

Penerapan Konsep *Lean Manufacturing* Pada Proses Produksi Protector Coil Dengan Pendekatan *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

Evi Febianti, Kulsum Kulsum, Melwita Delfi Anggraeni, Shanti Kirana Anggraeni, Muhammad Adha Ilhami, Ratna Ekawati, Nuraida Wahyuni, Anting Wulandari

Departemen Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

INFORMASI

Informasi artikel:
 Disubmit 9 Oktober 2023
 Direvisi 22 Oktober 2023
 Diterima 8 November 2023
 Tersedia online 26 November 2023

Kata Kunci:
Lean Manufacturing
 Pemborosan
 SMED
 PCE

ABSTRAK

PT XYZ merupakan perusahaan pelaksana konstruksi dengan salah satu produknya adalah pelindung (*protector*) untuk *coil*. Pelindung *coil* yang diproduksi terdapat dua jenis yaitu pelindung bagian dalam *coil* (*Inner Corner Protection*) dan pelindung bagian luar *coil* (*Outer Corner Protection*). Dalam proses produksi terdapat banyak pemborosan (*waste*) pada saat pembuatan produk *protector coil* diantaranya yaitu waktu set up pada setiap stasiun kerja, waktu set up pada mesin, adanya stasiun pemeriksaan sebanyak 2 kali yaitu stasiun pemeriksaan bahan baku dan stasiun pemeriksaan pada produk *protector coil* yang sudah jadi. Penelitian ini menggunakan konsep *lean manufacturing* dengan pendekatan SMED (*Single Minute Exchange of Die*). Penelitian dilakukan dengan menyebarkan kuisioner *seven waste* serta *brainstorming*. Tujuan penelitian ini adalah menentukan pemborosan yang paling dominan pada proses produksi *protector coil*, mencari perbandingan nilai PCE pada *current* dan *future state*, dan menentukan waktu *set up* optimal proses produksi *protector coil* menggunakan SMED. Hasil penelitian ini menunjukkan pemborosan (*waste*) yang berpengaruh yaitu *waiting* sebesar 23,57%. Hasil perbandingan nilai PCE *current state* produk *inner corner protection* sebesar 44,22% dan *future state* sebesar 56,73%. PCE produk *inner corner protection* mengalami peningkatan sebesar 12,51%, sedangkan pada produk *outer corner protection* mengalami peningkatan sebesar 12,29%. Hasil waktu *set up* optimal pada proses produksi *inner corner protection* menggunakan SMED sebesar 874 detik, sedangkan pada produk *outer corner protection* sebesar 917 detik.

Journal of Systems Engineering and Management is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA).



1. Pendahuluan

Persaingan dalam dunia industri saat ini sangat ketat sehingga memacu perusahaan untuk memiliki keunggulan kompetitif yaitu kualitas (*quality*), harga (*cost*), ketepatan waktu pengiriman (*delivery time*), dan fleksibilitas (*flexibility*) [1], [2]. Salah satu mekanisme yang menjadi ciri dewasa ini adalah tekanan perdagangan yang kompetitif dimana setiap perusahaan dituntut untuk meningkatkan keunggulan kompetitif agar dapat memenangkan persaingan yang terjadi. Peningkatan keunggulan ini dilakukan dengan salah satu caranya adalah meminimasi pemborosan (*waste*) [3].

Jenis pemborosan yang diperhatikan pada konsep *Lean Manufacturing* (LM) adalah transportasi, persediaan, gerakan yang tidak efektif, waktu tunggu, produksi yang berlebihan, proses yang berlebihan, adanya produk cacat, dan kreativitas karyawan yang tidak digunakan [4]. Untuk mencegah terjadinya pemborosan, maka dilakukan dengan banyak cara, salah satunya ialah dengan mengacu pada pendekatan LM, seperti *line balancing*, *concurrent engineering*, *cellular manufacturing*, *process layout*, *5S*, *Single Minute Exchange of Dies* (SMED), *Total Quality Management* (TQM), *Total Productive Maintenance* (TPM), dan *Autonomation* [5], [6], [7].

