



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: 4861-4875

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

Optimasi Waktu Changeover Untuk Meningkatkan Produktivitas Line Produksi Otomotif Dengan Pendekatan SMED

Taufik Rizal Wijaya¹, Supriyati², Setiawan³

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

¹taufik.352110469@mhs.pelitaibangsa.ac.id, ²supriyati@pelitaibangsa.ac.id, ³setiawan@pelitaibangsa.ac.id

Abstrak

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur otomotif dan menjadi supplier produksi suku cadang dari customer yang mempunyai variasi produk yang cukup banyak. Dengan adanya model baru perusahaan membuat 2 tipe produk berbeda dapat diproduksi di line yang sama dengan sistem produksi mengimplementasikan changeover. Proses changeover di PT XYZ adalah pergantian sarana produksi yaitu jig dan material sesuai dengan tipe produk yang akan diproses. Pada lini produksi A khususnya mesin ILNC-16 mempunyai waktu changeover diluar standar durasi yang ditetapkan perusahaan sehingga mempengaruhi produktivitas lini produksi A berdampak kepada perlunya work overtime untuk memenuhi target produksi harian. Penelitian bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab lamanya proses changeover di Lini Produksi A khususnya mesin ILNC-16 melalui metode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improvement, and Control) sebagai framework dan SMED (Single Minutes Exchange of Dies) untuk mengurangi setup and adjustment losses. Dengan integrasi kedua metode ini, waktu setup (changeover) pada mesin ILNC-16 di Lini Produksi A menurun yang sebelumnya 1373 detik mejadi 310 detik. Hal ini memberi dampak positif membuat waktu total changeover lini produksi A secara keseluruhan turun 58.4% yang sebelumnya 1819 detik menjadi 756 detik dan berhasil meningkatkan produktivitas lini produksi A sehingga memenuhi target produksi tanpa work overtime.

Kata kunci : SMED, DMAIC, Changeover, Produktivitas Produksi

1. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri otomotif semakin pesat, hal ini dapat dilihat dengan semakin meningkatnya kebutuhan konsumen dan banyak inovasi-inovasi produk baru. Setiap perusahaan bersaing dan mempertahankan usahanya dengan cara memanfaatkan sumber daya yang ada dengan maksimal untuk menghasilkan produksi yang lebih baik dan tetap memuaskan kebutuhan customer. Perusahaan manufaktur otomotif harus menangani kebutuhan produksi produk yang variatif sebagai syarat customer. Persyaratan ini memberikan tekanan yang sangat besar pada proses pengembangan produk untuk mencapai kepuasan pelanggan yang lebih tinggi, meningkatkan efektivitas bisnis, dan mengembangkan produk berkualitas lebih tinggi dengan sumber daya yang lebih sedikit dalam waktu yang lebih singkat [1]. Sistem produksi produk variatif yang paling ideal adalah dengan menggunakan sistem changeover. Changeover didefinisikan sebagai lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pergantian produk dan set-up mesin, yang dimulai dari produk terakhir selesai produksi sampai produk baru yang pertama mulai diproduksi lagi [2].

Sejak tahun 1999 PT XYZ sudah menjadi salah satu supplier produksi suku cadang dari customer yang mempunyai variasi produk yang cukup banyak. Sistem changeover di PT XYZ adalah pergantian sarana produksi yaitu Jig dan material, yang dilakukan untuk menyesuaikan permintaan customer yang beragam dengan mesin atau line produksi yang sama. Tantangan yang di hadapi PT XYZ dalam melakukan changeover adalah durasi proses changeover yang dilakukan oleh operator produksi. Proses changerover memakan waktu dan diluar standar target changeover manual perusahaan sehingga berpengaruh kepada produktivitas produksi di Lini produksi A yaitu lini produksi machining process yang memproses dua tipe part inlet water yaitu part inlet water X dan Y. Berdasarkan data durasi changeover, lini produksi A melebihi standar batas durasi changeover yang ditetapkan untuk lini produksi tersebut, dimana standar maksimal durasi changeover adalah 25 menit secara keseluruhan atau 10 menit standar maksimal changeover mesin dengan perantian jig manual dan 5 menit untuk changeover non-jig. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor penyebab lamanya proses changeover di Lini Produksi A, serta mengevaluasi bagaimana penerapan metode DMAIC sebagai kerangka kerja penelitian yang

dikombinasikan dengan metode SMED dapat mengurangi waktu *changeover*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengoptimalkan proses *changeover* guna meningkatkan produktivitas di Lini Produksi A.

SMED adalah sistem atau metode yang merupakan serangkaian teknik yang memungkinkan untuk melakukan setup atau *changeover* kurang dari 10 menit. Kata “single minute” bukan berarti bahwa lama waktu setup hanya membutuhkan waktu satu menit, tapi membutuhkan waktu di bawah 10 menit (dengan kata lain “*single digit minute*”)[3]. Dengan mengaplikasikan metode SMED diharapkan dapat mengurangi waktu proses *changeover* (*downtime changeover*) dan dapat memperbaiki setiap dasar operasi setup internal dan eksternal. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan penerapan langkah-langkah SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) yang terdiri dari tiga tahap utama. Langkah pertama adalah memisahkan kegiatan internal setup dan external setup, di mana internal setup merupakan kegiatan setup yang hanya bisa dilakukan ketika mesin dalam keadaan berhenti, sedangkan external setup adalah kegiatan setup yang dapat dilakukan meskipun mesin sedang beroperasi. Langkah paling krusial dalam penerapan SMED adalah mampu membedakan antara internal setup dan external setup, karena memahami perbedaan keduanya merupakan kunci utama dalam mencapai tujuan SMED. Langkah kedua adalah mengubah internal setup menjadi external setup, yang mencakup memeriksa kembali setiap operasi untuk memastikan tidak ada langkah yang keliru, yang sebenarnya bisa dilakukan sebagai bagian dari external setup namun selama ini dianggap sebagai bagian dari internal setup. Langkah ketiga adalah menyederhanakan seluruh aspek operasi setup melalui analisis mendalam terhadap setiap operasi dasar dalam proses setup. Perlu dicatat bahwa langkah kedua dan ketiga hampir selalu dilakukan bersamaan karena keduanya saling terkait dalam upaya meningkatkan efisiensi setup secara keseluruhan.

Metodologi DMAIC adalah sistematis yang dinilai tepat dalam menyelesaikan masalah waktu *changeover* yang cukup lama. Strategi DMAIC terdiri dari lima tahap atau langkah dasar dalam menerapkan strategi *six sigma* ini yaitu *define-measure-analyze-improve-control* (DMAIC), dimana tahapannya merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan *six sigma*. Setiap fase dalam DMAIC akan dijelaskan lebih lanjut untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini.

