

Penerapan *Lean Manufacturing* Untuk Meminimasi *Waste Delay* Pada *Workstation Curing* di PT *Bridgestone Tire* Indonesia

Yulinda Uswatun Kasanah⁽¹⁾, Praty Poeri Suryadhini⁽²⁾, Murni Dwi Astuti⁽³⁾

⁽¹⁾Jurusan Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

Email : yulinda.yuke12@gmail.com⁽¹⁾

Abstrak

Lean Manufacturing merupakan metode yang digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan pengurangan biaya dengan cara meminimasi pemborosan dalam proses produksi. Penelitian ini menjelaskan penggunaan *Lean Manufacturing* dengan *tool Single Minutes Exchange Of Dies* (SMED) pada lantai produksi PSR di PT XYZ, yang bergerak dalam bidang *Automotive Manufacture* berupa pembuatan ban mobil. Tahap penelitian diawali dengan melakukan analisis *waste* dengan *Mapping tools* dilanjutkan dengan mengidentifikasi penyebab pemborosan pada *workstation curing*. Tahap Selanjutnya adalah menganalisis tahapan proses *setup* mesin *curing* yang terdiri dari *setup* benda kerja, *setup mold*, *setup curing*, dan *setup finishing*. Berdasarkan hasil pengamatan, jumlah waktu *setup* keadaan awal adalah 194,05 menit. Perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengkonversi aktivitas internal *setup* menjadi eksternal *setup*, pengurangan aktivitas perpindahan operator, eliminasi *adjustment*, dan menerapkan operasi paralel yaitu dengan menggunakan 2 operator. Sehingga total waktu *setup* yang dapat direduksi adalah 127,41 menit.

Kata Kunci: *Lean manufacture*, SMED, Waktu *setup*, *Workstation curing*

Abstract

Lean Manufacturing is a method used to increased productivity and costs reduction by minimizing waste in the production process. This study describe the use of *lean manufacturing* with *Single Minutes Exchange Of Dies* tools on the PSR's production floor in PT XYZ, which is engaged in *automotive manufacture* form making of car tires. Research stage begins by analyzing waste using *mapping tool* and identification causes of waste in *workstation curing*. The next stage is analyzing every step of machine *setup* that occurs are *workpiece setup*, *mold setup*, *curing setup*, and *finishing setup*. Based on observations, the amount of the initial state *setup* time is 194,05 minutes. The improvement begin by convert internal activities *setup* into external *setup*, reduction of operator displacement activity, elimination of *adjustment*, and apply a parallel operation by using two operators. So the total *setup* time can be reduced is equal to 127,41 minutes.

Keyword : *Lean manufacture*, SMED, *Setup time*, *Workstation curing*.

Pendahuluan

PT. Bridgestone Tire Indonesia merupakan salah satu perusahaan *manufacturing* yang bergerak dalam bidang otomotif yang memproduksi ban luar mobil, ban dalam mobil, dan lidah ban mobil. PT. Bridgestone Tire Indonesia merupakan salah satu produsen ban terbesar di Indonesia yang memiliki beberapa family produk seperti *Passenger Tires*, *Commercial Tires*, dan *Industrial Tires*. Departemen *Passanger Radial* (PSR) merupakan departemen yang memproduksi ban mobil untuk kendaraan pribadi atau mobil penumpang, seperti *Ecopia*, *Potenza*, dan *Techno*.

Dalam memproduksi produk-produk tersebut, terdapat beberapa kendala yang menyebabkan perusahaan tidak dapat menyelesaikan *order* tepat waktu sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan. Maka dilakukan pengamatan dan wawancara yang dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya keterlambatan dalam penyelesaian *order*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa faktor penyebab keterlambatan adalah adanya *delay* pada *workstation* curing yang disebabkan oleh lamanya waktu *setup* mesin *curing* [1],[2].

