

Peningkatan produksi plastik injection dengan analisis Overall Equipment Effectiveness dan Single Minute Exchange of Dies

(Increase of plastic injection production using Overall Equipment Effectiveness and Single Minute Exchange of Dies Analysis)

Supriyati¹ Tri Ngudi Wiyatno², Heru Darmawan³

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

Corresponding author: supriyati@pelitabangsa.ac.id

Received 5 July 2021, Revised 14 November 2021, Accepted 24 November 2021, Published 30 November 2021

Abstrak. Industri otomotif menjadi andalan karena memiliki kontribusi terhadap perekonomian nasional. Untuk mempertahankan eksistensi dan bertahan di tengah persaingan yang ketat, setiap industri harus dapat terus meningkatkan kualitas dan kinerja perusahaan secara umum. Perusahaan manufaktur injeksi plastik untuk komponen otomotif mengalami penurunan performa mesin. Kinerja mesin berkaitan dengan kerugian yang terjadi di perusahaan. Untuk mengetahui penyebab turunnya kinerja mesin, dilakukan penelitian dengan mengidentifikasi proses, keluaran, kerugian yang terjadi dan mengambil tindakan lain jika diperlukan. Hasil analisis perhitungan OEE, mesin 7 memiliki kinerja paling rendah dari total 8 mesin. Nilai OEE yang rendah dipengaruhi oleh *availability*, *performance* dan *quality*, nilai *availability* rata-rata terendah 90%, OEE mesin 7 sebesar 81%. Faktor yang mempengaruhi OEE rendah karena nilai *availability* yang rendah. Setelah dianalisa dengan diagram tulang ikan, penyebab rendahnya ketersediaan adalah karena faktor mesin dan metode. Perbaikan mesin 7 dengan metode SMED menunjukkan penurunan waktu *setup* sebesar 36%, sedangkan perbaikan dilakukan dengan mengubah alur *setup*, penggantian komponen mesin, dan proses *purging*. Dampak perbaikan meningkatkan ketersediaan sebesar 96%, kinerja dan kualitas meningkat sebesar 99% sedangkan efisiensi mesin/OEE meningkat 93,98%

Kata kunci: OEE, SMED, six big losses, setup.

Abstract. The automotive industry is a mainstay because it has a contribution to the national economy. To maintain existence and survive in the midst of intense competition, every industry must be able to continuously improve the quality and performance company in general. Plastic injection manufacturing companies for automotive components are experiencing a decline in machine performance. Machine performance is related to losses that occur in the company. To find out the cause of a decline in machine performance, research is carried out by identifying processes, outputs, losses that occur and taking other actions if needed. Results of OEE calculation analysis, machine 7 has the lowest performance of a total of 8 machines. Low OEE value is influenced by *availability*, *performance*, and *quality*, of three components, the lowest average *availability* value is only 90%, machine 7 OEE is 81%. Factors affecting OEE are low because the value of *availability* is low. After analyzing with fishbone diagram, the cause of low *availability* is due to machine and method factors. Improvement to machine 7 using the SMED method showed a decrease in *setup* time by 36%, while improvements were made by changing *setup* flow, replacing machine components, and *purging* process. Impact of improvements increased *availability* by 96%, *performance*, and *quality* by 99%, while machine efficiency/OEE increased by 93,98%.

Key words: OEE; plastic injection; set-up; six big losses; SMED

1. Pendahuluan

Industri otomotif menjadi salah satu jenis industri yang menjadi andalan karena memiliki kontribusi yang cukup besar dalam perekonomian nasional. Di tengah persaingan yang cukup ketat dan era globalisasi saat ini, perusahaan harus mampu mempertahankan kualitas produknya. Kualitas menjadi salah satu faktor penentu produk diminati konsumen atau ditinggalkan. Kualitas yang baik dihasilkan dari proses produksi yang baik yang sesuai standar. Proses produksi yang dilakukan secara terus menerus menyebabkan kinerja mesin menjadi menurun sehingga diperlukan perbaikan berkelanjutan.

Selain kualitas ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi konsumen. Kinerja dari perusahaan yang memasok produk dapat mempengaruhi kepuasan konsumen, salah satu metode untuk terus meningkatkan kinerja yaitu dengan pengurangan waktu *setup* melalui *kaizen (SMED)* dan peningkatan produktivitas (Buehlmann & Kucuk, 2019). Untuk mengetahui kinerja sebuah perusahaan diperlukan pengukuran setiap periode, dari kinerja yang sudah diketahui dapat dilakukan tindakan selanjutnya. Dalam melakukan pengukuran terdapat standar atau target yang sudah ditetapkan, dari target tersebut hasil pengukuran dapat dievaluasi apakah pengukuran yang sudah dilakukan mencapai target atau tidak. Jika mencapai target, perusahaan harus mempertahankan kinerja, namun jika tidak mencapai target harus dievaluasi yang menyebabkan target tidak tercapai. Dalam melaksanakan aktivitas di perusahaan diperlukan kerjasama tim agar target yang sudah ditetapkan dapat tercapai.

Kerjasama tim dan pengelolaan perusahaan perlu terus ditingkatkan supaya terus berkembang dan dapat berkompetisi dengan perusahaan lain di bidang yang sama. Perbaikan berkelanjutan menjadi salah satu kunci kesuksesan sebuah perusahaan untuk terus bertahan dan dipercaya sebagai supplier dari perusahaan perakitan kendaraan roda dua. Salah satu masalah yang terjadi di perusahaan komponen automotive, terjadi penurunan efisiensi mesin (*OEE*). Penurunan *OEE* juga berdampak terhadap kualitas produk. Sebagai perusahaan yang memproduksi komponen kendaraan roda dua yang berbahan baku plastik sudah berdiri selama belasan tahun harus memperhatikan kualitas, efisiensi dan perlu dilakukan langkah *lean manufacturing*. Seiring berjalannya waktu, mesin yang digunakan untuk proses produksi secara terus menerus mengalami penurunan kinerja. Penurunan tersebut dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas. Penerapan metode *SMED* dapat menurunkan pengeluaran biaya proses produksi plastik *injection* secara signifikan, pengurangan waktu di lini produksi *painting*, kenaikan *OEE* di proses *injection*, proses *painting wheel covers* dan *painting front bumpers* (Ribeiro et al., 2019). Pendekatan *lean manufacturing* dapat berdampak terhadap efisiensi waktu *setup* berkurang, *output* lebih besar sehingga dapat menghemat pengeluaran biaya (Karam et al., 2018). Untuk mengembalikan efisiensi mesin seperti semula di perlukan langkah-langkah perbaikan, karena *OEE* dan pengukuran produktivitas secara sistematis mampu meningkatkan produksi sehingga menjadi ukuran kinerja di industri manufaktur (Andersson & Bellgran, 2015).