Penelitian ini merujuk pada berbagai studi terkini yang menunjukkan efektivitas metode SMED dan DMAIC dalam mengurangi waktu *changeover* serta meningkatkan produktivitas. Penerapan metode SMED terbukti mampu menurunkan waktu setup secara signifikan, seperti ditunjukkan oleh penurunan sebesar 49,34% pada studi (D. F. Hidayat, J. Hardono, and T. M. Santoso, 2020) [3], penurunan 34,5% dengan peningkatan OEE sebesar 15,8% pada studi (T. Ngudi Wiyatno, 2022) [4], penurunan sebesar 13,2% pada studi (M. F. Nurrizky, M. A. Septiana, J. Machmudin, and M. Syafi, 2021) [5], penurunan 33,25% pada studi (E. Purnomo, A. Rachma Dwicahyani, and Z. Lillahulhaq, 2021) [2], dan turun 15% pada studi yang dilakukan (A. Silva, J. C. Sá, G. Santos, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, and M. T. Pereira, 2020) [6]. Sementara itu, penerapan metode DMAIC juga memberikan hasil signifikan dalam peningkatan performa proses produksi, seperti peningkatan OEE dari 58% menjadi 64% (Candra Kurniawan, 2023) [7], peningkatan stabilitas transfer menjadi 100% dan rasio material *recycle* dari 40% menjadi 99% (Hidayah, Sasmita & Prastyo, 2025) [8], peningkatan *availability* dari 90,8% menjadi 96% serta OEE dari 87% menjadi 92% (Rozak, Jaqin & Hasbullah, 2020) [1], serta peningkatan OEE dari 75% menjadi 85% dan penurunan waktu *breakdown* dari 215 menit menjadi 152 menit per bulan (Susianti, 2020)[9]. Studi oleh Dewa & Sutapa (2021)[10] yang mengombinasikan metode SMED dan DMAIC juga menunjukkan keberhasilan dalam mengidentifikasi penyebab lamanya *changeover* dan mendorong peningkatan produktivitas mesin. Seluruh referensi ini menjadi dasar yang relevan dan kuat dalam mendukung fokus penelitian terhadap efisiensi waktu *changeover* dan peningkatan produktivitas lini produksi.

2. Metode Penelitian

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian kuantitatif dengan pendekatan studi kasus, yaitu penelitian yang dilakukan untuk mengumpulkan data dan informasi terkait suatu kasus atau permasalahan guna memahami akar penyebab serta mencari solusi yang tepat untuk mengatasinya. Adapun metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode SMED (*Single-Minute Exchange of Die*), yang digunakan untuk mengurangi waktu *changeover* dan meningkatkan efisiensi produksi.

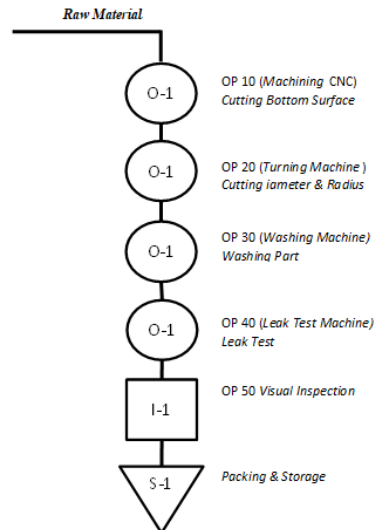
2.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di *Production Group 2.1* (PG-2.1) Lini produksi A di PT XYZ yang merupakan perusahaan manufaktur otomotif. Lini produksi A merupakan lini produksi part *inlet water*. Produk *inlet water* adalah salah satu komponen yang bekerja pada sistem pendingin mobil yang berfungsi untuk mengalirkan *cooling water* yang berasal dari radiator ke dalam mesin. Produk *inlet water* adalah salah satu produk yang mempunyai

variasi produk, dimana produk mempunyai dua tipe yaitu tipe X dan Y. Variasi produk part *inlet water* adalah salah satu tantangan yang dimiliki oleh PT XYZ, dengan adanya variasi produk proses produksi line *inlet water* harus menerapkan sistem *changeover*. Proses *changeover* adalah salah satu prosedur kerja yang perlu ditingkatkan kualitas operasinya.

2.3 Objek Penelitian

Lini produksi A merupakan *station* produksi yang memproses dua tipe part *inlet water* yaitu part *inlet water* X dan Y. Kapasitas produksi baik part *inlet water* X dan Y adalah 58 pcs/jam. Proses produksi part *inlet water* X dan Y terdapat 4 tahapan proses. Keempat tahapan atau *operation process* (OP) ini adalah tahapan yang berurutan dimana proses tidak akan berlanjut jika proses pertama atau sebelumnya tidak selesai. *flow process* production part *inlet water* sebagai berikut :



Gambar 1. Flow Process Production

Dari kedua tipe part ini untuk OP10 hingga OP30 menggunakan mesin yang sama sedangkan OP40 antara kedua part X dan Y menggunakan mesin yang berbeda sehingga ada total ada 5 mesin dalam Lini Produksi A sebelum tahap *final* yaitu tahapan manual pemeriksaan visual produk.

Tabel 1. Mesin Inlet Water X

No	Inlet Water X	
	Tahapan Proses/OP	Mesin
1	OP10 (Cutting Surface dan Gasket)	IMC-23
2	OP20 (Cutting Pipe Surface)	ILNC-16
3	OP30 (Water Leak Test)	IAM-9
4	OP40 (Ariblow)	ISC-5
5	OP50 (Visual)	-

Tabel 2. Tabel Mesin Inlet Water Y

No	Inlet Water Y	
	Tahapan Proses/OP	Mesin
1	OP10 (Cutting Surface and Gasket)	IMC-23
2	OP20 (Cutting Pipe Surface)	ILNC-16
3	OP30 (Airblow)	ISC-5
4	OP40 (Air Leak Test)	IAM-77
5	OP50 (Visual)	-

Dari 4 mesin diatas yang dipakai bersama untuk proses part inlet water X dan Y adalah mesin OP10, OP20 dan mesin *airblow*, ketiga mesin ini harus melalui proses dandori setiap hari.