Proses *setup* merupakan proses pengaturan mesin ketika terjadi perubahan jenis produk (*changeover*). Tahapan *setup* dalam memproduksi *Passanger Tires* yaitu *setup* benda kerja, *setup mold*, *setup curing*, dan *setup finishing*. *Setup* benda kerja merupakan *setup* yang dilakukan pada *tire* setengah matang (*green tire*) seperti penyemprotan *silicon* pada bagian dalam dan luar *green tire*, *setup mold* merupakan pengaturan posisi cetakan *tire* (*mold tire*) pada mesin tatakan *mold* yang disesuaikan dengan *size tire*, *setup finishing* merupakan finishing untuk *setup mold* seperti pembersihan *mold* dan pemeriksaan posisi *mold*. Berdasarkan faktor yang mempengaruhi masalah keterlambatan dalam penyelesaian *order* komponen *Isolating Cock*, waktu *setup* dianggap mempengaruhi keterlambatan dalam penyelesaian *order*.

Tabel 1 jumlah *order* yang belum terpenuhi pada *shift* 1

| Size Tire | Kapasitas 1 mesin (unit / <i>shift</i>) | Jumlah <i>order</i> 1 mesin / <i>shift</i> (unit) | Set up mesin (menit) | Waktu proses (menit) | Jumlah produksi (unit) | Selisih <i>order</i> dan jumlah produksi |
|---------------|--|---|----------------------|----------------------|------------------------|--|
| Ecopia MPV-1 | 30 | 30 | 0 | 13,2 | 30 | 0 |
| Potenza REO50 | 30 | 30 | 121,0 | 15,0 | 12 | -18,067 |
| Total | 60 | 60 | 121,0 | 28,2 | 41,9 | -18,1 |
| Ecopia MPV-1 | 30 | 30 | 0 | 13,2 | 30 | 0 |

(Sumber : Olah Data)

Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah *order* yang tidak terpenuhi pada *shift* 1 pada 1 mesin adalah sebesar 18 unit. Terlihat pada produk *Ecopia* ketika tidak ada *changeover* maka *order* dapat dipenuhi. Ketika terjadi *changeover* seperti dari produk *Ecopia* ke *Potenza* maka waktu produksi dalam 1 *shift* berkurang sejumlah besarnya waktu *setup*.

Jika waktu *setup* ini bisa diminimasi maka akan diperoleh jumlah produksi mesin perunit yang lebih besar, karena meminimasi waktu *setup* sama dengan mengurangi waktu yang terbuang untuk melakukan *setup time* [3],[4]. Melihat kondisi tersebut, maka diperlukan adanya perbaikan pada *Workstation Curing* dengan cara mengeliminasi *waste delay* sehingga *order* dapat terpenuhi. Jika waktu *setup* dapat diminimasi, maka akan semakin banyak produk yang dapat diproduksi oleh perusahaan [5],[6].

Melihat kondisi tersebut, maka diperlukan adanya perbaikan pada *Workstation Curing* dengan cara mengeliminasi *waste delay* sehingga *order* dapat terpenuhi . Perbaikan dalam meminimasi *waste delay* adalah dengan mereduksi waktu *setup* dengan metode *Single- Minute Exchange of Die* atau lebih dikenal dengan istilah *SMED* [6],[7].

Metode Penelitian

Variabel pertama berupa data yang didapatkan dengan pengamatan langsung kelapangan untuk mengukur waktu dengan menggunakan *Stopwatch Time Study* dan mengumpulkan data lain seperti urutan proses produksi dan *layout* lantai produksi untuk mengetahui aliran material produksi. Setelah data terkumpul maka variabel selanjutnya akan digunakan sebagai dasar pemetaan keadaan proses produksi saat ini dengan menggunakan *Value Stream Mapping (VSM current state)* [8],[9],[10],[6]. Untuk memetakan keadaan proses yang terjadi serta mengidentifikasi pemborosan dan *lead time* maka dilakukan pemetaan dengan menggunakan salah satu *Detailed mapping*. *Detailed mapping* ini diperlukan untuk menggambarkan proses produksi yang lebih detail sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi pemborosan yang terjadi.

