Analisa dan Perbaikan Waktu *Set-up* Pergantian Cetakan dengan Metode *Single-Minute Exchange of Dies* (SMED) (Studi Kasus: PT. XYZ)

Edi Purnomo[1], Anindya Rachma Dwicahyani[2], dan Zain Lillahulhaq[3]
[1, 2]Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
[3]Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya Telp.(031) 5945043
E-mail: edy.coverinblood@gmail.com

ABSTRACT

All companies expect an effective and efficient production system, however challenges regarding imperfect production system is inevitable. In this study, we investigate a case of a plastic toy company at the injection department. We found out that there is a waste that occurs in mold replacement activities. Since many items are taking a long time to work, we improve the system by implementing the method of Single-minute Exchange of Diess (SMED), one concept in lean manufacturing. We aim to provide a more effective and efficient exchange of the mold replacement process so that machine downtime can be reduced. The results from this study shows that there is an improvement of 33.25% in set-up time, that we get through eliminating and reducing the time for replacement of the mold to 276 minutes, which previously took 400 minutes. This study concluded that SMED is effective to reduce machine set-up time and increase the efficiency of the production process. That way, implementing the SMED method actually helps the company to improve the time replacement of mold in the injection department.

Kata kunci: *injection, lean manufacturing, productivity, mold replacement, SMED*

ABSTRAK

Pada dasarnya, semua perusahaan mengharapkan proses produksi yang efektif dan efisien. Namun demikian, perusahaan yang sudah berjalan dengan sistem terbaikpun, akan merasakan tantangan terkait sistem produktivitas yang tidak sempurna. Pada penelitian ini, dilakukan analisa dan perbaikan waktu setup pada perusahaan manufaktur yang memproduksi mainan plastik. Penelitian dilakukan pada departemen *injection moulding*. Setelah dilakukan observasi, diketahui bahwa terdapat pemborosan yang terjadi pada aktivitas pergantian cetakan (*mold*). Dikarenakan tinggi variasi item yang diproduksi, maka proses pergantian cetakan memakan waktu yang cukup lama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dan memperbaiki waktu set-up pergantian cetakan menggunakan metode *Single-minute Exchange of Dies* (SMED), yang merupakan salah satu konsep pada sistem *lean manufacturing*. Melalui perbaikan yang dilakukan, diharapkan dapat terjadi perbaikan pada proses pergantian cetakan, sehingga dapat berjalan menjadi lebih efektif dan efisien, serta dapat mengendalikan *downtime* mesin. Hasil yang didapat melalui penelian ini yaitu terjadi penurunan waktu *set-up* sebesar 33,25% dengan mempersingkat waktu pergantian cetakan (*mold*) menjadi 276 menit, dari yang sebelumnya membutuhkan waktu 400 menit. Metode ini efektif menekan *downtime* mesin dan menambah efisensi waktu proses produksi. Dengan demikian, penerapan metode SMED dapat membantu memperbaiki waktu pergantian cetakan pada departemen *injection*.

Kata kunci: *injection, lean manufacuring*, SMED, produktivitas, pergantian cetakan

PENDAHULUAN

Produktivitas merupakan salah satu indikator kinerja dari suatu proses produksi. Perusahaan manufaktur, dituntut untuk dapat meningkatkan produktivitas dari proses produksi nya secara berkelanjutan, sebagai salah satu upaya dalam penghematan biaya produksi, peningkatan kualitas serta daya saing perusahaan. Di perusahaan manufaktur, salah satu permasalahan yang kerap ditemui di lantai produksi adalah permasalahan terkait pergantian cetakan (*mold/dies exchange*). Dalam rangka penurunan *down time* mesin, pergantian cetakan perlu dilakukan dalam waktu sesingkat mungkin dengan metode yang efektif dan efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk

menganalisa dan memperbaiki metode pergantian cetakan adalah metode *Single-minute Exchange of Dies* (SMED). SMED merupakan teknik yang berkembang dalam kajian *lean manufacturing* di mana pergantian cetakan perlu dilakukan dalam waktu sesingkat mungkin (*single-minute*).