Objek penelitian berfokus pada proses *changeover* pada proses inlet water ini terdapat pada 3 mesin, yaitu :

- a. IMC-27 (OP 10 part *inlet water* X dan Y)
- b. ILNC-16 (OP20 Part *inlet water* X dan Y)
- c. ISC-5 (OP40 *inlet water* X dan OP30 *inlet water* Y)

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, jenis data yang digunakan terdiri dari dua kategori, yaitu data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh dari sumber-sumber yang dapat dipercaya, sementara data primer diperoleh langsung melalui hasil observasi yang dilakukan di lapangan. Berikut ini adalah rincian jenis data yang digunakan dalam penelitian ini:

a. Data Sekunder

Dalam konteks penelitian ini, data sekunder juga mencakup informasi yang diperoleh dari PT XYZ, yang digunakan untuk mendukung analisis dan temuan dalam penelitian. Pada penelitian ini, data tersebut diperoleh dari laporan kegiatan produksi berupa catatan hasil produksi lini A selama periode Februari hingga April 2024 dan *standard operating procedure proses changeover* lini produksi A.

b. Data Primer

Data ini diperoleh melalui metode pengumpulan informasi langsung, seperti wawancara dengan responden yang relevan, penyebaran jajak pendapat atau kuesioner kepada individu atau kelompok yang menjadi subjek penelitian, serta hasil observasi langsung terhadap suatu objek, kejadian, atau fenomena yang sedang diteliti. Data primer pada penelitian ini menggunakan beberapa metode yaitu sebagai berikut :

1) Observasi

Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung objek atau proses yang sedang diteliti, dalam hal ini, pengamatan dilakukan pada proses-proses *changeover* yang terjadi di mesin-mesin lini produksi A. Proses pengamatan ini mencakup pencatatan atau perekaman data yang berkaitan dengan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan setiap tahapan proses *changeover*.

2) Wawancara

Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan berbagai pihak yang memiliki pengetahuan dan pengalaman langsung terkait dengan proses *changeover* lini produksi A, seperti *foreman*, *leader*, dan operator di *production group* 2.1 (PG-2.1). Melalui wawancara ini, peneliti dapat menggali informasi mengenai tantangan, masalah yang dihadapi, serta proses atau prosedur yang dijalankan oleh masing-masing individu dalam menjalankan tugas mereka.

3) Tinjauan Pustaka

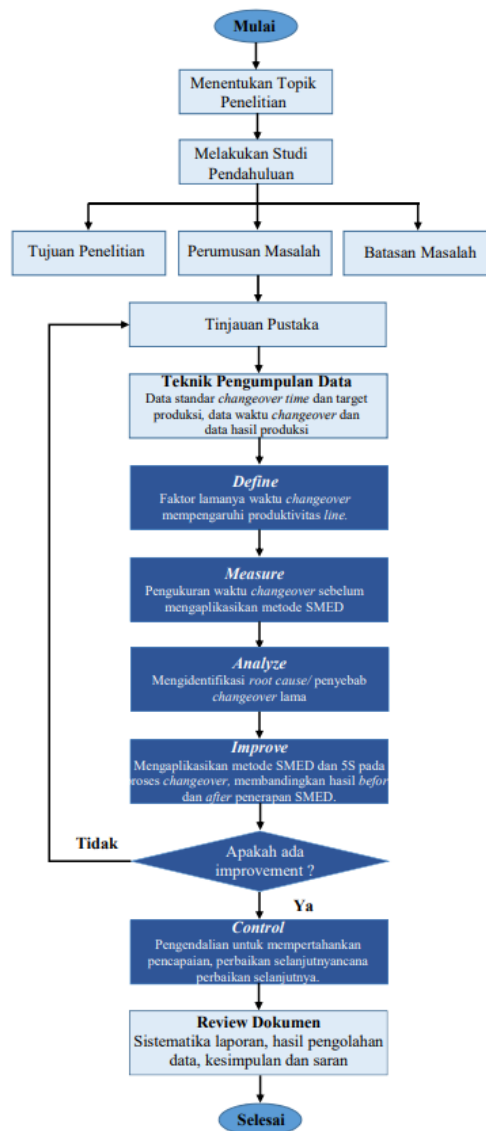
Literatur yang digunakan dalam tinjauan pustaka ini mencakup artikel-artikel ilmiah, jurnal penelitian, serta referensi lainnya yang dapat memberikan dasar teori atau informasi yang mendalam terkait dengan topik penelitian. Pada penelitian ini penulis khususnya memilih 10 jurnal penelitian terdahulu yang topiknya relevan dan dapat memperkaya referensi dalam pembuatan penelitian.

2.5 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Pendekatan atau kerangka kerja yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah pada penelitian ini adalah dengan menerapkan DMAIC sebagai kerangka dasar. Strategi DMAIC terdiri dari lima tahap atau langkah dasar dalam menerapkan strategi six sigma ini yaitu *define-measure-analyze-improve-control* (DMAIC), dimana tahapannya merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan six sigma. Setiap fase dalam DMAIC akan dijelaskan lebih lanjut untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai langkah-langkah yang diambil dalam penelitian ini. Pendekatan ini dipilih karena dianggap efektif dalam meningkatkan kualitas dan proses yang ada.

2.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam proses penurunan waktu *changeover* dan meningkatkan produktivitas menggunakan metode SMED dapat digambarkan melalui *flowchart* dibawah ini :



Gambar 2. *Flowchart* Tahapan Penelitian

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Analisis dan Pengolahan Data

Proses *changeover* part *inlet water* dinilai kurang efektif karena membutuhkan waktu yang lama sekitar 30 menit dalam pengerjaanya sehingga lini produksi A tidak dapat memenuhi kapasitas produksi yang ditargetkan dan membuat lini produksi A harus melakukan kerja di *overtime* untuk memenuhi stok produksi harian. Fokus pada penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor penyebab proses *changeover* menjadi lama. Seluruh aktivitas langkah-langkah *changeover* hingga implementasi ide-ide *improvement* akan dijelaskan dengan siklus DMAIC (*Define, Measure, Analysis, Improve, dan Control*).

a. *Define*

Fase *define* dimulai dengan mengumpulkan data awal waktu aktual proses *changeover* dan data produktivitas di Lini Produksi A lalu membandingkannya dengan target perusahaan berupa standar waktu proses *changeover* serta standar produktivitas ideal di Lini Produksi A. Hasil dari fase ini adalah teridentifikasinya selisih (gap) antara target waktu *changeover* dengan aktual waktu *changeover* serta gap target produktivitas Lini Produksi A dengan aktual produktivitas Lini produksi A. Adapun standar *changeover* pergantian jig perusahaan XYZ sesuai target KPI perusahaan sebagai berikut :

Changeover machine (jig) manually : 600 second

Changeover machine (jig) automatically : 300 second

Changeover machine (only program/parameter) manually : 30 second

Changeover machine (only program/parameter) automatically : 10 second

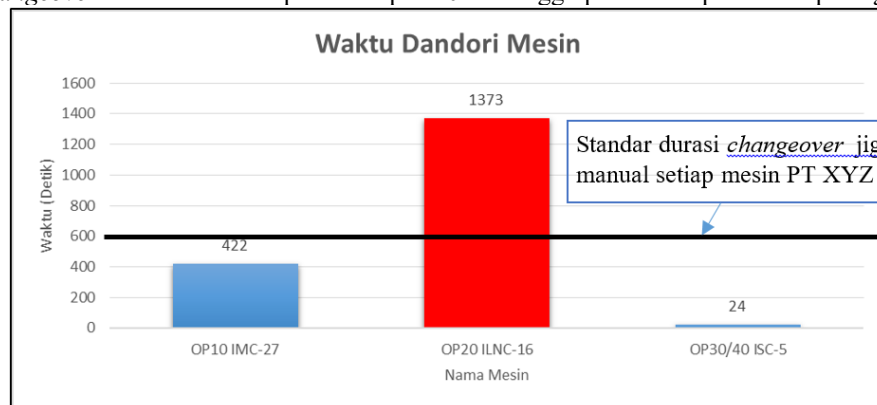
Selisih antara standar dan data aktual inilah yang kemudian menjadi fokus utama dalam upaya perbaikan.