PT XYZ adalah perusahaan yang memproduksi pelindung (*protector*) untuk *coil*. Pelindung *coil* yang di produksi oleh PT XYZ terdapat dua jenis yaitu pelindung bagian dalam *coil* (*Inner Corner Protection*) dan pelindung bagian luar *coil* (*Outer Corner Protection*). Pelindung *coil* bagian luar yang diproduksi berukuran 850 mm x 0,6 mm sampai dengan 1550 mm x 0,6 mm sedangkan ukuran pelindung *coil* bagian dalam adalah 508 mm x 1,2 mm dan 610 mm x 1,2 mm. Bahan Baku yang digunakan pada pelindung bagian dalam *coil* (*Inner Corner Protection*) yaitu berasal dari bahan *Galvanil* sedangkan bahan baku yang digunakan pada pelindung luar *coil* (*Outer Corner Protection*) yaitu berasal dari bahan *Zincalume*. PT XYZ merupakan perusahaan satu-satunya yang memproduksi produk *protector coil* di daerah Cilegon Banten. PT XYZ menerapkan sistem *make to order*, dimana pada setiap minggunya memproduksi produk *protector coil* sesuai dengan permintaan konsumen.

Pada proses produksi produk *protector coil* memiliki beberapa kegiatan/aktivitas pemborosan yang tidak memiliki nilai tambah (*non value added*) diantaranya yaitu waktu *set up* pada setiap stasiun kerja, waktu *set up* mesin, adanya pemeriksaan sebanyak 2 kali yaitu stasiun pemeriksaan bahan

¹Penulis korepondensi

alamat e-mail: evi@untirta.ac.id

<http://dx.doi.org/10.36055/joseam.v2i2.22224>

baku dan stasiun pemeriksaan produk jadi. Pembuatan produk *protector coil* memiliki 7 stasiun kerja yaitu *warehouse*, stasiun pemeriksaan, stasiun penggulangan, stasiun pencetakan, stasiun pemeriksaan, stasiun pembungkusan, *storage*. Waktu pengerjaan pada proses pembuatan produk pelindung *coil* bagian dalam (*inner corner protection*) memakan waktu selama 3824 detik sebanyak 37 kegiatan pada 7 stasiun kerja. Sedangkan waktu pengerjaan pada proses pembuatan produk pelindung *coil* bagian luar (*outer corner protection*) memakan waktu selama 3991 detik sebanyak 37 kegiatan pada 7 stasiun kerja. Proses pengerjaan pelindung *coil* bagian luar (*outer corner protection*) memakan waktu lebih lama karena memiliki ukuran diameter yang lebih besar dan melakukan proses penekukan untuk membentuk permukaan yang bergerigi pada produk pelindung *coil* bagian luar (*outer corner protection*).

Berdasarkan permasalahan diatas maka proses produksi yang dilakukan di PT XYZ menjadi kurang efektif dan produktif. Oleh karena itu, untuk meningkatkan produktivitas perusahaan sebaiknya mengetahui kegiatan yang memberikan nilai tambah (*value added*) dan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) sehingga dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses pada saat memproduksi produk *protector coil*. Dengan memperhatikan hal tersebut maka metode yang tepat untuk mengidentifikasi guna mengurangi pemborosan yaitu dengan menggunakan *Lean Manufacturing* dengan pendekatan metode SMED (*Single Minute Exchange of Die*) guna mengurangi waktu *set up* yang terjadi pada proses pembuatan produk *protector coil*.

Konsep *lean* adalah sekumpulan peralatan dan metode yang dirancang untuk mengeliminasi pemborosan, mengurangi waktu tunggu, memperbaiki performance, dan mengurangi biaya [8]. *Lean* mengkaji aliran pekerjaan atau tugas dari mulai perancangan sampai dengan produk diterima konsumen agar dapat berjalan lancar dan tidak mengalami pemberhentian atau pengembalian yang disebabkan karena cacat atau *waste* [9], [10]. Tujuan dari penerapan *lean* adalah untuk meningkatkan kualitas, meningkatkan produktivitas, meningkatkan kemampuan memperoleh keuntungan/profit, dan meningkatkan daya saing pasar. Secara umum terdapat 7 jenis pemborosan yang ada. Pemborosan yang dimaksud adalah *overproduction*, *waiting time*, *transportation*, *processes*, *inventories*, *motion*, dan *defect* [8], [11].