Studi kasus penelitian ini dilakukan di PT. XYZ. PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi mainan anak-anak. Perusahaan yang berdiri pada tahun 2012 dan berlokasi di Jawa Timur tersebut, mengawali kegiatan produksi dengan menghasilkan berbagai produk kebutuhan rumah tangga. Mulai tahun 2014, perusahaan semakin berkembang hingga saat ini, dan mulai memperluas pasarnya pada produk mainan anak-anak. Adanya peningkatan permintaan produk mainan anak-anak menyebabkan perusahaan harus meningkatkan jumlah mesin produksi serta bahan baku produk. Produk yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah produk mainan anak-anak, sedangkan obyek penelitiannya adalah cetakan yang membentuk produk mainan tersebut. Dikarenakan banyak item mainan yang harus di cetak/diproduksi, maka kegiatan pergantian cetakan cukup sering dilakukan, dan berkaitan dengan *downtime* mesin.

Penelitian ini mengangkat masalah tentang penerapan *lean manufacturing* di perusahaan dengan menganalisa, memperbaiki dan mendapatkan hasil perbaikan waktu pergantian cetakan yang dilakukan pada mesin *injection moulding*. Metode yang digunakan adalah *Single-minute Exchange of Dies* (SMED) dengan 3 sampel cetakan mainan. Pengumpulan data dilakukan selama kurun waktu 1 bulan. Melalui penelitian ini, diharapkan perusahaan dapat mempersingkat waktu pergantian cetakan (*changeover*), mengurangi kegiatan-kegiatan yang tidak produktif, sehingga produktivitas dapat ditingkatkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Lean Manufacturing

Konsep *lean manufacturing* atau manufaktur ramping merupakan suatu pendekatan sistematis dalam perbaikan berkelanjutan yang menekankan pada minimasi pemborosan (*waste*) pada proses produksi, berupa pemborosan aktivitas maupun pemborosan sumber daya, yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. *Lean* adalah konsep perampingan atau efisiensi dengan tujuan utama untuk meningkatkan *customer value* melalui perbaikan terus-menerus pada rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the-value-to-waste ratio*) [5]

Lean manufacturing berfokus untuk mengeliminasi *waste* secara terstruktur pada proses dan aktivitas produksi. Metode ini dapat diaplikasikan pada berbagai kegiatan rekayasa dan administratif. Dalam konsep *lean* juga dikenal istilah 3M yang berasal dari bahasa Jepang yaitu *Muda* (*waste*), *Mura* (*consistency*), dan *Muri* (*unreasonableness*). *Muda* (*waste*) merupakan pemborosan yang terdiri dari 7 tipe, yaitu: *waiting*, *correction*, *motion*, *overproduction*, *conveyance*, *inventory*, dan *processing* [1]. Ilustrasi tujuh jenis pemborosan pada konsep lean manufacturing ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Tipe pemborosan pada konsep *lean manufacturing*.

Single-minute Exchange of Dies (SMED)

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]. Aktivitas *changeover* adalah aktivitas menambahkan nilai kepada produk, sehingga pengurangan waktu *set-up* dapat secara langsung menambah nilai produk yang berarti juga akan menambah keuntungan perusahaan. Waktu *changeover* termasuk sebuah bentuk pemborosan atau *waste* yang terdapat dalam konsep *lean manufacturing* karena aktivitas tersebut tidak memberikan nilai tambah kepada produk (*non-value added*) dan juga mengakibatkan jalan-nya proses produksi menjadi tersendat. Aktivitas *changeover* ini perlu dirancang sedemikian rupa menggunakan prinsip efisiensi dan efektivitas, supaya proses produksi menjadi lebih lancar dan produktif.