Lini Produksi A mempunyai 3 mesin yang melakukan proses *changeover* sesuai tabel berikut

Tabel 3. Jenis *Changeover* pada Mesin Lini Produksi A

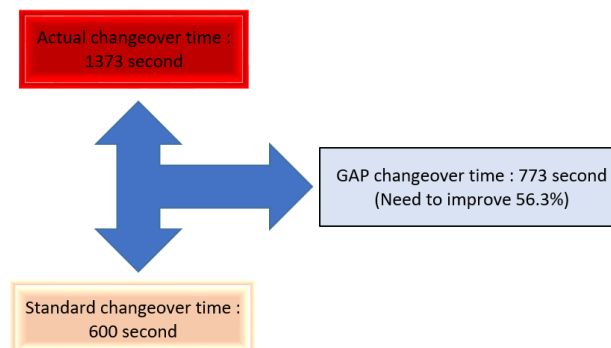
No. Mesin	Proses	Jenis <i>Changeover</i>
OP10 (IMC-23)	<i>Cutting Surface and Gasket</i>	<i>Changeover Jig manually</i>
OP20 (ILNC-16)	<i>Cutting Pipe Surface</i>	<i>Changeover jig manually</i>
OP30/40 (IAM-77)	<i>Air Blow</i>	<i>Changeover parameter manually</i>

Data durasi *changeover* Lini Produksi A periode April 2024 Minggu pertama dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 3. Diagram Rerata Waktu Aktual *Changeover* Mesin Lini Produksi A

Gambar 3. menunjukkan grafik perbandingan rerata waktu *changeover* setiap mesin, total waktu *changeover* dari mesin OP10 hingga OP30 adalah **1819 detik** dan mesin ILNC-16 atau mesin OP20 yang mempunyai durasi waktu *changeover* diatas batas standar proses *changeover jig manually* PT XYZ. Dimana standar waktu *changeover*-nya yaitu 600 detik sedangkan aktual data OP20 memerlukan durasi *changeover jig* manual selama 1373 detik atau sekitar 23 menit.



Gambar 4. GAP *Changeover* Time Mesin ILNC-16

Gambar 4 diatas menunjukkan gap antara standar waktu *changeover jig* manual mesin ILNC-16 dengan data aktual durasi waktu *changeover*.

Tentunya dengan adanya waktu *changeover* yang diluar target perusahaan itu akan berdampak pada produktivitas lini produksi. Data produktivitas Lini Produksi A periode April 2024 minggu kesatu dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Produksi Part Inlet Water X dan Y Periode April Minggu Kesatu

Date	Type Product (Inlet Water)	Start	Finish	Time Production (HH:MM)	Daily Target Production	Actual Production (pcs)	Changeover Time (sec)
1	X	7:10	10:52	3:42	218	218	1819
	Y	11:20	15:50	3:30	214	202	
2	Y	7:10	10:52	3:42	214	214	1850
	X	11:20	15:50	3:30	218	206	
3	X	7:10	10:52	3:42	218	218	1815
	Y	11:20	15:50	3:30	214	202	
4	Y	7:10	10:52	3:42	214	214	1833
	X	11:20	15:50	3:30	218	206	
5	X	7:10	10:52	3:42	218	218	1800
	Y	11:20	15:50	3:30	214	202	

Tabel 4 menjelaskan bagaimana pembagian waktu produksi antara part *inlet water* X dan Y setiap harinya beroperasi dalam satu shift dimana part *inlet water* X diproduksi pagi hari dan part *inlet water* Y di siang hari, begitupun sebaliknya dengan jeda proses *changeover* sekitar 30 menit (± 1800 detik) setiap harinya. *Timing changeover* ditetapkan setelah produk jenis pertama sudah mencapai target. Tabel 4 menunjukkan adanya target produksi yang tidak tercapai dipengaruhi oleh waktu produksi yang lebih pendek setelah proses *changeover*, dengan kondisi aktual waktu *changeover* yang menyita waktu produksi, proses produksi pasca *changeover* hanya bisa membuat 202 pcs part *inlet water* Y dari target 214 pcs/hari dan 206 pcs part *inlet water* X dari target 218 pcs/hari dalam jam kerja normal perusahaan (7 jam 40 menit) sehingga produksi harus melakukan *work over time* (30 menit) sebagai upaya pemenuhan target produksi dan aktivitas 5S setelah bekerja. Proses produksi harus bisa berjalan selama 3 jam 45 menit setiap jenis part untuk memenuhi target produksi harian.

Dari fase *define* bisa disimpulkan masalah yang dimiliki oleh lini produksi A adalah waktu *changeover* yang melebihi standar waktu sesuai KPI perusahaan dengan gap/selisih **773 second** dan berdampak pada produktivitas lini produksi yang tidak bisa memenuhi target dalam waktu jam kerja normal, sehingga lini produksi perlu melakukan *work over time* untuk mencapai target produksi harian.

b. Measure

Waktu *changeover* OP20 dinilai sebagai *down time* sehingga perlu dilakukan *improvement* untuk mengurangi total durasi proses *changeover*. Analisa proses *changeover* OP20 bisa dilakukan dengan cara *breakdown* aktivitas dari setiap tahapan/*step changeover* dan menentukan *step* mana saja yang perlu dilakukan pengurangan waktunya. Metode pengukuran durasi *changeover* melakukan metode *stopwatch time study* (STS) dilakukan secara langsung menggunakan alat bantu *stopwatch*. Berikut data *breakdown* tahapan proses *changeover* OP20 mesin ILNC-16 dan rerata durasi setiap tahapan proses *changeover*.