Pada aktivitas manufaktur *OEE* menjadi alat yang efektif dalam mengidentifikasi masalah. Untuk meningkatkan kinerja produktivitas produksi pada industri manufaktur beberapa *tools* dapat digunakan seperti *SPC*, *OEE*, *autonomous maintenance*, *SMED*, *management visual*, *TPM*, *FMEA*, *DOE* (Prasetyo & Veroya, 2020). Kualitas dan kuantitas menjadi tolak ukur apakah proses produksi berjalan dengan normal, kualitas sesuai keinginan konsumen atau kebutuhan konsumen dapat terpenuhi 100% sehingga pengiriman produk ke konsumen tercapai. Jika permasalahan timbul dalam hal kualitas dan kuantitas maka perlu di lakukan analisa akar masalah. Salah satu analisis yang biasa digunakan dengan *4M* dan *1E* sehingga setiap permasalahan dapat di pecahkan dan di peroleh solusi untuk memperbaikinya. Salah satu masalah yang terjadi di perusahaan adalah kondisi penurunan efisiensi mesin, hal tersebut berbanding lurus dengan penurunan kinerja dari mesin tersebut. Beberapa faktor yang mempengaruhi proses produksi diantaranya kerusakan mesin, sumber daya yang tidak kompeten, tata letak yang tidak tepat, kecelakaan kerja, sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas, kuantitas produk sehingga berdampak terhadap kepuasan konsumen (Pinto et al., 2019).

Keterlibatan organisasi/managemen berpengaruh terhadap keberhasilan penerapan *SMED* dengan kombinasi penerapan 9 alat *lean* yaitu *5S*, standar kerja, *kaizen*, *OEE*, *TPM*, *poka yoke*, *VSM*, metodologi *A3* dan *management visual* (da Silva & Filho, 2019). Metode *SMED* dapat memperbaiki operator dalam bekerja, kecelakaan kerja berkurang dan di dapatkan standarisasi yang ergonomis (Kochańska & Burduk, 2019), selain itu dengan metode *SMED* dapat menurunkan waktu *setup* dan mengurangi jumlah sumber daya yang di gunakan (Silva et al., 2020). Metodologi *SMED* memberikan kontribusi terhadap peningkatan produksi dan mengurangi *scrap* (Vieira et al., 2020), implementasi *SMED* di perusahaan manufaktur dapat mengurangi waktu berhenti sesaat yang tidak di perlukan, memperpanjang waktu produksi sehingga dapat menambah nilai produk sehingga proses produksi lebih efisien, kapasitas dan ketersediaan meningkat (Stuglik et al., 2019). Upaya mengurangi pemborosan dengan mengidentifikasi akar masalan, mengambil tindakan perbaikan dengan penerapan *lean manufacturing* menggunakan *SMED*, *TPM*, *JIDOKA*, *POKA YOKE* dapat mengurangi kerugian proses produksi dan meningkatkan *OEE* (Arealo-Barrera et al., 2019). Pengukuran kinerja untuk menganalisis kapabilitas proses dengan pendekatan metode *SMED* bermanfaat pada

perbaikan proses, karakteristik kualitas variabel atribut dan kualitas secara kualitatif (Cakmakci & Demirel-Ortabas, 2019). Perbaikan proses berpengaruh terhadap pencapaian produksi, meskipun hasil keseluruhan produksi tercapai namun tidak menjamin ratio pencapaian sesuai standard. Di perusahaan plastik *Injection* komponen kendaraan roda dua, dalam beberapa bulan terakhir terlihat penurunan kinerja mesin. Kinerja mesin menurun dapat di sebabkan oleh beberapa faktor, langkah yang di ambil dengan menganalisa dari berbagai komponen yang mempengaruhi efisiensi mesin/OEE

Untuk meningkatkan efisiensi mesin, OEE menjadi salah satu lean production yang menjadi alat ukur dalam penerapan TPM untuk menjaga peralatan (mesin) dalam kondisi standard dengan cara menghilangkan *six big losses* yang terdiri dari komponen kinerja (Pratiwi, 2019). Teknik lean produksi memiliki beragam jenisnya. Penerapan lean produksi tergantung dari kebutuhan perusahaan, namun secara umum perusahaan yang menerapkan *lean production* mendapatkan beberapa manfaat. Salah satu prinsip dan praktik lean yaitu dengan metodologi SMED dapat meningkatkan nilai OEE dan mengurangi pemborosan yang terjadi di sektor proses produksi (Vieira et al., 2019) atau waktu tidak produktif (Poves-Calderno et al., 2019). Alat lean manufaktur SMED dapat di gunakan untuk meningkatkan OEE dan mengevaluasi kerugian akibat mesin berhenti beserta pengaruh dari efisiensi mesin tersebut (Bhade & Hegde, 2020). Setup merupakan persiapan dalam proses produksi di perusahaan *manufacturing* yang terbagi dalam dua kategori yaitu *eksternal* dan *internal* (da Silva & Filho, 2019). Sebagai alat *lean manufacturing* SMED bertujuan untuk memisahkan insentif terbesar bagi pelanggan dari item yang diproduksi, menggunakan sumber daya terbatas dan meningkatkan profit (Lozano et al., 2019).