Variabel selanjutnya berupa data pengamatan dan observasi untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada lantai produksi dengan menganalisis *detailed mapping* terpilih untuk menentukan pemborosan terbesar. Setelah pemborosan pada lantai produksi terdefinisi maka langkah selanjutnya adalah mencari akar masalah pemborosan dengan menggunakan *fishbone chart* dan *5 whys*. Setelah akar masalah ditemukan maka tahap selanjutnya adalah melakukan perbaikan dengan menerapkan salah satu *tools Lean Manufacturing* yang sesuai dengan masalah yang teridentifikasi. Strategi perbaikan yang dibuat dengan menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* menjadi sesuai dengan perbaikan yang dilakukan. Gambar III.1 pada halaman 35 menunjukkan model konseptual dalam penelitian ini [11],[12],[13].

Tahap ini dimulai dari tahap pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data-data yang diperlukan untuk pengolahan data sesuai dengan masalah yang dihadapi. Pengukuran langsung dilakukan dengan menggunakan *stopwatch* pada beberapa data waktu proses produksi. Pengumpulan data yang lain yaitu data aliran proses dan peta lantai kerja produksi. Setelah data waktu diperoleh maka dilakukan uji kecukupan dan kenormalan data.

Membuat *Big Picture Mapping* dengan *Value Stream Mapping current state*. Berdasarkan data waktu produksi yang telah diberikan maka dilakukan pembuatan *big picture mapping* dengan menggunakan *VSM current state* untuk melihat aliran proses yang sebenarnya, *cycle time* setiap proses produksi, kebutuhan *man power* dalam proses produksi, dan proses ini menghasilkan data *lead time* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan.

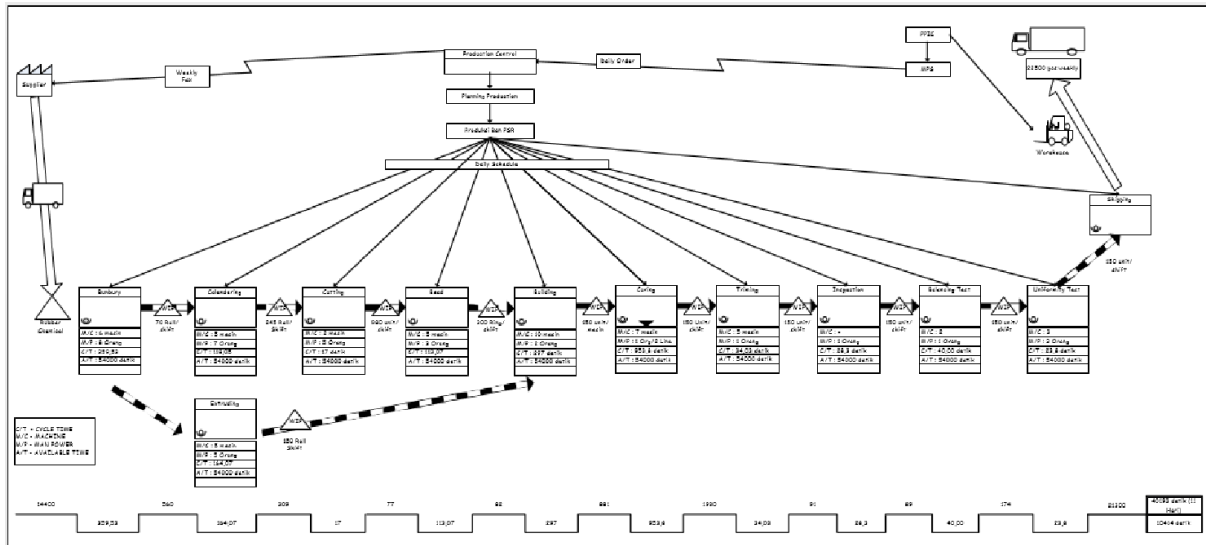
Mengidentifikasi *waste* yang terjadi dan mendefinisikannya kedalam 7 *waste* [5],[14],[15],[16]. Pencarian jenis-jenis *waste* pada proses produksi dilakukan setelah pengamatan langsung. Pencarian jenis *waste* disesuaikan dengan studi literatur dan studi menggunakan *Waste Assesment Model (WAM)* yang telah dilakukan pada awal observasi penelitian ini dilakukan. Kemudian pembobotan *waste* yang telah didapat akan dijadikan sebagai output dalam pemilihan *mapping tools* yang akan digunakan. Setelah *mapping tools* terpilih maka bisa dilakukan identifikasi *waste* yang akan menjadi dasar untuk melakukan perbaikan [17].