Tabel 5. Tahapan Aktivitas *Changeover* OP20 ILNC-16

No.	Tahapan Aktivitas <i>Changeover</i>	Durasi (Detik)
1	Persiapan alat bantu <i>changeover</i> OP20 (Mengambil kunci torsi dan alat pembersih jig seperti lap dan WD di rak <i>changeover</i> di samping mesin ILNC-16)	38
2	Mengaktifkan mode manual lalu set up program <i>changerover</i> pada mesin OP20 (Mesin melakukan <i>home position</i> tools dan posisi <i>table</i> poros jig terkunci agar aman melakukan proses <i>changerover</i>)	8
3	Uninstall jig X/Y	312

	(Melepaskan jig part X/Y yang berada di dalam mesin, melepas base jig X/Y dan clamper jig X/Y menggunakan kunci torsi secara manual)	
4	Cleaning Jig X/Y (<i>Cleaning base</i> dan clamper jig X/Y yang sudah <i>ter-uninstall</i> dari mesin menggunakan air gun di depan mesin dan mengelap jig menggunakan WD dan lap kering)	44
5	Menyimpan Jig X dan mengambil jig X/Y dari rak <i>changeover</i> (Membawa <i>base</i> dan clamper jig X ke Rak <i>changeover</i> dan membawa base dan clamper jig Y dari rak <i>changeover</i> untuk diinstall pada mesin)	35
6	Install base jig X/Y (Install base jig Y pada mesin mesin dengan mengencangkan baut pada <i>table</i> poros jig menggunakan kunci L dan kunci torsi)	133
7	Install clamper jig X/Y (<i>Setting</i> dan <i>install</i> clamper jig X/Y pada mesin ILNC-16 dengan mengencangkan baut clamper menggunakan kunci L dan kunci torsi)	611
8	Mengembalikan peralatan alat bantu <i>changerover</i> (Mengembalikan kunci torsi dan alat pembersih jig seperti lap dan WD ke rak <i>changeover</i> di samping mesin ILNC-16)	38
9	Mengaktifkan mode auto dan set up program auto proses part (Mesin melakukan <i>home position</i> , <i>table</i> poros jig dan tools siap memproses)	5
10	<i>Changeover</i> alat ukur OP20 (Memindahkan alat ukur ke rak <i>changeover</i> dan menggantinya dengan alat ukur produk X/Y)	55
11	<i>First production process</i> (Melakukan pengukuran produk pertama dan melakukan <i>record</i> /mencatat hasil ukur pada <i>checksheet</i>)	94
Total durasi <i>changeover</i>		1373

Tabel 5 menunjukan tahapan aktivitas *changeover* secara rinci dan berurutan, terdapat 11 tahapan dengan total waktu *changeover* 1373 detik.

c. *Analyze*

Tahap *analyze* akan melakukan analisis 11 tahapan aktivitas untuk mengefisiensikan proses *changeover* dan mengetahui *root cause* dari permasalahan yang menyebabkan lamanya waktu *changeover*. Analisis dilakukan dengan metode SMED (*Single-Minute Exchange of Dies*) mengacu pada tiga langkah sistematis SMED, yaitu :

- 1) Langkah 1: Memisahkan *internal setup* dan *external set up*
- 2) Langkah 2: Mengubah *internal setup* menjadi *external set up*
- 3) Langkah 3: Menyederhanakan operasi *set up*

Pada tahap *analyze* menggunakan metode SMED yang dimulai dengan langkah 1 yaitu memisahkan *internal setup* dan *external set up* proses *changeover* dan menentukan aktivitas potensial mana yang dapat dikonversikan dari internal setup ke eksternal setup serta potensi aktivitas mana yang masih bisa diturunkan waktunya.

Langkah 1: Memisahkan *internal setup* dan *external set up*

Tabel 6. Tabel Langkah 1 SMED Identifikasi Kategori Awal Setup

No.	Tahapan Aktivitas <i>Changeover</i>	Durasi (Detik)	Pelaksana	Kondisi setup awal Internal/ Eksternal	Potensi Konversi IS ke ES	Potensi reduce time
1	Persiapan alat bantu	38	Operator	Eksternal	-	Ya
2	Mengaktifkan mode manual dan program <i>changerover</i>	8	Operator	Internal	Tidak	Tidak
3	<i>Uninstall</i> jig X/Y	312	Operator	Internal	Tidak	Ya
4	<i>Cleaning</i> Jig X/Y	44	Operator	Internal	Ya	Ya
5	Simpan Jig X/Y dan ambil jig X/Y dari rak <i>changeover</i>	35	Operator	Eksternal	-	Ya
6	<i>Install</i> base jig X/Y	133	Operator	Internal	Tidak	Ya
7	Install clasper jig X/Y	611	Operator	Internal	Tidak	Ya
8	Mengembalikan peralatan alat bantu	38	Operator	Eksternal	-	Ya
9	Mengaktifkan program auto	5	Line Foreman	Internal	Tidak	Tidak
10	<i>Changeover</i> alat ukur OP20	55	Line Foreman	Internal	Ya	Ya
11	<i>First production process</i>	94	Line Foreman	Internal	Tidak	Ya
Total durasi <i>changeover</i>		1373 (detik)				

Tabel 6 memaparkan informasi kondisi awal setup dari setiap tahapan *changeover* dan juga menentukan tahapan mana saja yang berpotensi untuk dikonversikan dari kategori setup internal ke setup eksternal, dari 11 tahapan *changeover* terdapat 2 tahapan yang berpotensi.

- **Langkah 2 : Mengubah *internal setup* menjadi *external set up***

Tabel 7. Tahapan Aktivitas *Changeover* Terkonversi Internal ke Eksternal

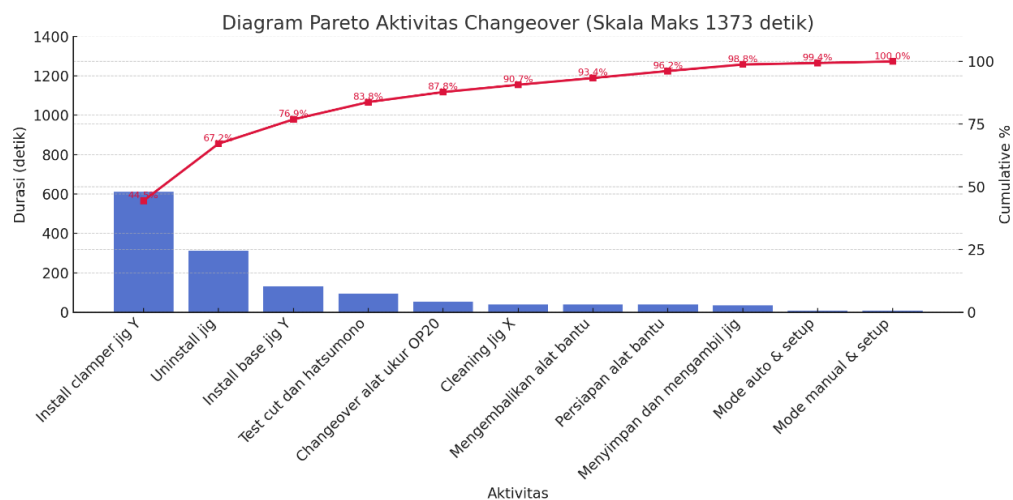
Aktivitas <i>Changeover</i>	Deskripsi Rencana <i>Improvement</i>	Kondisi setup akhir Internal/ Eksternal
<i>Cleaning</i> Jig X/Y	Rencana perbaikan dengan menyediakan tempat khusus untuk <i>cleaning jig</i> dan proses yang dilakukan operator hanya menyimpan jig ke tempat <i>cleaning jig</i> , yang akan bertugas membersihkan jig adalah <i>foremen</i> setelah proses <i>changeover</i> selesai atau proses produksi sudah berjalan normal.	Eksternal
<i>Changeover</i> alat ukur OP20	Rencana perbaikan adalah menyimpan kedua tipe alat ukur di meja alat ukur tetapi diberikan pembatas dan <i>addressing</i> tipe untuk informasi tipe alat ukur.	Eksternal
<i>First production process</i>	Saat proses test cut berjalan, operator memulai <i>mastering</i> alat ukur terlebih dahulu sehingga setelah proses <i>test cut</i> selesai part bisa langsung diukur.	Eksternal