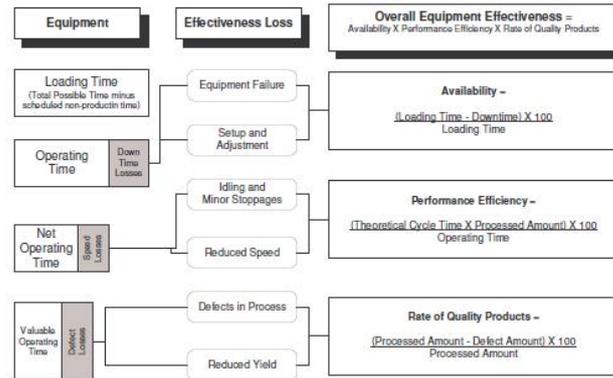
Teknik lean manufaktur terbukti dapat meningkatkan produktivitas baik perusahaan kecil, sedang maupun perusahaan besar (Mulyana & Hasibuan 2017). Meskipun setiap perusahaan memiliki masalah yang berbeda, sehingga untuk perbaikan dengan teknik lean yang berbeda. Salah satu masalah terbesar di industri automotive adalah pergantian *mould*, Metode SMED dan 5S dapat menurunkan waktu *setup eksternal* sebesar 11% (Pinto et al., 2019). Mengintegrasikan metode SMED dengan analisis *fuzzy-FMEA* dapat mengurangi waktu *setup* pada produksi plastik *injection* (Yazıcı et al., 2020). SMED dapat berfungsi mengurangi 6 kerugian utama pada mesin *moulding injection* sehingga dapat mengurangi waktu *setup* dan meningkatkan produktivitas sehingga OEE meningkat (Bhade & Hegde, 2020).

Lean manufacturing berhasil di implementasikan di industri dengan baik jika metode dan alat yang digunakan tepat serta berurutan (Sundar et al., 2014). Secara umum *lean manufacturing* dapat di terapkan pada semua jenis industri, sedangkan salah satu alat lean yaitu implementasi SMED memiliki dampak signifikan terhadap kebutuhan sumber daya yang jauh lebih sedikit dan disertai dengan penerapan TPM, integrasi *lean six sigma* dan TPS secara tepat (Lozano et al., 2019). Keterlibatan tim dan kerjasama dengan bagian lain sangat berpengaruh terhadap keberhasilan penerapan metode SMED (Carrizo-Moreira, 2014). Keberhasilan penerapan SMED mampu meningkatkan efisiensi pada proses produksi manufaktur perusahaan *automotive* (Rasib et al., 2019). Banyaknya penelitian yang sudah menyimpulkan bahwa SMED mampu meningkatkan efisiensi mesin dengan melakukan beberapa perbaikan pada proses *setup*.

2. Metode

Untuk mengetahui nilai OEE yang harus di lakukan adalah mengetahui berapa ketersediaan waktu (*availability*), kinerja (*performance*) dan kualitas (*quality rate*). *Six big losses* merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam perhitungan OEE, secara umum *six big losses* dapat dibagi ke dalam beberapa jenis dan kategori (Bhade & Hegde, 2020)

Shigeo Shingo 1985 membangun fondasi untuk implementasi SMED, dengan menggunakan delapan teknik penerapan SMED yaitu memisahkan operasi *setup internal* dan *eksternal*, mengubah *setup internal* ke *eksternal*, standarisasi fungsi, menggunakan klem fungsional atau hilangkan pengencang, menggunakan *jig* sebagai perantara, mengadopsi operasi parallel, menghilangkan penyesuaian dan mekanisasi (Pellegrini et al., 2012).



Gambar 1 OEE dan Losses (Metode Nakajima) (Pomorski, 2004).

Tujuan Kerangka kerja OEE terintegrasi (Cheah et al., 2020) adalah:

1. sebagai gambaran dalam perencanaan perbaikan OEE, *management* dan pengambilan keputusan
2. Panduan implementasi perbaikan OEE secara sistematis
3. Penutup gap antara pengukuran OEE dan praktik implementasi dengan jangka waktu yang sudah di tentukan

Metode *SMED* bermanfaat terhadap penurunan waktu *setup*, persiapan, peningkatan kapasitas dan investasi biaya yang rendah dan menjadi ide untuk penerapan sistem *lean manufacturing* (Ribeiro et al., 2019). Penerapan *SMED* dengan proses set up dapat selesai dalam 10 menit. Shingo membagi waktu *setup* ke dalam dua kategori (Wang et al., 2019), yaitu 1) *Setup Internal*: *Setup* yang di lakukan saat mesin berhenti dan 2) *Setup External*: *Setup* yang di lakukan saat mesin proses operasi.

Di sisi lain mengurangi waktu *setup* memiliki 3 tujuan di antaranya (Singh & Singh, 2017):

1. Fleksibilitas: Permintaan pasar yang cepat untuk dapat menghasilkan ukuran lot lebih kecil dan ekonomis
2. Kapasitas *Bottleneck*: Meningkatkan kapasitas dengan mengurangi waktu *setup* sebagai alternatif investasi dan mengantisipasi jika permintaan pasar meningkat
3. Pengurangan biaya: Biaya langsung yang terkait dengan OEE atau efisiensi mesin

Tahapan penelitian diawali studi pendahuluan dan studi literatur relevan yang dapat memperkuat penelitian. Perumusan masalah di perusahaan dengan mengidentifikasi proses, *output*, *loss* dan lain-lain yang diperlukan. Menganalisa hasil OEE dan mencari akar masalah dengan analisis berdasarkan *Man, Material, Machine, Method & Environment*.

