dilakukan saat *changeover* berlangsung. Eksternalisasi kedua subaktivitas ini dimaksudkan untuk menetapkannya sebagai standar *pre-changeover* (Pre-CO). Keduanya tidak termasuk dalam perhitungan reduksi durasi dari 77 menit menjadi 26 menit karena tidak terjadi selama sesi yang diamati. Sementara itu, eksternalisasi penyambungan *flexible pipe* dan penghabisan produk lama di *hopper* memungkinkan mesin terus beroperasi lebih lama sebelum *downtime* dimulai, sedangkan eliminasi kedua subaktivitas *clearing* menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah pada proses *changeover*.

Tabel 3 Rincian pergerakan operator (*spaghetti diagram*)

Aktivitas	*Steps*	Jarak (m)
Flexible pipe installation	29	21
Flexible pipe installation	37	27
Outercase clearing	21	15
Outercase clearing	7	5
Outercase clearing	26	19
Waiting for old product tap	18	13
Machine checking	4	3
Machine checking	11	8
Reel handling	16	12
Machine setting	14	10
Reel replacement	11	8
Machine setting	6	4
Clearing reel in line	12	9
Screwdriver retrieval	13	9
Set in forming area	12	9
Machine setting	16	12
Liquid checking	8	6
Machine setting	8	6
Total	**269**	**195**

3.2. Pembahasan

3.2.1. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan akar penyebab kategori *method* yang teridentifikasi, dua bentuk rekomendasi perbaikan dirancang. *Standard operating procedure* (SOP) yang diusulkan mencakup standardisasi empat aspek operasional: (1) penjadwalan *changeover* secara bergantian antara POU-A dan POU-B sehingga satu mesin tetap beroperasi sementara mesin lainnya melakukan *changeover*, yang diproyeksikan mengeliminasi *idle* ±10 menit; (2) standar komunikasi sisa *liquid* dari tim *process* ke operator sebelum pemesanan *outercase* sehingga jumlah yang disiapkan selalu sesuai; (3) koordinasi *timing changeover* yang memastikan pemberitahuan dikirimkan saat sisa *liquid* mendekati batas yang ditetapkan sehingga persiapan *reel* dapat dimulai tepat waktu; serta (4) standardisasi tahap pergantian *reel* ke dalam tiga tahap, yaitu Pre-CO, *changeover*, dan *post-changeover*. SOP yang diusulkan melibatkan tiga kelompok pihak, yaitu *Production Planner* dan *Team Leader* untuk penjadwalan, tim *Process* untuk komunikasi sisa *liquid* dan koordinasi *timing*, serta *Operator* dan *PIC Reel* untuk persiapan dan pelaksanaan pergantian *reel*.

Visual Work Instruction (VWI) dirancang sebagai representasi visual standar kerja pergantian *reel*. Kondisi *before* menunjukkan pengambilan *reel* baru dan pelepasan *reel* lama dilakukan saat *changeover* berlangsung. Rancangan kondisi *after* menetapkan pengambilan *reel* baru dilakukan sebelum *changeover* dimulai dan pelepasan *reel* lama dilakukan setelah *changeover* selesai, sehingga sebagian aktivitas *reel* dapat dikeluarkan dari periode *down-*

Tabel 4. Hasil *root cause analysis*

Kategori 4M	Akar Penyebab	*Counter-measure*
Method	Ketersediaan operator tidak dipertimbangkan saat CO POU-A dan POU-B dilakukan bersamaan, mengakibatkan *idle* ±10 menit sebelum CO dimulai	SOP penjadwalan *change-over* bergantian
Machine	Jalur pipa panjang menyebabkan penurunan suhu air sebelum mencapai mesin, mengakibatkan *idle* ±6 menit untuk pemanasan ulang	-
Machine	Volume flushing besar akibat jalur pipa panjang mem-butuhkan dua IBC, mengakibatkan idle ±2 menit untuk perpindahan selang dan *flushing bypass* ke IBC	-
Method	Tidak ada standar komunikasi sisa *liquid* sehingga terjadi *mismatch* jumlah *outercase*, mengakibatkan produk lama tidak habis saat CO dimulai	SOP komunikasi sisa *liquid*
Method	Tidak ada standar kerja yang memisahkan aktivitas pergantian *reel* ke tahap pre/during/post-CO, mengakibatkan durasi pergantian *reel* melebihi standar	VWI standardisasi pergantian *reel*
Method	Kurangnya koordinasi dan komunikasi waktu *change-over*, mengakibatkan *reel* tidak selalu tersedia saat CO dimulai	SOP koordinasi *timing* CO
Machine	Kurangnya *preventive maintenance* pada *reel lifter*, mengakibatkan *reel lifter* tidak berfungsi optimal	-

time mesin dan durasi pergantian *reel* dapat distandarkan dari 8 menit menjadi 2 menit sesuai waktu standar perusahaan.