Langkah 3: Menyederhanakan operasi *set up*

Pada langkah 3 menentukan aktivitas mana yang perlu disederhanakan sehingga perlu dianalisis penyebab utama (*critical issues*) dari permasalahan efisiensi *changeover* yang berdampak pada produktivitas lini produksi A. Analisa tahapan aktivitas *changeover* bisa dilakukan dengan tabel pareto sebagai berikut :

Tabel 8. Tabel *Pareto Chart* Aktivitas *Changeover*

Aktivitas	Durasi	% of Total	Cumulative %
<i>Install clamper jig Y</i>	611	44.5%	44.5%
<i>Uninstall jig</i>	312	22.7%	67.2%
<i>Install base jig Y</i>	133	9.7%	76.9%
<i>First production process</i>	94	6.8%	83.8%
<i>Changeover alat ukur OP20</i>	55	4.0%	87.8%
<i>Cleaning Jig X</i>	40	2.9%	90.7%
Mengembalikan alat bantu	38	2.8%	93.4%
Persiapan alat bantu	38	2.8%	96.2%
Menyimpan dan mengambil jig	35	2.5%	98.8%
Mode auto & setup	9	0.7%	99.4%
Mode manual & setup	8	0.6%	100.0%



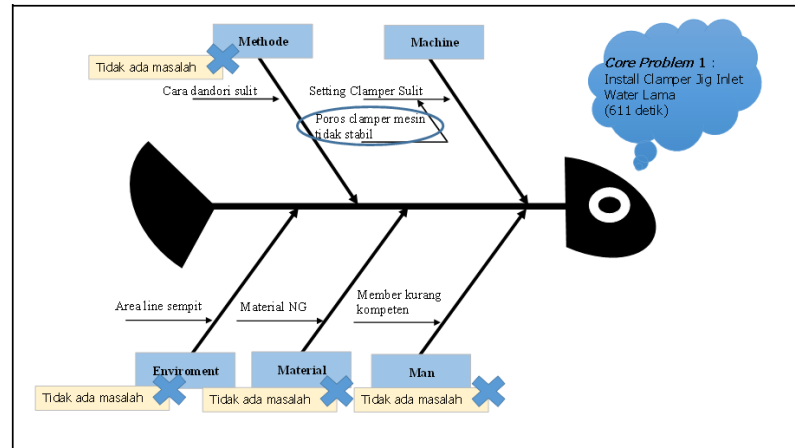
Gambar 1. *Pareto Chart Changeover Activities*

Tabel 8 menunjukkan urutan aktivitas dengan waktu *changeover* terlama ke tersingkat, tiga aktivitas teratas menyebabkan 76.9% dari total waktu *changeover*, ini menunjukkan bahwa efisiensi proses *changeover* dapat sangat meningkat jika fokus perbaikan diarahkan ke aktivitas paling memakan waktu yang merupakan *core problem* proses *changeover*, yaitu :

- 1) Pemasangan clamper jig
- 2) Proses *uninstall* jig
- 3) Pemasangan *base* jig

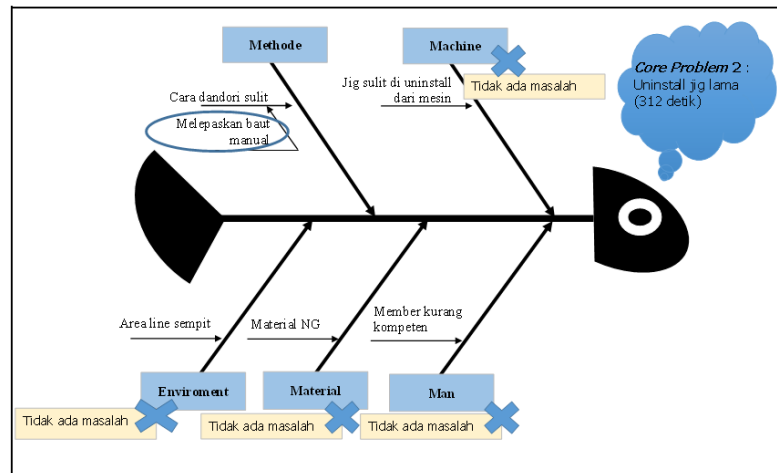
Analisa Sebab Akibat

a. Root Cause Analysis Core Problem 1 : Install jig (clamper)



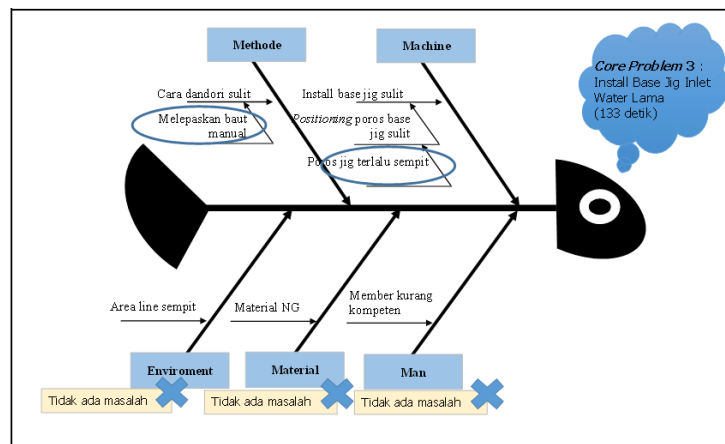
Gambar 6. Diagram Fishbone Core Problem 1

b. Root Cause Analysis Core Problem 2 : Uninstall Jig



Gambar 7. Diagram Fishbone Core Problem 2

c. Root Cause Analysis Core Problem 3 : Install jig (base)



Gambar 8. Diagram Fishbone Core Problem 3

d. *Improvement*

Berdasarkan gambar 5 *pareto chart changeover*, aktivitas yang paling mempengaruhi durasi *changeover* ditentukan dari durasi tertinggi, yang menjadi dasar dalam menetapkan prioritas perbaikan. Kemudian, dari gambar 6, 7 dan 8 akar penyebab lamanya durasi *changeover* diidentifikasi melalui diagram *fishbone*, yang menunjukkan bahwa terdapat aktivitas internal setup yang belum dioptimalkan. Aktivitas *improvement* dibagi menjadi 3 tahapan perbaikan yang dilakukan, ketiga tahapan aktivitas *improvement* untuk mengurangi waktu *changeover* diimplementasikan sesuai *schedule* yang sudah ditetapkan.