Data yang di perlukan dalam penelitian cukup kompleks, selain data sekunder diperlukan juga data primer. Salah satu data yang di butuhkan dengan mengidentifikasi *six big losses* untuk mengetahui nilai OEE. Indikasi terjadi penurunan nilai OEE harus di buktikan dengan menganalisa kinerja, ketersediaan dan kualitas dari produk tersebut. Menurut Nakajima (1988) definisi availability, performance dan quality adalah sebagai berikut:

Availability

availability merupakan *rasio* dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan, terhadap *loading time* (Firmansyah et al., 2015).

$$(\%) = \frac{\text{Operating Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (1)$$

Performance Rate

Performance merupakan komponen kedua dalam menghitung OEE perkalian dari *cycle time* dan total produksi terhadap aktual waktu produksi bersih (Bhade & Hegde, 2020)

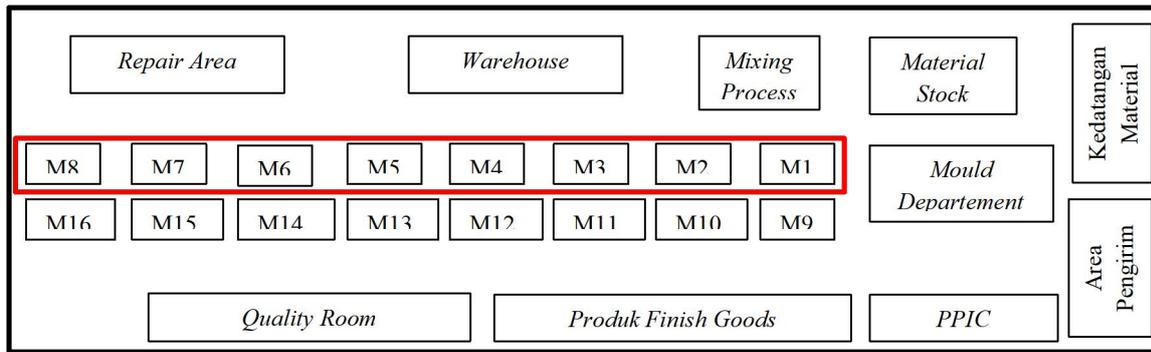
$$(\%) = \frac{\text{Ideal CT} \times \text{Total Quantity Produced}}{\text{Actual Operating Time}} \times 100\% \quad (2)$$

Quality Rate

Quality rate komponen ketiga perhitungan OEE, perbandingan jumlah produksi bersih atau yang sudah di kurangi dengan jumlah cacat dengan total produksi yang di hasilkan (Bhade & Hegde, 2020)

$$(\%) = \frac{\text{Total Quantity Produced} - \text{Total defect}}{\text{Total Quantity Produced}} \times 100\% \quad (3)$$

Penelitian ini melibatkan mesin 1 sampai mesin 8, namun di antara mesin-mesin tersebut akan diambil 1 mesin yang memiliki kinerja terendah sebagai obyek penelitian. Sebagai gambaran dalam proses produksi injection, berikut ditampilkan lay out proses produksi.



Gambar 2 Lay Out Proses Produksi Injection.

Proses produksi Injection ini merupakan proses produksi yang menghasilkan produk dari material jenis plastik. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas 4M dan 1E berpengaruh terhadap output yang di hasilkan, salah satu yang mempengaruhi adalah mesin. Pemakaian mesin secara terus menerus akan menurunkan kinerja dari mesin tersebut, sehingga perlu di lakukan evaluasi kembali. Selain itu faktor eksternal juga mempengaruhi efisiensi mesin, faktor-faktor tersebut berupa aktivitas yang tidak menghasilkan value. Aktivitas-aktivitas yang tidak menambah value berupa pemborosan atau loss. Secara umum loss tersebut dikategorikan six big losses dan di kelompokkan kedalam beberapa jenis, namun implementasi di lapangan bahwa setiap perusahaan dapat memiliki jenis loss yang berbeda-beda namun dengan kategori sama. Komponen dalam mencari nilai OEE yang termasuk losses pada produksi plastik Injection & komponen lain yang mempengaruhi OEE dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Loss Proses Injection

Loss	Definisi
Kerusakan	Kerusakan mesin lebih dari 10 menit <ul style="list-style-type: none"> • Mati listrik disebabkan kerusakan panel/internal • Kerusakan mesin • Memperbaiki Mould • Kerusakan pada oven material • Kerusakan robot
Persiapan/ Setting	Waktu yang digunakan untuk persiapan produksi <ul style="list-style-type: none"> • Pergantian Shift • Pemeriksaan Mesin • Re-Setting • Menunggu Heater • Operator belum siap
5S Ganti Mould / Material	5S dan <i>Cleaning Mould</i> Proses pergantian produksi dengan jenis part yang berbeda <ul style="list-style-type: none"> • Proses pergantian Mould • Proses pergantian jenis material
Berhenti Sesaat	Mesin berhenti di bawah 10 menit
Penurunan Kecepatan	Penurunan kecepatan di bawah kecepatan normal mesin beroperasi <ul style="list-style-type: none"> • Material habis • Material & Perlengkapan produksi

Setiap industri dengan bermacam-macam bidang memiliki jenis losses yang berbeda, produksi plastik *Injection* memiliki losses yang sama dengan produksi perusahaan lain di bidang yang sama karena memiliki kesamaan mesin dan jenis proses. Jika perusahaan memiliki beberapa loss yang sama, namun untuk target *OEE* akan berbeda satu dengan yang lain karena kemampuan mesin berbeda. Dalam penelitian ini, hasil produksi plastik injection diindikasikan tidak sesuai ekspektasi sehingga tidak mencapai *KPI*/target yang sudah ditetapkan karena delivery produk ke konsumen tidak mencapai target dan beberapa indikasi lain, sementara terlihat proses *setup* memakan waktu yang cukup lama.