Salah satu pendekatan yang dapat diupayakan dalam mereduksi waktu *setup* mesin adalah dengan metode SMED (*Single Minute of Exchange Die*). Metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) yang diperkenalkan oleh Shingo (1960) merupakan strategi untuk mempercepat waktu *setup* pergantian produk [12], [13]. Dengan menerapkan metode SMED perusahaan akan mampu meningkatkan kemampuan keuangan perusahaan dengan cara mempercepat waktu *set up* yang mengakibatkan efisiensi pada jumlah operator atau dengan meningkatkan jumlah produksi produk, pada metode ini termasuk dalam konsep *Lean Manufacturing* [14], [12].

Dalam penelitian ini dilakukan pendekatan *lean* yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan pada proses produksi *protector coil*, sehingga *output* yang dihasilkan lebih optimal dan mengalami peningkatan. Pada konsep pendekatan *lean* maka diperlukan klasifikasi identifikasi pemborosan yang berfungsi untuk

mengetahui mana sajakah aktivitas yang termasuk kedalam *value added*, *non value added* dan *necessary but non value added*. Setelah dilakukan berdasarkan klasifikasi diatas maka dihilangkan beberapa aktivitas yang tidak diperlukan. Setelah diterapkan konsep *lean manufacturing*, maka dilakukan pengurangan waktu *set up* dengan menggunakan metode SMED (*single minute exchange of die*) dengan cara mengidentifikasi kegiatan eksternal dan kegiatan internal pada proses pembuatan produk *protector coil*.

Pada penelitian sebelumnya yang bertema *lean manufacturing* diteliti oleh [15] membahas tentang penerapan *lean manufacturing* untuk mereduksi *waste* pada produksi *spare part screw spindle set*. Dalam penelitian lainnya membahas tentang perbaikan waktu *set-up* dengan menggunakan metode *smed* pada mesin *filling krim* [6].

Pada penelitian ini, akan dilakukan identifikasi pemborosan yang paling dominan dengan pendekatan *lean manufacturing* lalu mencari aktivitas yang dapat memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah setelah itu dihitung presentase perbandingan PCE (*Process Cycle Efficiency*) antara *current state* dengan *future state*. Setelah dilakukan proses diatas maka dilakukan pengurangan waktu *set up* agar lebih mengefisiensi waktu proses produksi dengan menggunakan metode SMED (*Single Minute Exchange of Die*).

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dimulai dengan melakukan pengamatan proses produksi produk *protector coil* yang dilakukan di PT XYZ untuk mengetahui permasalahan apa saja yang terjadi pada saat proses produksi pembuatan produk *protector coil* berlangsung. Setelah mengamati bagaimana proses produksi maka dapat dilakukan dengan penyebaran kuisioner 7 *waste* yang berfungsi untuk mengetahui katagori pemborosan nilai tertinggi pada proses produksi produk *protector coil*. Setelah diketahui katagori pemborosan tertinggi maka selanjutnya dilakukan pengidentifikasian aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) dan aktivitas yang memiliki nilai tambah (*value added*) pada proses produksi *protector coil*.

Setelah menemukan permasalahan yang ada pada proses produksi, selanjutnya dilakukan pengumpulan data berupa, waktu proses kegiatan, *waste workshop* produk *protector coil*, dan *layout workshop protector coil*. Setelah didapatkan hasil pengumpulan data kemudian dilakukan penyelesaian masalah menggunakan metode *lean manufacturing* dengan menggunakan tools VALSAT (*Value Stream Mapping*) yang dapat dihitung berdasarkan hasil kuisioner 7 pemborosan (*waste*) [9]. Setelah mengetahui hasil identifikasi pemborosan (*waste*) dari hasil VALSAT (*Value Stream Mapping*) yang sesuai yaitu menggunakan tools PAM (*Process Activity Mapping*) yang berguna untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang termasuk kedalam 3 katagori yaitu VA (*Value Added*), NVA (*Non Value Added*), NNVA (*Necessary non value added*) [16].