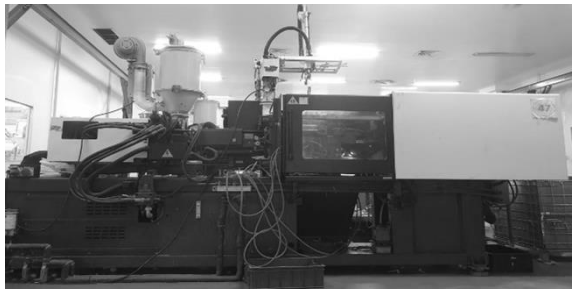
Single Minute Exchange of Dies (SMED) merupakan sebuah strategi untuk mempercepat waktu pergantian cetakan (*changeover time*). Kata *single minute* bukan berarti bahwa lama waktu pergantian produk hanya membutuhkan satu menit, akan tetapi dilakukan dalam waktu sesingkat mungkin yakni kurang dari 10 menit. SMED sebagai sistem yang dapat memperbaiki sebuah proses pergantian cetakan yaitu dengan cara memilah antara kegiatan internal dengan kegiatan eksternal [6].

METODE

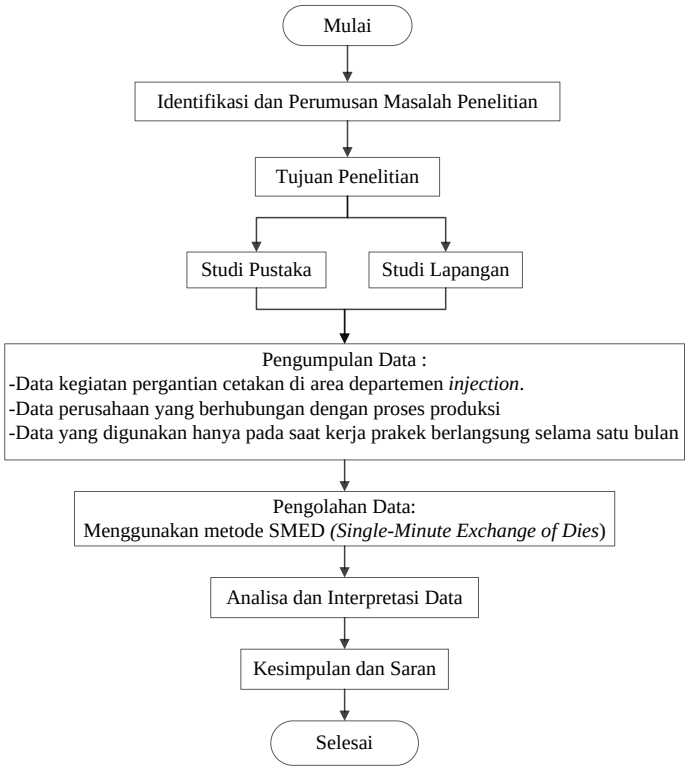
Pada studi kasus ini, waktu *set-up* mesin memerlukan waktu yang cukup panjang di setiap aktivitas kegiatannya. Dampak dari lamanya dari waktu *set-up* ini adalah terganggunya aktivitas produksi yaitu berhentinya mesin atau *downtime* mesin yang menyebabkan operator menganggur dan permintaan produksi tidak dapat segera terpenuhi. Setiap perusahaan manufaktur membutuhkan struktur lintasan produksi yang ideal, sehingga dapat menghasilkan keseimbangan proses untuk seluruh stasiun kerja guna mencapai target produksi dan pemenuhan permintaan pasar [3]. Masalah umum yang sering ditemukan pada file lantai produksi adalah peralatan produksi yang tidak beroperasi dengan baik sehingga mempengaruhi proses selanjutnya [4]. Diperlukan suatu pendekatan sistematis untuk mengevaluasi dan memperbaiki kondisi pada lantai produksi. *Lean manufacturing* merupakan suatu pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan melalui aktivitas perbaikan secara terus menerus. Untuk mendukung tujuan jangka panjang dan jangka pendek perusahaan, penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan manajemen untuk meningkatkan pembangunan berkelanjutan dengan menerapkan konsep-konsep terkait [5].