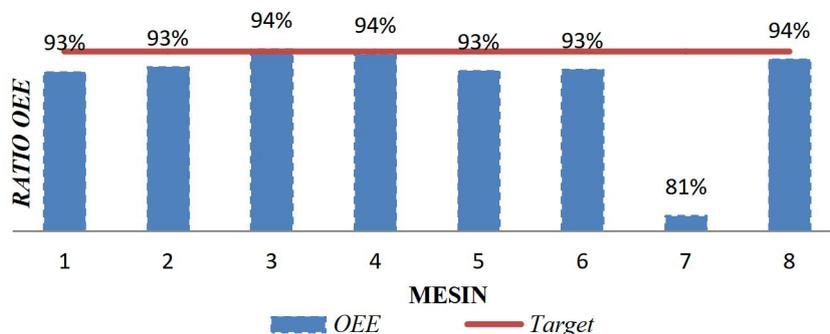
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan karena indikasi terjadinya penurunan *OEE* dalam beberapa bulan. Asumsi penyebab penurunan efisiensi mesin/*OEE* dikarenakan berdasarkan data sekunder proses *setup* memakan waktu cukup lama namun produktivitas dan kinerja mesin menurun. Proses *setup* awal kerja atau pergantian *mould/material* menjadi salah satu indikasi penurunan nilai *OEE*, untuk memastikan penyebab *OEE* menurun diperlukan analisis mendalam untuk mencari akar masalah dan melakukan tindakan perbaikan. Data-data yang berkaitan dengan kinerja mesin dikumpulkan untuk memastikan penyebab terjadinya penurunan efisiensi/ penurunan *OEE*. Selain data sekunder, data primer diperlukan jika berkaitan dengan waktu *setup*. Langkah awal adalah dengan menghitung nilai *OEE* berdasarkan data *six big losses*, untuk memperoleh nilai *OEE* diperlukan data *loss injection*, jam kerja total dan jam kerja bersih selama 6 bulan. Hasil dari perhitungan *loss* dan jam kerja diperoleh nilai *availability*, *performance* dan *quality*, ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Availability, Performance, Quality dan OEE

Mesin	Availability	Performance	Quality	OEE
1	95,0%	99,8%	97,7%	92,6%
2	94,8%	99,8%	98,3%	93,0%
3	95,5%	99,8%	99,0%	94,4%
4	95,4%	99,7%	98,8%	94,0%
5	94,7%	99,4%	98,5%	92,7%
6	95,0%	99,6%	98,1%	92,8%
7	90,0%	95,0%	95,0%	81,2%
8	95,3%	99,2%	99,0%	93,6%
Rata-rata	94,5%	99,0%	98,1%	91,8%

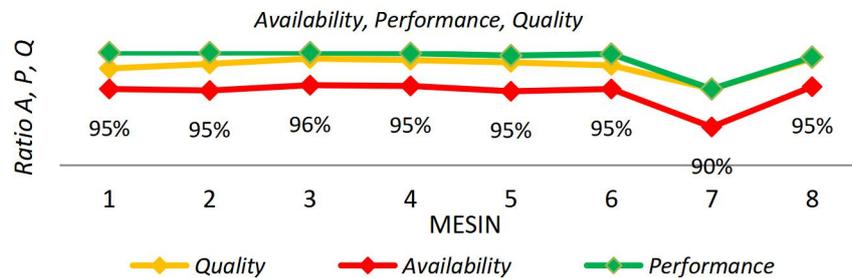
Jika dilihat dari rata-rata mesin 1 - mesin 8, nilai *availability* sebesar 94,5%, *performance* 99% dan *quality* sebesar 98,1% dari ketiga komponen tersebut menghasilkan nilai *OEE* sebesar 91,8%.



Gambar 3 Grafik OEE.

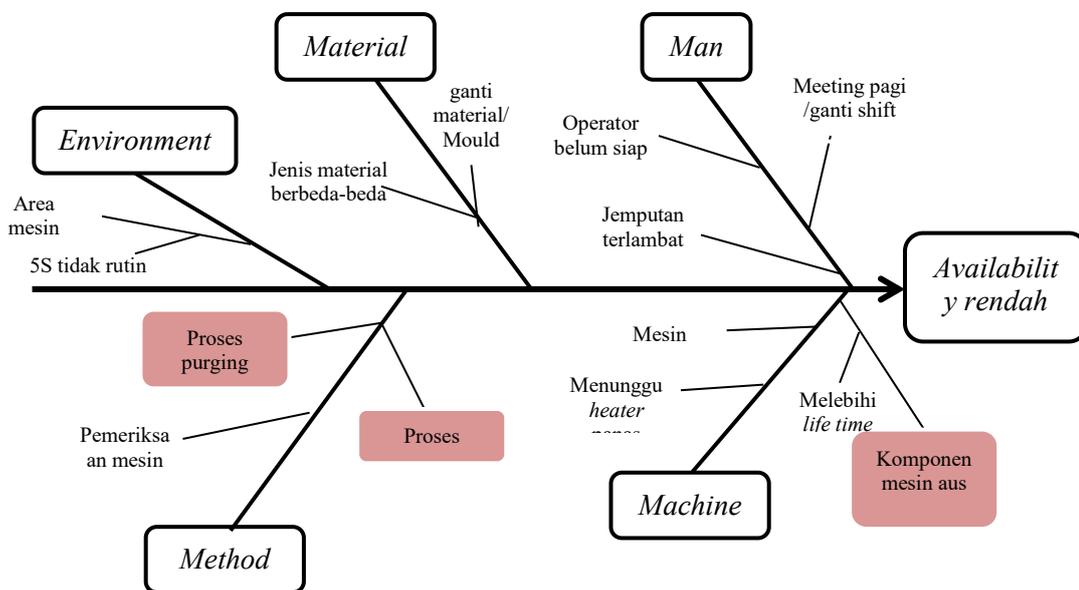
Peningkatan efisiensi mesin atau *OEE* dapat diartikan sebagai peningkatan produktivitas. Target yang sudah ditetapkan oleh perusahaan belum tercapai sebesar 94%. Jika dilihat dari Gambar 3

semua mesin *OEE* belum ada yang mencapai target, untuk perbaikan dibutuhkan waktu yang cukup lama. Jika dibandingkan dengan mesin lain mesin 7 nilai *OEE* terendah hanya sebesar 81%. Untuk mengetahui penyebab *OEE* rendah perlu dilakukan analisa, dengan menampilkan grafik komponen yang mempengaruhi *OEE* dapat dikerucutkan kembali untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 4 Grafik Availability, Performance dan Quality.