Mengidentifikasi akar masalah pemborosan. Setelah pemborosan terdefinisi maka langkah selanjutnya adalah menentukan akar masalah dengan menggunakan *fishbone chart* [18],[19],[20]. Jika *fishbone chart* belum menjawab akar masalah dari pemborosan terpilih maka dilakukan identifikasi 5 *whys*. Melakukan perbaikan setelah akar masalah diketahui maka rancangan *big picture mapping* dengan *value stream mapping (VSM) future state* dapat dirancang dan dapat dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode SMED untuk meminimasi waktu *setup* mesin..Perbaikan yang dilakukan tidak sampai pada implementasi.

Tahap Analisis dan Kesimpulan. Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam penelitian ini. Tahap ini memaparkan analisa perbaikan yang dilakukan pada proses produksi, serta berisi kesimpulan dan saran penulis terhadap penelitian yang dilakukan. Kesimpulan diambil berdasarkan keseluruhan rancangan perbaikan yang sudah dianalisa, saran merupakan rekomendasi pihak perusahaan dan peneliti selanjutnya.

Hasil dan Pembahasan

Big Picture Mapping



Gambar 1 Value Stream Mapping proses produksi PSR

Gambar 1 memperlihatkan *value stream mapping* pada rantai produksi pembuatan ban jenis *radial* (PSR). Dalam VSM ini diperlihatkan rata-rata jumlah produksi yang dapat dihasilkan untuk setiap *workstation* dan *available time* dari setiap *workstation*.

Mapping tools

Tabel 2 *process activity mapping* rantai produksi PSR

| No. | Deskripsi Aktivitas | Mesin/Alat Bantu | Jarak (m) | Waktu (detik) | Jumlah (Man power) | Aliran | | | | | NVA/VA /NNVA |
|-----|---|--------------------|-----------|---------------|--------------------|--------|---|---|---|---|--------------|
| | | | | | | O | T | I | S | D | |
| 1 | Mengambil raw material dari warehouse | | 8 | 45 | 2 | | | | | | NNVA |
| 2 | Menimbang raw material | Penimbang material | | 39 | | | | | | | VA |
| 3 | Memasukkan material kedalam mesin bunbury | | | 15 | | | | | | | NNVA |
| 4 | Proses bunbury mixing | BB F270 | | 312 | | | | | | | VA |
| 5 | Menempatkan compound kedalam pendingin | Pendingin | 1 | 11 | | | | | | | NNVA |

Tabel 2 *process activity mapping* lantai produksi PSR (lanjutan)

| No. | Deskripsi Aktivitas | Mesin/Alat Bantu | Jarak (m) | Waktu (detik) | Jumlah (Man power) | Aliran | | | | | NVA/VA /NNVA |
|-------|---|------------------|-----------|---------------|--------------------|--------|---|---|---|---|--------------|
| | | | | | | O | T | I | S | D | |
| 6 | Menunggu pendinginan compound | | | 83 | | | | | | | NVA |
| 7 | Menggulung <i>compound</i> | BB dusting | | 9 | | | | | | | VA |
| 8 | Menempatkan <i>compound</i> pada rak | Rak WIP | 2 | 11 | | | | | | | NNVA |
| 9 | Meletakkan <i>compound</i> pada inventory F/G Bunbury | <i>Forclift</i> | 3 | 35 | | | | | | | NNVA |
| 10 | Mengambil <i>cement</i> | | 1 | 23 | | | | | | | NNAV |
| 11 | Meletakkan <i>compound</i> dan <i>cement</i> | | | 13 | | | | | | | VA |
| 12 | Proses tread extruder | Single Tuber 8" | | 164 | | | | | | | VA |
| Total | | | 109,5 | 4659 | | | | | | | |