Penelitian ini dilakukan pada PT. XYZ, yaitu perusahaan manufaktur yang memproduksi mainan anak-anak dan berlokasi di Jawa Timur. Obyek yang diteliti adalah aktivitas pergantian cetakan pada mesin *injection moulding*, cetakan(mold) dan mesin ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3. Observasi dilakukan di lapangan selama kurun waktu 1 bulan, dengan mengambil 3 sampel cetakan mainan. Secara umum, tahapan dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 2. Cetakan (*Mold*)



Gambar 3. Mesin *Injection Moulding*



Gambar 4. Metodologi penelitian.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan operator dan teknisi untuk mengetahui tahapan proses *set-up* dan pergantian centakan. Selain itu, juga dilakukan dokumentasi aktivitas kerja yang dilakukan oleh operator mesin. Pengukutan waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas dilakukan dengan metode *stopwatch time study* (STS) pada saat proses produksi berlangsung [6]. Pengolahan data dilakukan dengan metode SMED, dengan tahapan sebagai berikut.

1. Langkah pertama
   Memisahkan internal *set-up* dan eksternal *set-up*. Internal *set-up* merupakan proses pergantian cetakan pada saat mesin berhenti beroperasi, sedangkan eksternal *set-up* merupakan proses pergantian cetakan saat mesin sedang dalam proses beroperasi.
2. Langkah kedua
   Mengubah internal *set-up* menjadi eksternal *set-up*. Langkah ini terjadi bila ditemukan aktivitas yang secara tidak langsung dapat dilakuka saat mesin dalam keadaan beroperasi namun tetap mempertimbangkan aspek yang mempengaruhi keselamatan dan keadaan lingkungan mesin dengan menganalisa kembali secara keseluruhan sampai dapat ditemukan cara optimal, sehingga dapat diasumsikan bisa diubah dari internal *set-up* ke eksternal *set-up*.
3. Langkah ketiga

   Mereduksi waktu dengan menggabungkan aktivitas yang memungkinkan untuk dilakukan secara bersama saat mesin sedang berhenti, tentu ini akan menambah sumber daya untuk dapat merealisasikannya, dengan tujuan untuk meminimalkan waktu *set-up* internal sehingga waktu berhenti mesin dapat dikurangi. Dalam langkah ini, peralihan aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal dilakukan dengan melakukan perubahan prosedur kerja yang sebelumnya tidak dilakukan [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara di area departemen *injection*. Pengumpulan data dilakukan selama 1 bulan yaitu pada tanggal 1 Oktober 2020 s.d. 31 Oktober 2020. Data yang dikumpulkan berupa data aktivitas dan waktu pergantian cetakan, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Aktivitas dan Waktu Pergantian Cetakan

Step	**Aktivitas**	**Waktu (menit)**	**Eksternal / Internal**
1	Persiapan stop produksi	15	Eksternal
2	Mencatat parameter *setting* produk	3	Internal
3	Mencatat hasil produksi pada counter mesin	2	Internal
4	Penghentian proses produksi	10	Internal
5	Menghabiskan material di *Hopper*	25	Internal
6	Mencuci Hopper sampai tidak ada bahan yang tersisa	15	Internal
7	Mematikan temperatur *Barrel & hot runner*	10	Internal
8	Menunggu temperatur *heater* pemanas nozzle turun	30	Internal
9	Membersihkan sisa produk di mesin	15	Internal
10	Membawa gantry crane ke mesin	5	Internal
11	Membawa tool box untuk dibawa ke mesin	5	Internal
12	Membuka baut klem cetakan unit	8	Internal
13	Menurunkan cetakan unit dari mesin	25	Internal
14	Mengambil *Trolly* cetakan	8	Internal
15	Membawa cetakan lama ke tempat penyimpanan	10	Internal
16	Mengambil dan Membawa mold baru ke mesin	10	Internal
17	Memasang mold baru ke mesin	15	Internal
18	Memasang baut klem cetakan unit	10	Internal
19	Memasang dan mengatur selang air pendingin pada cetakan	5	Internal
20	Memasang nozzle bahan pada Screw	6	Internal
21	Memasang heater bahan pada Screw	5	Internal
22	Setting titik tengah lubang bahan nozzle dengan mold runner	15	Internal
23	Mengencangkan semua baut pengikat mold	5	Internal
24	Memasukkan parameter *setting* produk baru	5	Internal
25	Menjalankan mesin tanpa material	10	Internal
26	Isi Material ke *hopper*	3	Internal
27	Pemanasan Material	30	Internal
28	Menaikkan temperatur *barrel*	25	Internal
29	Membuat *start up sample* dengan setting parameter pada mesin	30	Internal
30	*Menunggu approval* QA dan *QC*	30	Internal
31	*Run Production*	10	Eksternal
	Total *Changeover*	**400**	