Tampak pada Gambar 4 di atas, nilai *performance* rata-rata tertinggi dan di antara 8 mesin, *availability* pada mesin 7 paling rendah dibandingkan dengan mesin lain. Hasil analisis perhitungan semua komponen yang menghasilkan *OEE*, *availability* mesin 7 hanya 90% paling rendah dibandingkan dengan mesin lain. Analisis dilakukan pada mesin 7 untuk mengetahui penyebab rendahnya nilai *availability*. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi *availability* adalah kerusakan mesin karena terjadi lebih dari 10 menit dan beberapa jenis *loss* di perusahaan tersebut. Beberapa kategori kerusakan mesin di proses produksi *Injection* di antaranya ketika mati listrik disebabkan oleh panel atau dari *internal*, kerusakan mesin dan perbaikan *mould* sedangkan beberapa *loss* menyebabkan *availability* rendah dijabarkan dalam diagram tulang ikan.



Gambar 5 Diagram Tulang Ikan.

Hasil analisis dengan metode *4M* dan *1E* dengan diagram tulang ikan, diketahui akar masalah rendahnya *availability*/ketersediaan waktu disebabkan oleh proses *purging*, proses *setup*, komponen mesin aus. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *purging* terlalu lama disebabkan karena proses tidak lancar berkaitan dengan komponen mesin yang sudah aus dan hanya dilakukan perbaikan sementara. Proses *setup* memakan waktu yang lama, karena alur prosesnya tidak efektif.

Tabel 3 Waktu Setup Mesin 1-Mesin 8

Mesin	Bulan					
	1	2	3	4	5	6
1	24	20	20	18	19	20
2	24	23	22	20	21	20
3	22	19	23	19	20	23
4	20	20	23	20	20	22
5	25	24	22	21	23	23
6	25	23	21	20	19	27
7	26	28	20	20	23	23
8	28	25	24	24	20	24

Waktu yang diperlukan untuk *setup* masih beragam dan cukup tinggi, untuk memperbaiki proses yang mempengaruhi hasil diperlukan beberapa kali perbaikan sampai ditemukan solusinya. Proses *setup* untuk menghasilkan waktu yang sesuai dibutuhkan waktu kurang lebih 6 bulan.

Tabel 4 Rata-rata *setup*

Mesin	1	2	3	4
Waktu (Menit)	20,2	21,7	21,0	20,8
Mesin	5	6	7	8
Waktu (Menit)	23,0	22,5	25,0	23,7

Selain karena kerusakan mesin, faktor lain juga mempengaruhi efisiensi mesin, dilihat dari Tabel 4 proses *setup* saat ini waktu yang diperlukan untuk satu kali proses *setup* cukup tinggi.

Tabel 5 Analisis *Setup* 1 (saat ini)

No	Proses	Durasi (Menit)	Tipe Proses
1	Memundurkan <i>Nozzle</i> dan <i>stop</i> mesin	2	<i>Internal</i>
2	Memasang <i>Crane</i>	1	<i>Internal</i>
3	Membuka <i>Clamp Mould</i>	2	<i>Internal</i>
4	Mengeluarkan dan memasukan <i>Mould</i>	5	<i>Internal</i>
5	Memasang baut <i>Clamp</i>	2	<i>Internal</i>
6	Melepas <i>Crane</i>	1	<i>Internal</i>
7	Melakukan <i>Purging</i>	10	<i>Internal</i>
8	Merapihkan Peralatan	2	<i>Internal</i>
Total Waktu		25	

Proses *purging* paling lama dilakukan di antara urutan proses *setup*, kendala yang dialami karena mesin yang sering bermasalah juga ada indikasi alur proses *setup* yang belum tepat.

Tabel 6 Analisis *Setup* 2 (saat ini)

No	Proses	Durasi (Menit)	Tipe Proses
1	Meletakkan posisi <i>crane</i> di atas mesin	2	<i>Eksternal</i>
2	Melepas <i>cooling LS, hot runner</i>	1	<i>Internal</i>
3	Membuka <i>Clamp Mould</i>	2	<i>Internal</i>
4	Melepas dan memasang robot	4	<i>Internal</i>
5	Memasang baut <i>Clamp</i>	2	<i>Internal</i>
6	Memasang <i>cooling LS, hot runner</i>	1	<i>Internal</i>
7	Merapihkan alat kerja	2	<i>Eksternal</i>
Total Waktu		14	

Jika dilihat dari rata-rata proses *setup* terlihat bahwa untuk sekali proses melakukan *setup* membutuhkan waktu yang cukup lama. Faktor yang mempengaruhi proses *setup* selain karena banyak *loss* yang terjadi pada setiap proses, faktor lain juga sangat mempengaruhi waktu proses *setup*. Kerusakan komponen berpengaruh terhadap pencapaian *OEE* sehingga berdampak terhadap rendahnya efisiensi mesin. Pada bagian mesin yang mengalami kebocoran/kerusakan mengganggu proses *setup*. Penyebab dari kebocoran karena karet yang digunakan sudah aus sehingga *coupler* tidak *flat*, hal tersebut karena kelalaian operator yang tidak konsisten memeriksa bagian tersebut.



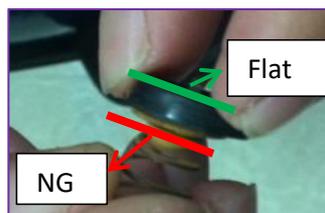
Gambar 6 Mesin Injection.

Komponen mesin *injection* berpengaruh terhadap proses *setup* dan pencapaian hasil produksi, salah satu yang mempengaruhi proses *setup* adalah ketika pemasangan *cooling* membutuhkan waktu lebih dari 5 menit. Setelah diperiksa dan analisis, terlihat bahwa *coupler* sudah rusak sehingga menyebabkan kebocoran



Gambar 7 Coupler Aus.

Pada saat memasang *coupler* posisi sudah tidak *flat*, sehingga hasil pemasangan terlihat renggang mengakibatkan terjadi kebocoran.



Gambar 8 Posisi Coupler Flat & NG.