Month		Mei				Juni	
Week		1	2	3	4	1	2
Tahapan Improvement	Tahap 1 aktivitas <i>improvement</i>						
	- Pembuatan alat dan area cleaning jig						
	- Pemindahan alat ukur kedua ke meja ukur						
	Tahap 2 aktivitas <i>improvement</i>						
	- <i>Corrective maintenace</i> centering poros clamber						
	- Modifikasi design clamber jig part X dan Y						
	- Modifikasi design base jig jig part X dan Y						
	- Pembuatan tempat alat bantu <i>changeover</i> baru						
	Tahap 3 aktivitas <i>improvement</i>						
	- Operator Training						

Gambar 9. Jadwal Tahapan Aktivitas *Improvement*

1) Tahap konversi aktivitas internal ke eksternal

Mengubah beberapa aktivitas yang sebelumnya dilakukan saat mesin berhenti (internal setup), seperti pembersihan jig, aktivitas pengambilan jig dan alat ukur dari lemari *changeover* agar dapat dilakukan lebih efisien sehingga mengurangi waktu total aktivitas *changeover*.

Tabel 9. Tabel Konversi Aktivitas *Changeover* Internal Ke Eksternal

Aktivitas <i>Changeover</i>	<i>Improvement</i>
<i>Cleaning Jig X/Y</i>	Proses <i>cleaning jig</i> dilakukan di luar lini produksi dan yang bertugas membersihkan jig adalah <i>foremen</i> setelah proses <i>changeover</i> selesai atau proses produksi sudah berjalan normal. Operator yang melakukan <i>changeover</i> hanya menyimpan jig ke tempat <i>cleaning jig</i> .
<i>Changeover alat ukur OP20</i>	Alat ukur part X dan Y sudah tersedia di meja alat ukur dengan pembatas dan <i>addressing tipe</i> yang jelas.
<i>First production process</i>	Melakukan proses <i>mastering</i> atau kalibrasi alat ukur saat proses test cut berjalan.

2) Mengurangi waktu set up internal (*Improve all activities changeover*)

Melakukan *improvement* sesuai dengan penanganan *root cause* dari analisis yang sudah dilakukan. Berikut tabel aktivitas *improvement* dari setiap step aktivitas *changeover* internal.

Tabel 10. Tabel *Improvement* Internal *Changeover* Activites

Aktivitas <i>Changeover</i>	<i>Improvement</i>
<i>Install jig (clamber)</i>	- <i>Corective maintenace</i> perbaikan dengan <i>centering</i> poros clamber. - Modif design clamber dengan penambahan <i>fixture assistant / guide pin</i> clamber. - Pemasangan baut clamber yang sebelumnya dengan kunci L menjadi menggunakan <i>impact</i>.
<i>Uninstall jig</i>	- Pelepasan baut clamber dan base sebelumnya menggunakan

Aktivitas <i>Changeover</i>	<i>Improvement</i>
	kunci L menjadi menggunakan <i>impact</i> . - Modifikasi lubang assy base terhadap poros mesin, dengan melakukan <i>polish diameter</i> base jig sehingga base jig lebih lancar dan mudah untuk dilepas dari poros mesin.
<i>Install jig</i> (base)	- Modifikasi lubang assy base terhadap poros mesin, dengan melakukan <i>polish diameter</i> base jig sehingga base jig lebih lancar dan mudah untuk dipasang pada poros mesin. - Pelepasan baut base sebelumnya menggunakan kunci L menjadi menggunakan <i>impact</i> .
Persiapan alat bantu	- Memindahkan tempat alat bantu dari rak <i>changeover</i> talang mesin ILNC-16, perpindahan tempat yang sebelumnya perlu 6 langkah dari mesin dan membungkuk mengambil alat, menjadi hanya 1 langkah dan tidak membungkuk.
Mengemba-likan alat bantu	- Memindahkan tempat alat bantu dari rak <i>changeover</i> talang mesin ILNC-16, perpindahan tempat yang sebelumnya perlu 3 langkah dari mesin dan membungkuk mengambil alat, menjadi hanya 1 langkah dan tidak membungkuk.
Menyimpan dan mengambil jig	- Memindahkan tempat jig dari rak <i>changeover</i> ke talang mesin ILNC-16, perpindahan tempat yang sebelumnya perlu 3 langkah dari mesin untuk mengambil jig menjadi hanya 1 langkah dan untuk pengembalian jig dari

3) Operator Training

Aktivitas operator *training* adalah aktivitas yang bertujuan untuk mensosialisasikan keseluruhan perubahan/*improvement* yang sudah diaplikasikan pada lini produksi.

e. Control

Pada tahap ini, dilakukan pengendalian terhadap performa proses *changeover* untuk memastikan keberlanjutan *improvement* yang sudah terimplementasi. Menyusun standar operasional prosedur (SOP) yang terstruktur dan mudah dipahami untuk proses *changeover*.

Gambar 10. Dokumen Update Proses *Changeover*

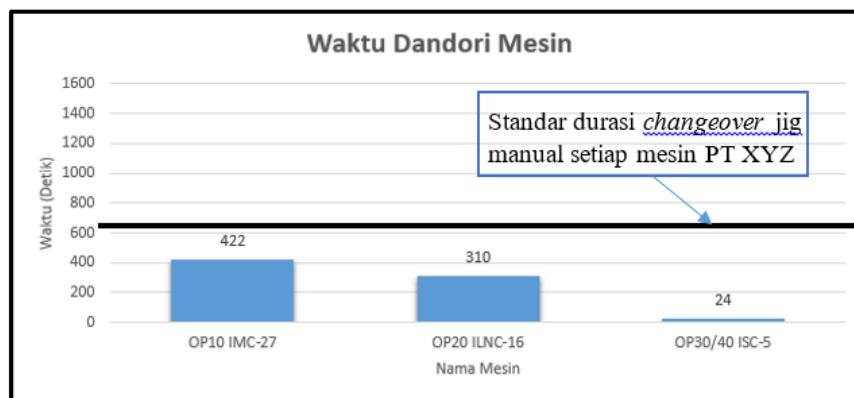
3.2 Analisis dan Pembahasan

Setelah dilakukan pemisahan aktivitas internal dan eksternal, serta perancangan ulang metode kerja *changeover*, hasil implementasi menunjukkan penurunan waktu *changeover* yang signifikan. Rincian waktu *changeover* sebelum dan sesudah penerapan SMED ditampilkan pada tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan Waktu *Changeover* Sebelum dan Sesudah SMED