Dari Tabel 1, diketahui bahwa terdapat 31 *step* aktivitas pergantian cetakan pada departemen *injection*. Masing-masing aktivitas tersebut kemudian dikategorikan berdasarkan proses terjadinya, apakah termasuk kategori internal atau eksternal. Hasil ini diperoleh dari analisa dan wawancara saat proses pergantian cetakan atau *changover* berlangsung. Pada saat *changeover* berlangsung, mesin dalam keadaan berhenti. Operator *changeover* adalah karyawan bagian teknisi yang dibantu oleh asisten teknisi. Selain itu, karyawan bagian bahan baku juga ikut serta dalam proses ini. Karena, terdapat proses pencucian bahan baku yang dilakukan setelah produksi selesai atau terpenuhi, yang

selanjutnya akan diganti dengan produksi *item* jenis mainan baru dengan spesifikasi bahan dan warna yang berbeda.

Mesin *injection moulding* sendiri merupakan mesin *inject* dengan sistem *hidraulic oil* yang cara kerjanya yaitu mendorong cetakan sampai menutup kemudian dilakukan proses pengisian bahan biji plastik yang sudah dipanaskan hingga berbentuk cairan yang kemudian di tembakkan ke dalam cetakan dan dilakukan pendinginan (*cooling*). Pada mesin *injection moulding* ini, proses pertama yang memakan banyak waktu adalah pemanasan *heater* pada *screw* bahan, karena jika bahan baku biji plastik belum mencair maka bahan belum dapat ditembakkan pada lubang cetakan. Selanjutnya, melakukan *setting* mesin yang meliputi *setting* temperatur, *cooling time*, *press*, *back press*, serta tingkat kepadatan hasil produksi pun juga diperhitungkan

Penerapan Metode *Single-minute Exchange of Dies* (SMED)

Mengubah Aktivitas Internal Menjadi Eksternal

Salah satu upaya yang dilakukan untuk mempersingkat waktu *changeover* adalah dengan merubah aktivitas internal menjadi eksternal. Hasil perubahan aktivitas internal menjadi eksternal ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Aktivitas Internal Menjadi Eksternal

Step	Aktivitas	Waktu (menit)	Perubahan	Pelaksana	Tindakan Perbaikan
2	Mencatat parameter setting produk	3	Internal ke Eksternal	Operator	Operator Mencatat pada saat mesin akan berhenti
3	Mencatat hasil produksi pada counter mesin	2	Internal ke Eksternal	Operator	
5	Menghabiskan material di *Hopper*	25	Internal ke Eksternal	Perbantuan Teknisi	Material dihabiskan /dikuras saat mesin akan berhenti
9	Membersihkan sisa produk di mesin	15	Internal ke Eksternal	Operator	Operator membersih- kan sisa produk saat 15 menit sebelum mesin berhenti
10	Membawa gantry crane ke mesin	5	Internal ke Eksternal	Perbantuan Teknisi	Disiapkan saat mesin sedang jalan dan akan berhenti untuk per-gantian cetakan
11	Membawa tool box untuk dibawa ke mesin	5	Internal ke Eksternal	Perbantuan Teknisi	
14	Mengambil *Trolly* cetakan	8	Internal ke Eksternal	Perbantuan Teknisi	
26	Isi Material ke *hopper*	3	Internal ke Eksternal	Perbantuan Teknisi	Pada saat pergantian cetakan, material sudah mulai diisikan kedalam hopper
	Total	66			

Perubahan aktivitas tersebut merupakan hasil diskusi dan brainstorming dengan pihak perusahaan, khususnya bagian teknisi, karena menyangkut waktu penghentian produksi yang dilakukan. Dengan adanya perbaikan berupa perubahan aktivitas internal menjadi eksternal tersebut, diperoleh penurunan waktu *set-up* sebesar 66 menit.