Untuk memperoleh waktu *setup* yang diinginkan, pemborosan/*loss time* berkurang dan beberapa kegiatan yang tidak memiliki *value*/tidak berpengaruh terhadap proses perlu dihilangkan, sehingga mampu meningkatkan nilai *OEE*. Aktivitas perbaikan menjadi investasi sebuah perusahaan, karena dampak dari proses tersebut bersifat jangka panjang dan memiliki implikasi positif terhadap bisnis suatu perusahaan. Setiap permasalahan di perusahaan merupakan *waste* atau *loss*, waktu yang terbuang dan tidak memiliki nilai tambah. Salah satu masalah yang sedang dihadapi oleh perusahaan *injection* plastik untuk komponen automotive adalah rendahnya nilai *OEE* pada mesin 7, setelah dianalisa faktor *setup* yang cukup lama menyebabkan banyak terjadinya *loss*.

Tabel 7 Perbaikan *Setup* 1 ganti material

No	Proses	Durasi (Menit)	Type Proses
1	Memundurkan <i>Nozzle</i> dan <i>stop</i> mesin	2	<i>Internal</i>
2	Memasang <i>Crane</i>	1	<i>Internal</i>
3	Membuka <i>Clamp Mould</i>	2	<i>Internal</i>
4	Mengeluarkan dan memasukan <i>Mould</i>	5	<i>Internal</i>
5	Memasang baut <i>Clamp</i>	2	<i>Internal</i>
6	Melepas <i>Crane</i>	1	<i>Internal</i>
7	Melakukan <i>Purging</i>	7	<i>Internal</i>
8	Merapihkan peralatan	2	<i>Internal</i>
Total Waktu		22	

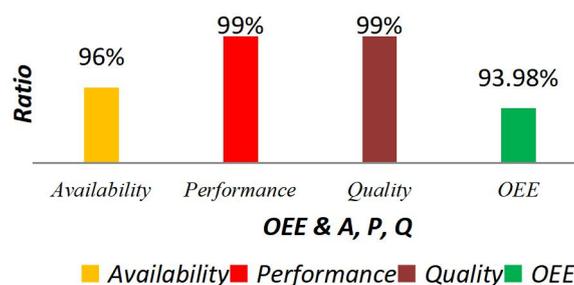
Tabel 8 Perbaikan *Setup* 2 ganti material

No	Proses	Durasi (Menit)	Type Proses
1	Meletakkan posisi <i>crane</i> di atas mesin	2	<i>Eksternal</i>
2	Melepas <i>cooling LS, hot runner</i>	1	<i>Internal</i>
3	Membuka <i>Clamp Mould</i>	2	<i>Internal</i>
4	Melepas dan memasang robot	3	<i>Internal</i>
5	Melakukan <i>Purging</i>	3	<i>Internal</i>
6	Memasang baut <i>clamp</i>	2	<i>Internal</i>
7	Memasang <i>cooling LS, hot runner</i>	1	<i>Internal</i>
8	Merapihkan alat kerja	2	<i>Eksternal</i>
Total Waktu		16	

Jika dibandingkan dengan uji coba *setup* 1, proses *setup* yang kedua waktu yang dibutuhkan berkurang 3 menit. Jika waktu tersebut diterapkan sebagai standar maka pencapaian *OEE* masih rendah. Perlu dilakukan kembali proses uji coba 3 dengan urutan proses yang berbeda dari sebelumnya. Ada 6 faktor dalam peningkatan produktivitas yang perlu diperhatikan di antaranya (Andersson & Bellgran, 2015)

1. Pelatihan dengan menyamakan persepsi mengenai definisi, teknik pengumpulan data, dan batasan.
2. KPI sebagai patokan, menjadi dasar dalam perhitungan data dan ditunjang dengan perhitungan menggunakan program maupun *check sheet* serta pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi penyebab potensial gangguan proses produksi.
3. Keterlibatan karyawan yang berkompeten dalam *improvement* untuk meningkatkan produktivitas.
4. Pendekatan mulai dari *OEE* dilanjutkan dengan meningkatkan produktivitas dan menumbuhkan kesadaran kepada seluruh organisasi, karyawan tentang cara perbaikan yang benar.
5. Mengukur KPI tanpa menambahkan pendekatan secara terstruktur dalam perbaikan untuk meningkatkan rasio pengambilan keputusan.
6. Menambah parameter biaya dalam peningkatan perbaikan untuk dianalisis akibat dari aktivitas perbaikan untuk memprioritaskan aktivitas sebagai target.

Hasil perbaikan proses *setup* menunjukkan kenaikan *OEE*, *Quality*, *performance* dan *availability*, seperti dalam Gambar 9.

**Gambar 9** Kinerja Mesin 7.

Peningkatan setelah perbaikan dengan analisa SMED menunjukkan bahwa SMED merupakan salah satu alat perbaikan yang efektif terkait dengan rendahnya *availability* pada mesin.

4. Kesimpulan

Rata-rata nilai OEE keseluruhan mesin sebesar 91,8%, nilai *availability* 94,5%, *performance* 99%, *quality* 98,1%. OEE mesin 7 terendah hanya sebesar 81% dari target yang ditetapkan perusahaan sebesar 94%. Faktor yang mempengaruhi OEE rendah karena nilai *availability* rendah jika dibandingkan dengan *performance* dan *quality*. Faktor – faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai *availability* karena kerusakan mesin lebih dari 10 menit. Analisis lebih spesifik dilakukan dengan menggunakan diagram tulang ikan, hasil dari analisis diketahui akar masalah yang menjadi penyebab OEE dan nilai *availability* rendah karena faktor mesin dan metode.

Faktor mesin karena terdapat komponen yang sudah aus tetapi tidak segera diganti, hanya di perbaiki sementara, sehingga pada saat proses *setup* maupun proses produksi mesin sering mengalami masalah. Hasil yang diperoleh dengan perbaikan metode SMED waktu yang dibutuhkan untuk proses *setup* menurun sebesar 36% dari sebelumnya 25 menit menjadi 16 menit dengan target sebesar 14 menit. Setelah proses perbaikan pada mesin 7 secara keseluruhan, mencari akar masalah dengan diagram tulang ikan diketahui faktor yang berpengaruh terhadap proses *setup* adalah metode dan mesin. Hasil perbaikan dengan analisis SMED mampu meningkatkan *availability* sebesar 96%, *performance* meningkat sebesar 99% dan *quality* menunjukkan peningkatan sebesar 99%, sedangkan efisiensi mesin meningkat sebesar 93,98%.