No.	Tahapan Aktivitas <i>Changeover</i>	Waktu Sebelum (Detik)	Waktu Sesudah (Detik)	Kondisi setup awal Internal/ Eksternal	Kondisi setup Akhir Internal/ Eksternal	Time Reduce (Detik)
1	Persiapan alat bantu	38	12	Eksternal	Eksternal	26
2	Mengaktifkan mode manual dan program <i>changerover</i>	8	8	Internal	Internal	0
3	<i>Uninstall</i> jig X/Y	312	55	Internal	Internal	257
4	<i>Cleaning</i> Jig X/Y	44	0	Internal	Eksternal	44
5	Simpan Jig X/Y dan ambil jig X/Y dari rak <i>changeover</i>	35	17	Eksternal	Eksternal	18
6	<i>Install</i> base jig X/Y	133	31	Internal	Internal	102
7	Install clamber jig X/Y	611	92	Internal	Internal	519
8	Mengembalikan peralatan alat bantu	38	12	Eksternal	Eksternal	26
9	Mengaktifkan program auto	5	5	Internal	Internal	0
10	<i>Changeover</i> alat ukur OP20	55	0	Internal	Eksternal	55
11	<i>First production process</i>	94	78	Internal	Internal & Eksternal	16
Total waktu		1373	310			1063

Dengan hasil pengurangan waktu setup *changeover* mesin ILNC-16 OP20 yang sebelumnya 1373 detik menjadi 310 detik membuat waktu total *changeover* lini produksi A secara keseluruhan turun 58.4% yang sebelumnya 1819 detik menjadi 756 detik. Penurunan waktu *changeover* dapat meningkatkan kapasitas produksi harian karena lini produksi mempunyai waktu produksi yang optimal untuk memenuhi target produksi harian. Berikut tabel data hasil produksi dalam seminggu setelah implementasi SMED pada proses *changeover* :



Gambar 11. Waktu *Changeover* Lini Produksi A Setelah Implementasi SMED

Tabel 12. Hasil produksi part inlet water X dan Y periode Juli Minggu Kesatu

Date	Type Product (Inlet Water)	Start	Finish	Time Production (HH:MM)	Target Production	Actual Production (pcs)	Changeover Time (sec)
1	X	7:10	10:52	3:42	218	218	756
	Y	11:05	15:50	3:45	214	214	
2	Y	7:10	10:52	3:42	214	214	750
	X	11:05	15:50	3:45	218	218	
3	X	7:10	10:52	3:42	218	218	761
	Y	11:05	15:50	3:45	214	214	
4	Y	7:10	10:52	3:42	214	214	755
	X	11:05	15:50	3:45	218	218	
5	X	7:10	10:52	3:42	218	218	753
	Y	11:05	15:50	3:45	214	214	

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terkait optimasi waktu *changeover* untuk meningkatkan produktivitas di lini produksi A dengan pendekatan SMED (*Single Minute Exchange Of Dies*), diperoleh kesimpulan faktor penyebab utama lamanya waktu *changeover* Lini produksi A dikarenakan waktu *changeover* mesin ILNC-16 diluar standar waktu *changeover* yang ditetapkan perusahaan sehingga berakibat tidak tercapainya target produksi harian lini prduksi A.

DMAIC sebagai *framework* dan SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) sebagai metode terbukti dapat mengurangi waktu setup *changeover* jig ILNC-16 OP20 yang sebelumnya 1373 detik turun menjadi 310 detik. Dengan mengaplikasikan *improvement* pada setiap langkah *changeover* mesin ILNC-16 durasi *changeover* lini produksi A turun 58.4% yang sebelumnya 1819 detik menjadi 756 detik. Dengan optimalisasi proses *changeover* lini produksi A, produktivitas produksi menaik dan target produksi harian tercapai tanpa melakukan *over time*.

Referensi

- [1] A. Rozak, C. Jaqin, and H. Hasbullah, "Increasing overall equipment effectiveness in automotive company using DMAIC and FMEA method," *J. Eur. des Syst. Autom.*, vol. 53, no. 1, pp. 55–60, 2020, doi: 10.18280/jesa.530107.
- [2] E. Purnomo, A. Rachma Dwicahyani, and Z. Lillahulhaq, "Analisa dan Perbaikan Waktu Set-up Pergantian Cetakan dengan Metode Single-Minute Exchange of Dies (SMED) (Studi Kasus: PT. XYZ)," *Senastitan I*, pp. 26–34, 2021.
- [3] D. F. Hidayat, J. Hardono, and T. M. Santoso, "Perbaikan Waktu Set-Up Menggunakan Metode Single Minute Exchange Die (Smed) Di Pt. Hp," *J. Ind. Manuf.*, vol. 5, no. 1, p. 18, 2020, doi: 10.31000/jim.v5i1.2431.
- [4] T. Ngudi Wiyatno, "Peningkatan Nilai Overall Equipment Effectiveness Pada Industri Otomotif di Indonesia Menggunakan Metode SMED," *Saintek*, vol. 1, no. 1, pp. 621–629, 2022.
- [5] M. F. Nurrizky, M. A. Septiana, J. Machmudin, and M. Syafii, "Peningkatan Efisiensi Mesin Cnc Turning Menggunakan Metode Single Minutes Exchange of Dies Di Pt.X," *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 94–100, 2021, doi: 10.33197/jitter.vol7.iss2.2021.526.
- [6] A. Silva, J. C. Sá, G. Santos, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira, and M. T. Pereira, "Implementation of SMED in a cutting line," *Procedia Manuf.*, vol. 51, no. 2020, pp. 1355–1362, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.189.
- [7] A. Candra Kurniawan, F. Rohmatul Maula, and N. Layli Rachmawati, "Increasing Productivity Using Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) at PT. XYZ (a Case in Indonesian Company)," *J. Logistik Indones.*, vol. 7, no. 1, pp. 42–58, 2023, [Online]. Available: <http://ojs.stiami.ac.id>
- [8] R. Hidayah, Y. Sasmita, and Y. Prastyo, "Optimalisasi Transfer Material Mesin Injection Melalui Metode DMAIC Untuk Mengatasi Variasi Dimensi Material Recycle," vol. X, no. X, pp. 51–65, 2025.
- [9] S. N. Susianti, "Analisis Perawatan Mesin Casting Zinc Menggunakan Metode Overall Equipment Effectivness (OEE) Melalui Pendekatan DMAIC," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 30–37, 2020, doi: 10.37373/jenius.v1i1.22.
- [10] D. P. Dewa and N. Sutapa, "Upaya Pengurangan Waktu Proses Changeover Pada Mesin Fisher Pada Perusahaan Kemasan Kosmetik," vol. 9, no. 2, pp. 335–342, 2021.