Menurunkan Waktu Aktivitas Internal

Upaya lain yang dilakukan untuk mempersingkat waktu changeover adalah dengan mengurangi waktu aktivitas internal. Hasil pengurangan waktu aktivitas internal ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Upaya Penurunan Waktu Aktivitas Internal yang Dilakukan

Step	Aktivitas	Waktu (menit)	Perubahan	Pelaksana	Tindakan Perbaikan
7	Mematikan temperatur *Barrel & hot runner*	10	5	Teknisi	Dimatikan secara bertahap sebelum mesin akan dilakukan *changeover*, saat *changeover* suhu akan teredam dan tidak terlalu panas
8	Menunggu temperatur *heater* pemanas nozzle turun	30	15	Perbantuan Teknisi	
19	Memasang dan mengatur selang air pendingin pada cetakan	5	3	Perbantuan Teknisi	Dilakukan saat aktivitas *changeover*. Dengan menambah personil teknisi untuk melakukannya sesuai prosedur yang ditetapkan.
20	Memasang nozzle bahan pada Barrel	6	3	Perbantuan Teknisi	
21	Memasang heater bahan pada Barrel	5	3	Perbantuan Teknisi	
24	Memasukkan parameter *setting* produk baru	5	3	Teknisi	Dilakukan saat *changeover* , tanpa menunggu lagi mesin sudah siap jalan
27	Pemanasan Material	30	15	Bahan	
28	Menaikkan temperatur *barrel*	25	10	Teknisi	
30	Menunggu *approval* QA dan *QC*	30	10	Inspektor	Inspektor berada ditempat *changeover* dilakukan, untuk menyamakan sample asli dan item produk baru
	Total	146	67		

Pada prinsipnya, upaya menurunkan waktu aktivitas internal pada proses *changeover* ini hanya mengurangi waktu saja, tidak menghilangkan aktivitas. Berdasarkan hasil, diketahui bahwa waktu dapat diturunkan secara signifikan, di mana dari total 9 *step* aktivitas awal, diperoleh perbaikan sebesar 79 menit (45,89%), dari 146 menit sebelum perbaikan menjadi 67 menit setelah perbaikan.

Evaluasi perbaikan pergantian cetakan / *Changeover*

Berdasarkan data yang diperoleh selama penelitian, diketahui bahwa hamper untuk tiap hari hampir ada pergantian cetakan pada banyak mesin sehingga untuk downtime *changeover* pada bulan tersebut didapat total pergantian yang terjadi adalah 24 kali rata-rata dalam satu bulan. Rata – rata selama 1 bulan tersebut untuk downtime *changeover*-nya adalah 369,2 menit. Pencapaian waktu *changeover* ini lebih cepat dari waktu *changeover* sebelumnya yaitu sebesar 267 menit. Penurunan waktu *changeover* ini dapat dihitung sebagai berikut:

$$\frac{\text{Waktu } changeover \text{ sebelumnya} - \text{Waktu } changeover \text{ saat ini}}{\text{Waktu } changeover \text{ sebelumnya}} x\ 100\% = \frac{400-267}{400} x100\% = 33{,}25\% \ldots. (1)$$

Hasil implementasi SMED pada proses *changeover* pada mesin *injection* ini cukup baik, sehingga akan dapat meningkatkan hasil produksi perusahaan yang pada akhirnya akan dapat digunakan untuk mensejahterakan karyawan yang bekerja di perusahaan tersebut.