Referensi

- Andersson, C., & Bellgran, M. (2015). On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. *Journal of Manufacturing Systems*, 35, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.12.003>
- Arevalo-Barrera, B. C., Parreno-Marcos, F. E., Quiroz-Flores, J. C., & Alvarez-Merino, J. C. (2019). Waste Reduction Using Lean Manufacturing Tools: A Case in the Manufacturing of Bricks. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 1285–1289. <https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978508>
- Bhade, S., & Hegde, S. (2020). Improvement of Overall Equipment Efficiency of Machine by SMED. *Materials Today: Proceedings*, 24, 463–472. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.298>
- Buehlmann, U., & Kucuk, E. (2019). SMED in the North American Secondary Wood Products Industry. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2019-Decem*, 671–674. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607296>
- Cakmakci, M., & Demirel-Ortabas, N. (2019). Performance measurement of SMED improved plastic injection molding production by using process capability analysis for attribute data. In *Lecture Notes in Mechanical Engineering* (Vol. 2). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18789-7_17
- Carrizo-Moreira, A. (2014). Lean Manufacturing in the Developing World. In J. L. García-Alcaraz, A. A. Maldonado-Macías, & G. Cortes-Robles (Eds.), *Single Minute Exchange of Die and Organizational Innovation in Seven Small and Medium-Sized Firms* (Vol. 9783319049, Issue October). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-04951-9>
- Cheah, C.K., Prakash, J., & Ong, K.S. (2020). An integrated OEE framework for structured productivity improvement in a semiconductor manufacturing facility. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(5), 1081–1105. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2019-0176>
- da Silva, I. B., & Godinho Filho, M. (2019). Single-minute exchange of die (SMED): a state-of-the-art literature review. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9–12), 4289–4307. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03484-w>
- Firmansyah, M.M., Susanty, A., & Puspitasari, D. (2015). Analisis Overall Equipment Effectiveness dan Six Big Losses pada Mesin Pencelupan Benang (Studi Kasus PT. Pismatex Textile Industry). *Industrial Engineering Online Journal*, 4(4).

- Karam, A. A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22, 886–892. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.125>
- Kochańska, J., & Burduk, A. (2019). Rationalization of retooling process with use of SMED and simulation tools. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 854, 303–312. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99993-7_27
- Lozano, J., Saenz-Díez, J. C., Martínez, E., Jiménez, E., & Blanco, J. (2019). Centerline-SMED integration for machine changeovers improvement in food industry. *Production Planning and Control*, 30(9), 764–778. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1582110>
- Mulyana, A. & Hasibuan, S. (2017). Implementasi Single Minute Exchange of Dies (SMED) Untuk Optimasi Waktu *Changeover* Model Pada Produksi Panel Telekomunikasi. *SINERGI*, Vol. 21, No. 2, pp. 107-114 DOAJ:doaj.org/toc/2460-1217 DOI:doi.org/10.22441/sinergi.2017.2.005
- Pellegrini, S., Shetty, D., & Manzione, L. (2012). Study and implementation of single minute exchange of die (SMED) methodology in a setup reduction kaizen. *3rd 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 3-6 July 2012, 2353–2363.
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Pomorski, T. R. (2004). Total Productive Maintenance Concepts and Literature Review. *Brooks Automation, Inc.*, 1-110. <http://zoomin.idt.mdh.se/course/KPP202/HT2010/Le12ASn101012/Pomorski2004.pdf>
- Poves-Calderno, I. G., Ramirez-Mendoza, J. A., Nunez-Ponce, V. H., & Alvarez-Merino, J. C. (2019). Application of Lean Manufacturing Techniques in a Peruvian Plastic Company. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 546–550. <https://doi.org/10.1109/IEEM44572.2019.8978813>
- Prasetyo, Y. T., & Veroya, F. C. (2020). An Application of Overall Equipment Effectiveness (OEE) for Minimizing the Bottleneck Process in Semiconductor Industry. *2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2020*, 3, 345–349. <https://doi.org/10.1109/ICIEA49774.2020.9101925>
- Pratiwi, I. (2019). Usulan Penerapan Total Productive Maintenance pada Mesin Turbin Gas. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 18(1), 37. <https://doi.org/10.25077/josi.v18.n1.p37-47.2019>
- Rasib, A. H. A., Ebrahim, Z., Abdullah, R., & Rafeai, Z. F. M. (2019). Improvement of Overall Equipment Effectiveness through Application of Single-Minute Exchange of Die in Automotive Manufacturing. *Test Engineering and Management*, 81(3650), 3650–3659.
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Ribeiro, R. B., Souza, J. De, Beluco, A., Biehl, L. V., Braz Medeiros, J. L., Sporket, F., Rossini, E. G., & Amaral, F. A. D. Do. (2019). Application of the single-minute exchange of die system to the CNC sector of a shoe mold company. *Cogent Engineering*, 6(1), 1–11. <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1606376>
- Silva, A., Sá, J. C., Santos, G., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Pereira, M. T. (2020). Implementation of SMED in a cutting line. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1355–1362. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.189>
- Stuglik, J., Gródek-Szostak, Z., & Kajrunajtys, D. (2019). The use of the SMED method in improvement of production enterprises. *E3S Web of Conferences*, 132. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913201022>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97(2), 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Vieira, A. M., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Pereira, T. (2020). SMED methodology applied to the deep drawing process in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1416–1422. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.197>

- Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M. P., Santos, G., Félix, M. J., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Pereira, M. T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38(Faim 2019), 892–899. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.171>
- Wang, S. S., Chiou, C. C., & Luong, H. T. (2019). Application of SMED Methodology and Scheduling in High-Mix Low Volume Production Model to Reduce Setup Time: A Case of S Company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 598(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012058>
- Yazıcı, K., Gökler, S. H., & Boran, S. (2020). An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time. *Journal of Intelligent Manufacturing*. <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01675-x>