Setelah eksternalisasi, eliminasi, dan standardisasi, durasi *changeover* mesin Pouch-A pada kondisi ideal menjadi 26 menit, yaitu jumlah durasi subaktivitas internal dan *idle* yang tersisa. Durasi tersebut masih memuat *idle* sekitar 8 menit akibat faktor *machine*, yaitu penurunan suhu air, perpindahan selang antar-IBC, dan *flushing bypass* ke IBC, yang berpotensi tereduksi apabila akar penyebab kategori *machine* ditindaklanjuti. Durasi *flushing* jalur juga tetap 8 menit meskipun melebihi waktu standar 6 menit karena volume *flushing* dipengaruhi jalur pipa yang panjang. Pada skenario ideal tersebut, durasi *changeover* sesi yang diamati diproyeksikan turun 66,2% dari 77 menit. Angka ini tidak merepresentasikan reduksi rata-

Tabel 5. Hasil eksternalisasi (SMED) dan eliminasi (ECRS)

Subaktivitas	Tindakan	Keterangan
Persiapan alat sanitasi (IBC & *Flexible Hose*)	Eksternalisasi	Dibakukan sebagai pre-CO
Pengambilan *reel* baru	Eksternalisasi	Dibakukan sebagai pre-CO
Clearing outercase	Eliminasi	Prediksi akurat jumlah *outercase*
Penyambungan *flexible pipe*	Eksternalisasi	Disiapkan sebelum CO
Menghabiskan produk lama di *hopper*	Eksternalisasi	Dilakukan saat produksi sebelumnya berjalan
Tap produk lama sisa jalur	-	Tetap internal
Flushing jalur dengan air panas 80°C ke IBC	-	Tetap internal
Drain nozzle	-	Tetap internal
Dorong produk baru	-	Tetap internal
Pergantian *reel*	-	Tetap internal
Clearing PM *in line*	Eliminasi	Prediksi akurat jumlah *outercase*
Set overlap & *photocell*	-	Tetap internal

rata, sebab durasi sesi yang diamati hampir dua kali rata-rata historis *changeover* mesin Pouch-A, yaitu ±42 menit. Estimasi pergerakan operator berkurang dari 195 m (269 steps) menjadi 156 m (215 steps). Dengan asumsi perhitungan pada bagian Metode, *loss time changeover* dalam setahun turun dari 305 jam menjadi 187,6 jam, yaitu hasil perkalian 433 kali dengan durasi 26 menit. *Operating time* meningkat dari 8.095 jam menjadi 8.212,4 jam, sehingga a*vailability* meningkat dari 96,37% menjadi 97,77%, atau sebesar 1,40 poin persentase. Nilai *availability* tersebut hanya memperhitungkan *downtime changeover*, dengan *downtime* lain diasumsikan tetap. Rincian durasi setelah perbaikan untuk setiap subaktivitas disajikan pada Tabel 6.

3.2.2. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu dan Keterbatasan Penelitian

Proyeksi reduksi 66,2% pada skenario ideal berdasarkan sesi yang diamati secara numerik berada dalam rentang reduksi yang dilaporkan penelitian SMED terdahulu, yaitu 52,9% berdasarkan perhitungan usulan perbaikan pada mesin *feeder* (Arvianto & Arista, 2011) dan 75,59% berdasarkan hasil implementasi pada mesin *punching* (Mulyana & Hasibuan, 2017). Meski demikian, perbandingan langsung perlu dilakukan secara hati-hati karena proses, mesin, dan durasi awal setup pada setiap penelitian berbeda. Selain itu, berbeda dengan hasil implementasi Mulyana dan Hasibuan (2017), angka 66,2% masih berupa proyeksi yang belum divalidasi melalui implementasi dan hanya berasal dari satu sesi *changeover*

Tabel 6. Durasi *changeover* setelah perbaikan

Subaktivitas	Waktu (menit)
Persiapan alat sanitasi (IBC dan *flexible hose*)	*Pre-CO*
Penyambungan *flexible pipe*	*Pre-CO*
Pengambilan reel baru	*Pre-CO*
Menghabiskan produk lama di *hopper*	*Pre-CO*
Tap produk lama sisa jalur	2
(*Idle*) Menunggu suhu air panas 80°C	6
Flushing jalur dengan air panas 80°C ke IBC	8
(*Idle*) Perpindahan selang antar-IBC	1
Drain nozzle	1
Dorong produk baru	3
(Idle) *Flushing bypass* ke IBC	1
Pergantian *reel*	2
Set overlap dan *photocell*	2
Total	**26**

dengan porsi *idle time* yang tinggi. Temuan ini sejalan dengan Rahayu et al. (2021), yang juga melapor-kan penurunan waktu *changeover* melalui penerapan SMED.