Setelah menentukan PAM maka dapat diketahui nilai *current state* PCE (*Process Cycle Efficiency*) dan *future state* PCE (*Process Cycle Efficiency*). Perbaikan yang dilakukan pada penelitian ini dengan cara mereduksi aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah dengan meminimasi waktu *set up* pada proses produksi produk *protector coil* dengan menggunakan

metode SMED (*Single Minute Exchange of Die*) dengan cara membedakan antara kegiatan eksternal dan kegiatan internal yang dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Penghitungan Waste Workshop

Berdasarkan hasil perhitungan *waste workshop* maka didapatkan nilai presentase terbesar pada proses produksi *inner corner protection* dan *outer corner protector* yaitu *waiting* sebesar 23,57% pada peringkat ke-1. Pada peringkat ke-2 yaitu *motion waste* sebesar 17,14%. Peringkat ke-3 yaitu *over processing waste* sebesar 15%. Peringkat ke-4 yaitu *trasportation waste* sebesar 12,86%. Peringkat ke-5 yaitu *over production waste* sebesar 11,43%. Peringkat ke-6 yaitu *inventory* sebesar 10,71%. Peringkat ke-7 yaitu *defect product waste* sebesar 9,29%. Pada hasil perhitungan *waste workshop* pada produk *inner corner protector* dan *outer corner protector* diasumsikan sama karena para pekerja dan urutan proses produksi pada kedua produk tersebut sama.

3.2. Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*) digunakan untuk pemilihan *tools* yang akan digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi lebih lanjut dengan cara mengalikan hasil pembobotan *waste* dengan faktor pengendali yang ada pada tabel VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*) [17]. Pembobotan

yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan kuesioner dengan skala *likert*, sehingga pengambilan keputusan serta dapat memberikan bobot berdasarkan analisis pandangan *expert* tentang faktor-faktor penting dalam menentukan skala prioritas pemborosan (*waste*) yang paling berpengaruh pada proses produksi tersebut. Berdasarkan hasil *tools* VALSAT didapatkan peringkat tertinggi yaitu *Process Activity Mapping* (PAM) dengan skor sebesar 254,5 sehingga *tools* yang digunakan untuk menganalisis *waste* yang teejadi pada proses produksi pada produk *inner corner protector* dan *outer corner protector* di PT XYZ adalah PAM (*Process Activity Mapping*). *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) tersaji pada Tabel 1.

3.3. Process Activity Mapping (PAM)

PAM (*Process Activity Mapping*) digunakan untuk mengetahui proposal dari kegiatan yang termasuk VA (*Value Added*), NNVA (*Necessary But Non-Value Adding Activities*) dan NVA (*Non Value Added*). Peta ini mampu mengidentifikasi adanya pemborosan pada *value stream* dan mengoptimalisasi proses agar lebih efisien dan efektif dengan cara simplifikasi, kombinasi ataupun eliminasi [17]. *Current state* dihasilkan dari kegiatan dan waktu pada saat kondisi awal perusahaan sedangkan *future state* digambarkan setelah adanya perbaikan hasil wawancara dan *brainstorming* dengan bagian yang menguasai produksi diperusahaan, ada beberapa kegiatan yang dikurangi dan dihilangkan.

Tabel 1.

Value Stream Analysis Tools (VALSAT)

<i>Waste</i>	<i>Avg.</i>	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
<i>Overproduction</i>	4	L	M		L	M	M	
		4	12		4	12	12	
<i>Waiting</i>	8,25	H	H	L		M	M	
		74,25	74,25	8,25		24,75	24,75	
<i>Transportation</i>	4,5	H						L
		40,5						4,5
<i>Defect</i>	3,25	L		H				
		3,25		29,25				
<i>Inventory</i>	3,75	M	H	M		H	M	L
		11,25	33,75	11,25		33,75	11,25	3,75
<i>Overprocessing</i>	5,25	H		M	L		L	
		47,25		15,75	5,25		5,25	
<i>Motion</i>	6	H	L					
		54	6					
Jumlah	35	234,5	126	64,5	9,25	70,5	53,25	8,25
Peringkat		1	2	4	6	3	5	7

Keterangan: PAM (*Process Activity Mapping*); SCRM (*Supply Chain Response Matrix*); PVF (*Production Variety Funnel*), QFM (*Quality Filter Mapping*); DAM (*Demand Amplification Mapping*), DPA (*Decision Point Analysis*), PS (*Physical Structure*)

Tabel 2.

