

## Optimasi Waktu *Cleaning Mold* dengan Metode *Single Minute Exchange of Dies & Design for Manufacture*

Putra Darmawan<sup>1\*</sup>, Ilham Gusti Wijayanto<sup>1</sup>, Ari Supriadi<sup>1</sup>, Zulfa Ikatrinasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta

<sup>2</sup> Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta

\*Email korespondensi penulis : [darmawanputra506@gmail.com](mailto:darmawanputra506@gmail.com)

### Abstrak

*Section Mold* memiliki tugas untuk menyiapkan *mold* yang akan digunakan dalam proses *curing*. Dalam pelaksanaannya, proses pembersihan *mold* berpotensi kehilangan waktu karena *mold* memiliki suhu tinggi dan tidak dapat melakukan proses pembersihan dengan *bead glass*. *Mold* membutuhkan waktu sekitar 240 menit untuk mendingin sebelum memasuki proses pembersihan, sehingga mengganggu kelangsungan proses *curing*. Berdasarkan grafik perbandingan jenis *loss time curing* periode Maret hingga Mei 2023, *loss time* tertinggi diperoleh pada *cleaning mold* dengan 833.504 menit atau 13.891,73 jam (93% *loss time waste curing*). Hasil penelitian dengan metode *Single Minute Exchange of Dies* dan *Design for Manufacture* menunjukkan bahwa hasilnya dapat mengurangi *loss time* akibat waktu tunggu *cleanin mold ex problem* mesin dari 314,42 menit menjadi 110,22 menit. Penghematan waktu 204,20 menit (65%) dari aktivitas *cut-off* waktu penyiapan yang tidak efektif. Penerapan metode *Single Minute Exchange of Dies* melibatkan perubahan dari 13 kegiatan menjadi 8 kegiatan internal. Penerapan metode *Design for Manufacture* menghasilkan estimasi total biaya desain sebesar Rp. 4.178.817,13.

**Kata Kunci:** *Cleaning Mold, Mold, Loss Time, Section Mold, Curing*

### Abstract

*The Section Mold is responsible for preparing molds used in the curing process. In practice, the mold cleaning process risks time loss due to its high temperature, preventing effective cleaning with bead glass. The mold requires approximately 240 minutes to cool down before undergoing cleaning, disrupting the continuity of the curing process. Based on a comparison graph of curing loss time types from March to May 2023, the highest loss time was attributed to cleaning mold, totaling 833,504 minutes or 13,891.73 hours (93% of the total loss time waste during curing). Research findings employing the Single Minute Exchange of Dies and Design for Manufacture methods indicate a reduction in wait time for cleaning mold due to machine problems from 314.42 minutes to 110.22 minutes. This translates to time savings of 204.20 minutes (65%) from ineffective setup cutoff activities. Implementing the Single Minute Exchange of Dies method involved reducing activities from 13 to 8 internal processes. Meanwhile, applying the Design for Manufacture method estimated the total design cost at Rp. 4,178,817.13.*

**Keywords:** *Cleaning Mold, Mold, Loss Time, Section Mold, Curing*

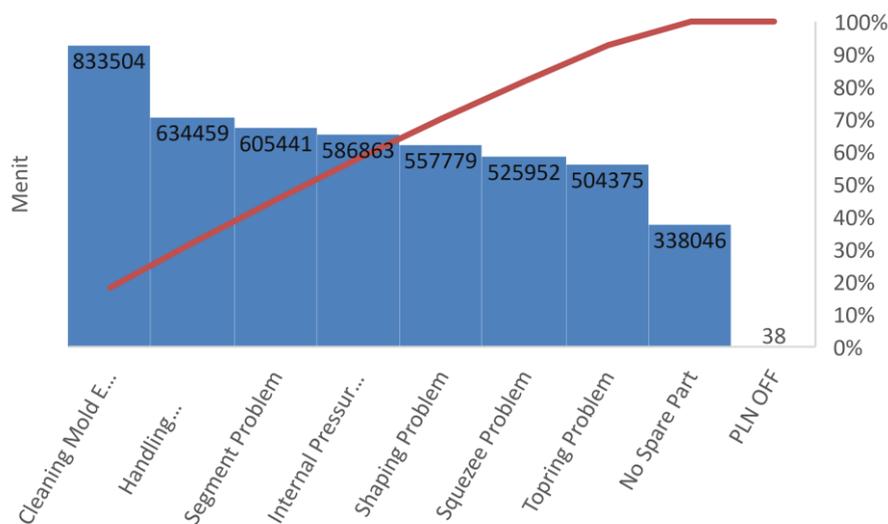
## 1. Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan yang memberikan konsumen detail pilihan produk untuk suatu produk. Hal ini menyebabkan tingginya tingkat persaingan bisnis di era ekonomi global terjadi sehingga setiap perusahaan dituntut untuk berinovasi dalam sistem produksi dan penjualan untuk meningkatkan daya saing (Suprihatini & Maarif, 2018). PT CAR merupakan perusahaan yang memproduksi ban dan memiliki 6 pabrik produksi. Ban truk dan bus (Pabrik A), ban sepeda motor (Pabrik B), ban dalam motor (Pabrik C), ban balap, SUV/truk ringan, untuk musim salju dan ban komersil (Pabrik D), penutup karet/*flap* (Pabrik E) dan ban truk bus radial (Pabrik R). Penelitian ini berfokus pada sistem produksi Pabrik D yang didukung oleh 5 Departemen yaitu Departemen *Material Reinforce*, Departemen *Material Non Reinforce*, Departemen *Building*, Departemen *Curing*



dan Departemen *Final Inspection*. Departemen *Curing* didukung oleh 4 *Section*, yaitu *green inner painting*, *bladder injection*, *mold*, *repair buffing* (PT. CAR, 2023).