(Sumber : Olah Data)

Berdasarkan PAM yang telah dibuat pada Tabel 2 maka dapat dibuatkan tabulasi ringkasan perhitungan dan prosentase PAM pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 Ringkasan perhitungan hasil PAM

| Aktivitas | Jumlah | Waktu (detik) |
|-------------|--------|---------------|
| Operation | 20 | 2400 |
| Transport | 26 | 923 |
| Inspection | 2 | 44 |
| Storage | 4 | 232 |
| Delay | 10 | 1060 |
| Total | 62 | 4659 |
| Klasifikasi | Jumlah | waktu (detik) |
| VA | 20 | 2400 |
| NVA | 10 | 1060 |
| NNVA | 32 | 1199 |
| Total | 62 | 4659 |
| Value Ratio | | 0,52 |

(Sumber : Olah Data)

Pada tabel 3 memperlihatkan bahwa *value ratio* untuk proses produksi pembuatan ban PSR adalah sebesar 0,52 atau 52%. *Value ratio* merupakan nilai perbandingan antara aktivitas yang memberikan nilai tambah dengan keseluruhan aktivitas. *waste* dengan waktu terbesar yaitu *waste delay*, dengan waktu *delay* sebesar 1060 detik dan waktu *delay* terbesar adalah pada aktivitas *green tire* yang menunggu untuk di *curing*. Selanjutnya akan diidentifikasi penyebab terjadinya *delay* pada mesin *curing*.

Penerapan Metode SMED

Usulan perbaikan proses *setup* dilakukan dengan menggunakan metode SMED. Langkah-langkah pemecahan masalah dengan menerapkan metode SMED adalah sebagai berikut :

Langkah Pertama : Memisahkan Internal dan *Setup* Eksternal

Setelah diperoleh urutan dan waktu proses *setup*, maka dilakukan pemisahan *setup* internal dan *setup* internal. Hal tersebut dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung dan mengajukan pertanyaan kepada operator, jika mesin harus dimatikan untuk mengerjakan proses *setup* maka proses *setup* tersebut dimasukkan ke dalam internal *setup*. Jika mesin tidak harus dimatikan untuk mengerjakan proses *setup* maka proses *setup* tersebut dimasukkan ke dalam eksternal *setup*. Seluruh aktivitas *setup* merupakan *setup* internal atau *setup* yang dilakukan terjadi saat mesin tidak beroperasi.

Langkah Kedua : Mengkonversi *Setup* Internal Menjadi *Setup* Eksternal

Seluruh aktivitas *setup* merupakan *setup* internal, sehingga kegiatan *setup* internal dikonversi menjadi *setup* eksternal. Aktivitas yang dapat dikonversi ke dalam eksternal *setup* adalah aktivitas *preheat mold* (pemasanan *mold*), mengambil (menyiapkan) perkakas, dan *setup* benda kerja (*green tire*). Dengan melakukan konversi internal *setup* menjadi eksternal *setup* dapat mereduksi waktu *setup*. Waktu *setup* yang dapat direduksi yaitu sebesar 63,70 menit