Rekapitulasi *Current State* dan *Future State* *Process Activity Mapping* (PAM) Produk *Inner Corner Protector*

Katagori	<i>Current State</i>		<i>Future State</i>	
	Waktu (Detik)	% Waktu	Waktu (Detik)	%Waktu
VA	1691	44.22%	1331	56.73%
NNVA	828	21.65%	735	31.33%
NVA	1305	34.13%	280	11.94%
PCE	44,22 %		56,73%	
Total	3824		2346	

Tabel 3.Rekapitulasi *Current State* dan *Future State Process Activity Mapping* (PAM) Produk *Outer Corner Protector*

Kategori	<i>Current State</i>		<i>Future State</i>	
	Waktu (Detik)	% Waktu	Waktu (Detik)	%Waktu
VA	1770	44.35%	1403	56.23%
NNVA	842	34.55%	747	30.16%
NVA	1379	21.10%	327	13.20%
PCE		44,35 %		56,64%
Total	3991		2477	

Tabel 4.

Rekapitulasi Sebelum dan Sesudah Penerapan SMED

Perbaikan	Sebelum SMED (Detik)	Sesudah SMED (Detik)	Presentase
Waktu <i>Set Up Inner Corner Protector</i>	1581	874	45%
Waktu <i>Set Up Outer Corner Protector</i>	1684	917	42%

Kegiatan tersebut adalah kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah. Hasil rekapitulasi PAM (*Process Activity Mapping*) baik pada *Current state* maupun *Future state* untuk produksi *Inner Corner Protector* tersaji pada Tabel 2 sedangkan untuk produk *Outer Corner Protector* tersaji pada Tabel 3.

3.4. SMED (*Single Minute Exchange of Die*)

Hasil rekapan waktu *set up* proses produksi produk *inner corner protector* sebelum dilakukan SMED (*Single Minute Exchange of Die*) terdapat 17 kegiatan *set up* dengan memiliki 1576 detik kegiatan berdasarkan aktivitas internal dan 5 detik berdasarkan kegiatan eksternal.

Kemudian dilakukan pemisahan kegiatan internal dan eksternal pada proses produksi produk *inner corner protector* setelah dilakukan SMED (*Single Minute Exchange of Die*). Berdasarkan 17 kegiatan *set up* tersebut terdapat 874 detik kegiatan berdasarkan aktivitas internal dan 707 detik berdasarkan kegiatan eksternal tersaji pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 rekapitulasi pada produk *inner corner protector* sebelum dan sesudah penerapan metode SMED (*Single Minute Exchange of Die*) maka di dapatkan presentase penurunan waktu *set up* sebesar 45 % pada proses produksi produk *inner corner protector*.

Hasil rekapan waktu *set up* proses produksi produk *outer corner protector* sebelum dilakukan SMED (*Single Minute Exchange of Die*). Terdapat 17 kegiatan *set up* tersebut terdapat 1684 detik kegiatan berdasarkan aktivitas internal dan 5 detik berdasarkan kegiatan eksternal. Kemudian dilakukan pemisahan kegiatan internal dan eksternal pada proses produksi produk *outer corner protector* setelah dilakukan SMED (*Single Minute Exchange of Die*). Berdasarkan 17 kegiatan *set up* tersebut terdapat 917 detik kegiatan berdasarkan aktivitas internal dan 767 detik berdasarkan kegiatan eksternal tersaji pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 rekapitulasi pada produk *outer corner protector* sebelum dan sesudah penerapan metode SMED (*Single Minute Exchange of Die*) maka di dapatkan presentase penurunan waktu *set up* sebesar 42 % pada proses produksi produk *outer corner protector*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa pemborosan (*waste*) yang paling dominan yaitu *waiting* sebesar 23,57%. Hasil perbandingan nilai PCE *current state* produk *inner* sebesar 44,22% dan *future state* sebesar 56,73%. PCE produk *inner corner protector* mengalami peningkatan sebesar 12,51%, sedangkan pada produk *outer corner protector* mengalami peningkatan sebesar 12,29%. Hasil waktu *set up* optimal pada proses produksi *inner corner protector* menggunakan SMED sebesar 874 detik, sedangkan pada produk *outer corner protector* sebesar 917 detik.