KESIMPULAN

Pada bagian ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian baik berupa angka numerik, kebijakan kualitatif atau variabel model hasil penelitian. Kesimpulan berisikan naskah teks paragraf dan tidak mengizinkan adanya gambar, persamaan (*equation*), dan tabel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mengevaluasi dan menganalisa proses *set-up* pergantian cetakan dengan mengangkat studi kasus pada proses *injection moulding* di perusahaan manufaktur yang memproduksi mainan anak-anak dengan metode SMED. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, diketahui terdapat 31 langkah (*step*) untuk melakukan pergantian cetakan. Upaya perbaikan dilakukan untuk mengurangi waktu *changeover*/pergantian cetakan yaitu dengan mengubah aktivitas internal ke eksternal dan mengurangi waktu internal dengan menggabungkan aktivitas satu dengan yang lain.

Melalui perbaikan yang dilakukan, waktu internal dapat diturunkan sehingga waktu set-up keseluruhan dapat dipersingkat. Terdapat 8 aktivitas internal yang diubah menjadi aktivitas eksternal dengan penurunan waktu set-up sebesar 66 menit. Selain itu, juga dilakukan perbaikan terhadap 9 aktivitas internal sehingga dapat mempersingkat waktu dari 146 menit menjadi 67 menit. Perbaikan dilakukan dengan menggabungkan/menyederhanakan aktivitas pada *step* pemasangan nozzle dan heater bahan dengan waktu yang sama. Secara keseluruhan, perbaikan aktivitas pergantian cetakan dengan metode SMED berhasil menurunkan waktu pergantian cetakan dari 400 menit menjadi hanya 267 menit, dengan persentase penurunan waktu sebesar 33,25%. Hasil ini dianggap cukup baik untuk mengurangi pemborosan waktu *changeover* dan *downtime* mesin.

Dari hasil penelitian ini, diharapkan pihak perusahaan dapat mengontrol kegiatan karyawannya agar perbaikan yang disarankan dapat diterapkan secara maksimal. Selain itu, sebaiknya perusahaan menyediakan peralatan dan tempat yang memadai agar proses pergantian cetakan dapat berlangsung secara efektif.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. P. Womack and D. T. Jones, “Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation,” *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 48, no. 11, pp. 1148–1148, Dec. 1997, doi: 10.1038/sj.jors.2600967.

[2] S. ram Bavuluri, “Set up time Reduction and Quality Improvement on the Shop floor using different lean and quality tools,” *All Theses*, May 2012, Accessed: Jan. 04, 2021. [Online]. Available: https://tigerprints.clemson.edu/all_theses/1306.

[3] I. Artikel, “Jurnal SENOPATI,” pp. 41–49, 2019.

[4] Lukmandono, R. Prabowo, and E. Sulistyowati, “Analysis of Total Productive Maintenance (TPM) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to improve machine effectiveness: A study on Indonesia’s sugar mills,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 885, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/885/1/012063.

[5] R. Prabowo, “Tibuana Journal of applied Industrial Engineering-University of PGRI Adi Buana p- ISSN 2622-2027 INTEGRATION OF LEAN AND GREEN MANUFACTURING TO SUSTAINABILITY IMPROVING AT PT . TEXTILE JAYA GEMILANG Tibuana Journal of applied Industrial Engineering-Univer,” vol. 2, no. 2, 2019.

[6] Feby Nurhadiyanto and Z. F. Ikatrinasari, “Perbaikan waktu,” vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2006.

[7] R. Soesilo, M. Basuki, and M. J. Hidayat, “Minimasi Waktu Penggantian Cetakan Dengan Pendekatan Lean Manufacture & Single Minute Exchange of Dies (Smed),” *Simp. Nas. RAPI XVII*, vol. 1, pp. 89–96, 2018.

[8] *Gaspersz*, Vincent. "Lean Six Sigma for Manufacturing and Services. Industries. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2007.
[9] Shingo, Shigeo. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press, Stamford Connecticut and Cambridge. Massachusetts, 1985.