Tabel 4 Konversi *setup* internal menjadi *setup* eksternal

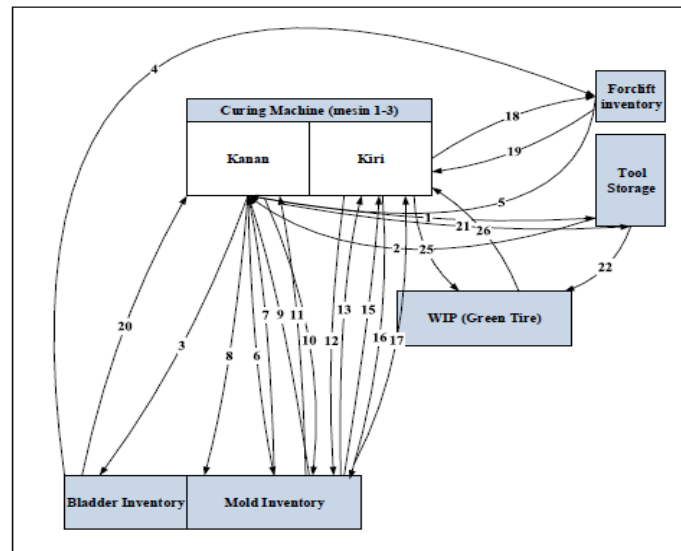
| Jenis Setup | Kegiatan | Intern | Ekstern | Waktu (Menit) |
|---------------------|--|--------|---------|---------------|
| Setup Lepas Bladder | Mematikan mesin <i>curing</i> (mesin stop) | √ | | 0,56 |
| | Mengambil tag (untuk kode SNE) | | √ | 1,41 |
| | Memasang tag kode SNE | √ | | 0,55 |
| | Mengambil kotak perkakas | | √ | 0,71 |
| | Mencari obeng pembuka baut bladder | √ | | 0,23 |
| | Mengambil obeng pembuka baut bladder | √ | | 0,23 |
| | Melepas baut bladder kanan | √ | | 1,72 |
| | Membongkar bladder kanan | √ | | 1,24 |

| | | | |
|---|---|--|------|
| Melepas baut bladder kiri | √ | | 1,28 |
| Membongkar bladder kiri | √ | | 1,35 |
| Meletakkan bladder kanan dan kiri pada tempat penyimpanan | √ | | 2,68 |

(Sumber : Olah Data)

Langkah Ketiga : Streamlining (Penyederhanaan) Terhadap Seluruh Aktivitas *Setup* Penyederhanaan dilakukan terhadap seluruh aktivitas *setup*, dilakukan dengan cara :

Pengurangan aktivitas perpindahan operator. Perpindahan operator untuk mencari dan mengambil komponen maupun material merupakan salah satu pemborosan. Spaghetti diagram dapat digunakan untuk merekam perpindahan operator ketika *setup*. Diagram ini dapat digunakan untuk menggambarkan kompleksitas dalam *setup*. Gambar menunjukkan spaghetti diagram perpindahan operator pada proses *setup* mesin *curing*.



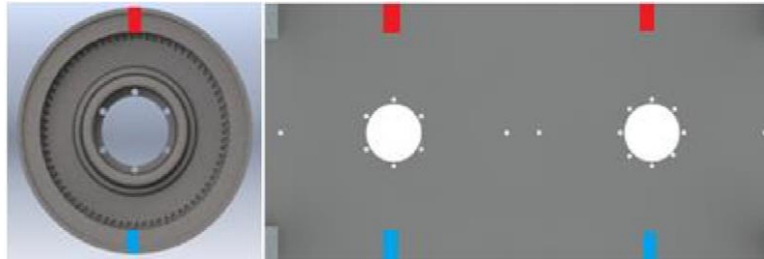
Gambar 2 spaghetti diagram perpindahan operator

Aktivitas *setup* yang tereduksi karena adanya pemindahan tool storage yang terpasang dekat dengan mesin sehingga operator tidak perlu melakukan perpindahan untuk mengambil kotak perkakas, tag kode SNE, dan alat pembersih *mold* di tool storage. *Setup* eksternal tereduksi adalah sebesar 3,06 menit. Sehingga waktu *setup* eksternal menjadi 61,04 menit.