Kerangka *7 Steps of Problem Solving* yang berbasis PDCA dalam penelitian ini mengintegrasikan SMED, *why-why analysis*, 4M, ECRS, dan *spaghetti diagram*. Rekomendasinya meliputi standardisasi kerja sekaligus koordinasi lintas fungsi, yang dituangkan dalam SOP dan VWI.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menafsirkan hasilnya. Data *time study* diperoleh dari satu sesi *changeover* varian berdurasi 77 menit, sedangkan rata-rata durasi *changeover* mesin Pouch-A berdasarkan data historis sekitar 42 menit, sehingga variasi durasi antarsesi belum tergambarkan. Cakupan penelitian dibatasi hingga Step 5 dari *7 Steps of Problem Solving*, dan proyeksi yang dihasilkan belum diverifikasi melalui implementasi.

Proyeksi durasi 26 menit disusun dengan asumsi seluruh rekomendasi diterapkan secara penuh, sementara akar penyebab kategori *machine*, yaitu jalur pipa yang panjang, kebutuhan dua IBC akibat volume *flushing* yang besar, dan kondisi *reel* lifter, berada di luar cakupan rekomendasi penelitian ini. Oleh karena itu, *idle* yang ditimbulkannya, yaitu penurunan suhu air, perpindahan selang antar-IBC, dan *flushing bypass* ke IBC, tetap diperhitungkan dan memerlukan tindak lanjut tersendiri. Selain itu, dampak perbaikan terhadap nilai OEE belum dapat dihitung karena data *performance rate* dan *quality rate* mesin Pouch-A tidak tersedia.

Jarak pergerakan operator dihitung dengan asumsi panjang langkah 0,726 m sehingga bersifat estimasi. Pemilihan *changeover* sebagai fokus penelitian disesuaikan dengan durasi penelitian, sehingga *tool replacement* sebagai kontributor *loss time* terbesar pada lini *pouch* belum dianalisis dan dapat menjadi objek penelitian selanjutnya.

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengidentifikasi akar penyebab inefisiensi *changeover* pada mesin Pouch-A di PT XYZ dan merumuskan rekomendasi perbaikan dengan SMED sebagai salah satu *tools* dalam kerangka 7 *Steps of Problem Solving*. *Why-why analysis* dan kerangka 4M menemukan tujuh akar penyebab, empat dari kategori *method* dan tiga dari kategori *machine*. Pada kategori *method*, akar penyebab yang dominan adalah belum adanya standar penjadwalan *changeover* bergantian antara POU-A dan POU-B, standar komunikasi sisa *liquid*, koordinasi *timing reel*, dan standar kerja pergantian *reel*. *Idle time* mencapai 44 menit atau sekitar 57% dari total durasi *changeover* aktual 77 menit.

SMED menghasilkan eksternalisasi empat subaktivitas, dan ECRS mengeliminasi dua subaktivitas yang tidak bernilai tambah. Pada skenario ideal berdasarkan sesi yang diamati, SOP dan VWI diproyeksikan mereduksi durasi *changeover* dari 77 menit menjadi 26 menit (66,2%), mengurangi estimasi pergerakan operator dari 195 m menjadi 156 m, dan menurunkan *loss time changeover* tahunan dari 305 jam menjadi 187,6 jam, setara dengan potensi peningkatan *availability* mesin Pouch-A sebesar 1,40 poin persentase.

Secara praktis, penelitian ini merekomendasikan agar perusahaan segera menerapkan SOP penjadwalan *changeover* bergantian dan VWI pergantian *reel* sebagai langkah awal yang dapat dilakukan tanpa modifikasi infrastruktur mesin. Secara paralel, perlu dilakukan tindak lanjut terhadap akar penyebab kategori *machine*, yaitu optimasi jalur pipa dan *preventive maintenance reel* lifter, agar potensi peningkatan *availability* dapat dimaksimalkan. Untuk arah penelitian selanjutnya, disarankan agar studi ini dilanjutkan hingga Step 6 dan Step 7 dari kerangka *7 Steps of Problem Solving* guna melakukan verifikasi empiris terhadap proyeksi yang dihasilkan, serta memperluas cakupan ke jenis *changeover* lain seperti *changeover size* dan *changeover set*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT XYZ atas kesempatan kerja praktik dan akses data produksi, kepada *Focused Improvement Specialist*, mentor, dan *Manufacturing Excellence Manager* atas pendampingannya di lapangan, serta kepada operator dan karyawan lini produksi *pouch* atas kerja samanya selama pengumpulan data.

Referensi

Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management, 25*(7), 709–756.