Saran untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode lain dalam mengurangi waktu *setup* seperti *Quick Change Over* (QCO) yang merupakan *tool Lean* yang dapat digunakan untuk mengurangi jumlah waktu transisi yang dibutuhkan dalam suatu proses operasi.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

Referensi

- [1] M. S. A. Khannan and H. Haryono, "Analisis penerapan lean manufacturing untuk menghilangkan pemborosan di lini produksi PT Adi Satria Abadi," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 47-54, 2017, doi: 10.26593/jrsi.v4i1.1383.
- [2] M. Del Rocio Quesada Castro and J. G. A. Posada, "Implementation of lean manufacturing techniques in the bakery industry in Medellin," *Gest. e Prod.*, vol. 26, no. 2, 2019, doi: 10.1590/0104-530X-2505-19.
- [3] F. W. Hazmi, P. D. Karningsih, and H. Supriyanto, "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mereduksi waste di PT ARISU," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 135-140, 2012.
- [4] A. Ananthukrishna, "The effectiveness of implementing lean manufacturing techniques," *Int. J. Manag.*, vol. 10, no. 2, 2019, doi: 10.34218/IJM.10.2.2019/005.
- [5] F. Nurprihatin, C. Darvin, G. Karo-Karo, and D. Caesaron, "Implementasi Lean Manufacturing Pada Proses Produksi Untuk Mengurangi Pemborosan Persediaan," in *Pros. SNATIF ke-4 Tahun 2017*, 2017.
- [6] F. Nurhidayanto Arief and Z. Fitri Ikatrinasari, "Perbaikan Waktu Setup dengan Menggunakan Metode SMED pada Mesin Filling

- Krim," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [7] D. A. Maharani and I. Musfiroh, "Review: Penerapan Metode Single-Minute Exchange of Dies Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Kerja Di Industri Farmasi," *Maj. Farmasetika*, vol. 6, no. 3, 2021, doi: 10.24198/mfarmasetika.v6i3.34884.
- [8] A. P. Pradana, M. Chaeron, and M. S. A. Khanan, "Implementasi konsep lean manufacturing guna mengurangi pemborosan di lantai produksi," *OPSI*, 2018, doi: 10.31315/opsi.v11i1.2196.
- [9] E. Amrina, N. T. Putri, and D. M. Anjani, "Waste assessment using lean manufacturing in rubber production," 2019, doi: 10.1088/1757-899X/528/1/012051.
- [10] I. Leksic, N. Stefanic, and I. Veza, "The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction," *Adv. Prod. Eng. Manag.*, vol. 15, no. 1, 2020, doi: 10.14743/APEM2020.1.351.
- [11] P. Hines and N. Rich, "The seven value stream mapping tools," *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, vol. 17, no. 1, 1997, doi: 10.1108/01443579710157989.
- [12] R. Soesilo, M. Basuki, and M. J. Hidayat, "Minimasi waktu penggantian cetakan dengan pendekatan lean manufacture & single minute exchange of dies (SMED)," in *Simp. Nas. RAPI XVII*, 2018.
- [13] P. Rahayu, J. Supono, and N. Anisa, "Implementasi SMED: Perbaikan waktu changeover part pada line produksi seat di PT. Selamat Sempurna, Tbk," *J. Ind. Manuf.*, vol. 6, no. 2, 2021, doi: 10.31000/jim.v6i2.5006.
- [14] H. H. Azwir, N. C. Wijaya, and H. Oemar, "Implementasi metode single minute exchange of die untuk mengurangi waktu persiapan dan penyesuaian mold di industri polimer," *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 8, no. 2, 2021, doi: 10.24853/jisi.8.2.41-52.
- [15] E. Febianti, Y. Muharni, and K. Kulsum, "Penerapan lean manufacturing untuk mereduksi waste pada produksi spare part screw spindle set," *J. Ind. Serv.*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.36055/jiss.v7i1.12338.
- [16] N. Zahrotun and I. Taufiq, "Lean manufacturing: waste reduction using value stream mapping," 2018, doi: 10.1051/e3sconf/20187307010.
- [17] T. Ristyowati, A. Muhsin, and P. P. Nurani, "Minimasi waste pada aktivitas proses produksi dengan konsep lean manufacturing (Studi kasus di PT. Sport Glove Indonesia)," *J. OPSI*, vol. 10, no. 1, pp. 85–96, 2017.