Eliminasi *Adjusment*

Salah satu waktu *setup* yang cukup besar adalah waktu *setup* untuk penyetelan dan penyesuaian parameter pada mesin *curing*. Aktivitas yang dapat distandarkan adalah eliminasi *adjusment* pemasangan *mold*. *Adjusment* pada pemasangan *mold* bawah yaitu berupa penyesuaian *mold* bawah dengan tatakan mesin *curing*. Ketika *mold* telah diangkut menggunakan *forcift* dan diletakkan pada

mesin *curing* maka harus ada penyesuaian berupa *centering mold* dan penyesuaian lubang baut *mold* dengan lubang baut tatakan mesin. Jumlah baut dalam satu *mold* bawah yaitu 6 buah baut. Sehingga untuk menghilangkan penyesuaian *trial and error* pemasangan *mold* bawah maka harus dibuat sign yang dapat memudahkan operator untuk melakukan *centering mold*.



Gambar 3 penandaan (*sign*) warna pada *mold* dan tatakan

Selain itu, masih terdapat percobaan *bladder* untuk memastikan bahwa *bladder* dapat mengembang dengan sempurna (*trial and error*). Penyesuaian pada *bladder* harus dilakukan dalam keadaan mesin menyala atau eksternal *setup* sehingga penyesuaian *bladder* tidak dapat dilakukan ketika mesin mati. Berdasarkan hasil penyederhanaan ke-2 diperoleh reduksi waktu *setup* yang telah diakumulasikan dengan proses sebelumnya yaitu sebesar 4,32 menit. Sehingga waktu *setup* internal menjadi 126,79 menit.

Menerapkan operasi paralel

Operasi paralel dapat dilakukan dengan melibatkan lebih dari satu operator untuk melakukan *setup* mesin. pembagian kerja dilakukan dengan 2 cara yaitu membagi tugas dalam dua bagian yaitu, operator 1 menjalankan *setup mold* dan *setup curing* (melakukan pindah tempat hanya dari *mold* kanan ke *mold* kiri, atau sebaliknya). Sedangkan operator 2 (sebagai asisten operator) menjalankan perpindahan/transportasi pengambilan, penyimpanan, dan pembersihan peralatan seperti *mold* dan *bladder*, serta melakukan *setup* benda kerja. Operasi *setup* paralel ini lebih ditujukan untuk meminimasi waktu *setup* internal, membagi tugas dalam dua bagian yaitu, operator 1 menjalankan *setup mold* kanan dan menjalankan mesin, sedangkan operator 2 melakukan *setup mold* kiri dan *setup* benda kerja.

Kesimpulan

Penerapan metode SMED dalam kegiatan *setup* yang dilakukan pada *workstation* curing dapat mereduksi waktu *setup* internal sebesar 127,47 menit dan waktu *setup* eksternal sebesar 3,06 menit. Aktivitas *setup* dapat direduksi dengan beberapa cara yaitu mengkonversi aktivitas yang masih tergolong aktivitas *setup* internal seperti *setup green tire*, *preheat mold*, dan aktivitas mengambil perkakas yang dapat direduksi sebesar 63,70 menit. Selain itu reduksi aktivitas *setup* dapat dilakukan dengan melakukan pergantian peralatan secara cepat dan melakukan *setup* paralel dengan menambah asisten operator yang dapat mereduksi waktu *setup* masing – masing sebesar 4,32 menit dan 60,15 menit.

Saran yang diberikan adalah perhitungan aspek finansial sebaiknya dimasukkan dalam bab analisis sebagai evaluasi rekomendasi dan manfaat perbaikan. Dapat dilakukan penelitian lebih mendalam dalam penerapan *lean manufacturing* pada proses produksi jilbab anak terhadap *waste* lain yang terdeteksi.