Ansurullah, A. B., Ramin, M., Ubaidillah, A., Jailani, A. Q., Rohman, A., Afif, A., & Abdullah, A. (2025). Analisis strategi inovasi produk PT Amerta Indah Otsuka Kejayan Pasuruan dalam meningkatkan daya saing di industri fast-moving consumer goods (FMCG) di Indonesia. *Prosiding Pengabdian Ekonomi dan Keuangan Syariah, 4*(2), 1–10.

Arvianto, A., & Arista, R. (2012). Usulan perbaikan operation point sheet pada mesin feeder AIDA 1100 PT. XXX dengan menggunakan metode SMED. *J@TI Undip: Jurnal Teknik Industri, 6*(2), 125–136.

Erni, N., Ariyanti, S., & Dinara, R. (2016). Perbaikan sistem dan stasiun kerja pada sub-assembly (SA) door PT. Mercedes-Benz Indonesia. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 4*(2).

Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2018). A structural literature review of the single minute exchange of die: The latest trends. *Procedia Manufacturing, 17*, 783–790.

Gusdhiarto, F., & Nugroho, A. J. (2023). Analisis waktu standar guna mengevaluasi produktivitas pencetakan batako menggunakan metode time study. *JURITEK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer, 3*(2), 375–389.

Hidayat, D. F., Hardono, J., & Santoso, T. M. (2020). Perbaikan waktu set-up menggunakan metode single minute exchange die (SMED) di PT HP. *Journal Industrial Manufacturing, 5*(1), 18–22.

Ihsan, M., Fathimahhayati, L. D., & Pawitra, T. A. (2019). Analisis beban kerja dan penentuan tenaga kerja optimal dengan metode workload analysis dan ECRS. *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering), 3*(2), 72–78.

Kasanah, Y. U., Suryadhini, P. P., & Astuti, M. D. (2018). Penerapan lean manufacturing untuk meminimasi waste delay pada workstation curing di PT Bridgestone Tire Indonesia. *JATI UNIK: Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, 2*(1), 14–23.

Latanzha, S. (2025). Optimasi waktu setup mesin CNC menggunakan metode single-minute exchange of dies (SMED) di PT X. In *SENADA: Seminar Nasional Manajemen, Desain & Aplikasi Bisnis Teknologi* (Vol. 8, pp. 72–85).

Markulik, S., Nagyova, A., Turisova, R., & Villinsky, T. (2021). Improving quality in the process of hot rolling of steel sheets. *Applied Sciences, 11*(12), 5451.

Mulyana, A., & Hasibuan, S. (2017). Implementasi single minute exchange of dies (SMED) untuk optimasi waktu changeover model pada produksi panel telekomunikasi. *Sinergi, 21*(2), 107–114.

Munadia, & Gani, T. A. (2019). Room charting berdasarkan pemetaan Gantt chart pada penjadwalan kuliah pengganti/tambahan di Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro, 4*(4), 25–32.

Nisa, A. K., Hisjam, M., & Helmi, S. A. (2021). Improvement of work method with eliminate, combine, re-arrange, and simplify (ECRS) concept in a manufacturing company: A case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1096*(1), 012016.

Nurwulan, N. R., Taghsya, A. A., Astuti, E. D., Fitri, R. A., & Nisa, S. R. (2021). Pengurangan lead time dengan lean manufacturing: Kajian literatur. *JIME (Journal of Industrial and Manufacturing Engineering), 5*(1), 30–40.

Pradana, A. Y., & Pulansari, F. (2021). Analisis pengukuran waktu kerja dengan stopwatch time study untuk meningkatkan target produksi di PT. XYZ. *Juminten, 2*(1), 13–24.

Rahayu, P., Supono, J., & Anisa, N. (2021). Implementasi SMED: Perbaikan waktu changeover part pada line produksi seat di PT. Selamat Sempurna, Tbk. *Journal Industrial Manufacturing, 6*(2), 105–114.

Rahmawati, A., Halimah, N., Karmawan, K., & Setiawan, A. A. (2024). Optimalisasi teknik wawancara dalam penelitian field research melalui pelatihan berbasis participatory action research pada mahasiswa Lapas Pemuda Kelas IIA Tangerang. *Jurnal Abdimas Prakasa Dakara, 4*(2), 135–142.

Saputra, R. B., Hildayanti, J., & Prastyo, Y. (2025). Analisis efektivitas pada mesin injection moulding model Sumitomo SE50EV-A dengan metode OEE dan FMEA di PT. XYZ. *Journal of Technology and Engineering, 3*(1), 42–53.

Widowati, I., & Purwanto, D. (2019). Analisa proses administrasi perjalanan dinas karyawan PT. XYZ menggunakan metode why-why analysis. *Jurnal Teknologika, 9*(1).