Daftar Pustaka

- [1] J. Wakiru, L. Pintelon, P. N. Muchiri, and P. Chemweno, "Maintenance Optimization: Application of Remanufacturing and Repair Strategies," *Procedia CIRP*, vol. 69, no. May, pp. 899–904, 2018.
- [2] M. M. Firmansyah, A. Susanty, and D. Puspitasari, "Analisis Overall Equipment Effectiveness dan Six Big Losses pada Mesin Pencelupan Benang (Studi Kasus PT. Pismatex Textile Industry)," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 4, no. 4, 2015.
- [3] P. Shetty and B. {Prakash Rao}, "Importance of lean concepts and its need in construction projects," *Int. J. Recent Technol. Eng.*, vol. 8, pp. 2534–2541, 2019.
- [4] A. K. Möldner, J. A. Garza-Reyes, and V. Kumar, "Exploring lean manufacturing practices' influence on process innovation performance," *J. Bus. Res.*, vol. 106, no. May 2018, pp. 233–249, 2020.
- [5] P. Arunagiri and A. Gnanavelbabu, "Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method," *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 2167–2175, 2014.
- [6] A. Azizi and T. a/p Manoharan, "Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time Using SMED-A Case Study," *Procedia Manuf.*, vol. 2, no. February, pp. 153–158, 2015.
- [7] K. Salonitis and C. Tsinopoulos, "Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector," *Procedia CIRP*, vol. 57, pp. 189–194, 2016.
- [8] T. Widodo and I. Ferdiansyah, "Implementasi Lean Dengan Menggunakan Value Stream Mapping Untuk Mempercepat Lead Time Proses Outbound Di Pt . X," vol. 2, no. 2, pp. 85–91, 2017.
- [9] W. Adrianto and M. Kholil, "Analisis Penerapan Lean Production Process untuk Mengurangi Lead Time Process Perawatan Engine (Studi Kasus PT.GMF AEROASIA)," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 14, no. 2, p. 299, 2016.
- [10] R. Prasetyo Lukodono and R. Soenoko, "Analisis Penerapan Metode RCM Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X) Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Program Magister Fakultas Teknik UB," *J. Rekayasa Mesin*, 2013.
- [11] M. K. Wyrwicka and B. Mrugalska, "Mirages of Lean Manufacturing in Practice," *Procedia Eng.*, vol. 182, pp. 780–785, 2017.
- [12] E. A. P. H. Putra and Z. F. Ikatrianasari, "Penerapan Lean Manufacturing melalui Metode Gemba Kaizen dengan Pendekatan Siklus PDCA untuk Peningkatan Produktivitas di PT. XYZ, Bekasi," *Magister Tek. Ind.*, vol. ISBN : 978, pp. 978–979, 2012.
- [13] D. T. Matt and E. Rauch, "Implementation of lean production in small sized enterprises," *Procedia CIRP*, vol. 12, pp. 420–425, 2013.
- [14] R. N. Yusfi and T. P. Damanhur, "Study Of Solid Waste Characteristics And Recycle Potential In Cikapundung Riverbanks," *J. Tek. Lingkungan.*, vol. 18, no. 2, pp. 155–166, 2012.
- [15] M. Rossini, F. Costa, A. P. Staudacher, and G. Tortorella, "Industry 4.0 and lean production: An empirical study," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 13, pp. 42–47, 2019.
- [16] R. Sundar, A. N. Balaji, and R. M. Satheesh Kumar, "A review on lean manufacturing implementation techniques," *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 1875–1885, 2014.
- [17] D. Triagus Setiyawan, S. Soeparman, and R. Soenoko, "Minimasi Waste Untuk Perbaikan Proses Produksi Kantong Kemasan Dengan Pendekatan Lean Manufacturing," *J. Eng. Manag.*

Industrial Syst., vol. 1, no. 1, pp. 8–13, 2013.

- [18] R. Hutagaol, “Analysis of the Implementation of Nursing Professional Values in Referral Hospitals Jakarta: Fishbone Analysis,” *Int. J. Nurs. Heal. Serv.*, vol. 2, no. 1, pp. 108–116, 2019.
- [19] Nasir, “FISHBONE STRATEGY IN TEACHING ENGLISH IN INDONESIA: A TOOL,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [20] H. P. Bloch, “Root Cause Failure Analysis,” in *Petrochemical Machinery Insights*, 2017.