*Section Mold* merupakan salah satu bagian produksi yang bertugas menyiapkan *mold* yang akan digunakan dalam proses *curing*. Dalam pelaksanaannya, proses *cleaning mold* berpotensi kehilangan waktu karena *mold* memiliki suhu tinggi dan tidak dapat melakukan proses pembersihan dengan *bead glass*. *Mold* membutuhkan waktu sekitar 240 menit untuk mendinginkan sebelum memasuki proses pembersihan, yang mengganggu kelangsungan proses *curing* dan dapat mengganggu kelancaran proses *curing* serta meningkatkan risiko kecelakaan bagi operator (luka bakar).



**Gambar 1.** Pareto Chart Loss Time Curing Maret-Mei 2023  
Sumber: Data produksi Perusahaan

Grafik di atas menggambarkan data *loss time curing* pada periode Maret hingga Mei 2023, dengan *loss time* tertinggi pada proses pembersihan *mold* ex problem mesin senilai 833.504 menit atau 93% dari total *loss time waste curing*. Hal inilah yang mendasari penelitian ini dengan judul "*Optimasi Waktu Cleaning Mold dengan Metode Single Minute Exchange of Die & Design for Manufacture*". Penelitian ini menggunakan konsep *lean manufacturing* sebagai landasan teoritis untuk meningkatkan efisiensi lini produksi industri dengan meningkatkan nilai produk dan profitabilitas perusahaan dengan menghilangkan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (Ristyowati, Muhsin, & Nurani, 2017).

*Single Minute Exchange of Dies* (SMED) adalah metode pengembangan *Lean Manufacturing* yang digunakan untuk mempercepat waktu *set-up* dari memproduksi satu jenis produk ke jenis produk lainnya. Dalam masalah produksi waktu *set-up* merupakan bentuk pemborosan yang harus dihilangkan dalam konsep *lean manufacturing* karena tidak menambah nilai dan mengakibatkan proses yang tidak efisien. (Desai, 2017). *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) digunakan sebagai metode untuk mempercepat waktu *set-up* dari proses produksi, sementara *Design for Manufacture* (DFM) diterapkan untuk meminimalkan biaya perakitan perancangan alat *cooling mold*. Tujuan utama adalah mengurangi *loss time* tunggu *cleaning mold* dan meningkatkan efisiensi proses *curing*.

## 2. Metodologi

### 2.1. Teknik Pengumpulan Data

Data yang diambil adalah data kualitatif dan data kuantitatif yang dikumpulkan melalui observasi dan studi pustaka di PT PCR Plant DK *Department Curing Section Mold Service*. Pengumpulan data dilakukan dengan terjun langsung ke lapangan (Data Primer) dan mengambil dari beberapa arsip seperti dokumen pendukung (instruksi kerja lapangan), spesifikasi, dan lembar cek. (Anggito & Setiawan, 2018).

## 2.2 Teknik Analisis

### 2.2.1 Metode Desain Untuk Manufaktur

*Design For Manufacture* (DFM) adalah metode pencapaian produksi efektif yang berperan dalam menciptakan biaya produksi yang rendah tanpa mengorbankan kualitas produk. Metode ini umumnya diterapkan pada tahap perancangan sistem dengan menguraikan komponen produk berdasarkan biaya dan kompleksitas proses pembuatannya. Perkiraan biaya yang akurat dapat diperoleh. Menurutnya, langkah-langkah implementasi DFM untuk mengurangi biaya produksi adalah: (Carolla, 2019)

1. Optimasi Produk

Pemilihan material dan faktor proses manufaktur yang tepat oleh tim perancang sistem berpotensi meningkatkan efektivitas pembiayaan secara berkelanjutan.

2. Meninjau Kembali Desain

Tahap ini merupakan salah satu langkah untuk mengukur efektivitas kinerja produksi dengan meninjau desain sebelum diproses di bengkel manufaktur. Metode *review* ini dilakukan antar departemen di perusahaan (tim lintas fungsi) untuk mendapatkan opini objektif mengenai desain *invoice*.

3. Melakukan Diskusi

Selain kegiatan *review* yang dilakukan antar departemen, juga diadakan diskusi yang membahas fungsi desain, pemilihan material, dan konstruksi manufaktur yang dilakukan secara khusus oleh desainer, teknisi, dan pelanggan internal.

Keputusan yang dibuat dengan metode DFM dapat mempengaruhi *lead time* produk, biaya pengembangan produk, dan kualitas produk. Hal ini dapat dicapai melalui pengurangan biaya produksi, peningkatan kualitas produk, efisiensi waktu, dan meminimalkan biaya modal peralatan yang dibuat dengan metode DFM dapat mempengaruhi *lead time* produk, biaya pengembangan produk, dan kualitas produk. Ini dapat dicapai melalui pengurangan biaya produksi, peningkatan kualitas produk, efisiensi waktu, dan meminimalkan biaya modal peralatan. (Yuan & Sun, 2018)

### 2.2.2 Uji Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data dilakukan untuk menentukan kesamaan data pengukuran *runtime* yang dihitung dalam batas peta kontrol. Ini dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata waktu proses, dan standar deviasi, serta batas kontrol atas dan batas kontrol bawah. Keseragaman data dapat diidentifikasi dengan memastikan bahwa hasil uji keseragaman berada di antara batas kontrol atas dan bawah, yang disebut sebagai kondisi *in-control*. Berikut adalah langkah-langkah untuk menguji keseragaman data, bersama dengan rumus yang digunakan. (Putra & Jakaria, 2022)

1. Hitung rata-rata semua data pengamatan.

$$x = \frac{\sum \pi r^2}{n}$$

2. Hitung deviasi standar aktual dari waktu penyelesaian.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - x)^2}{n - 1}}$$

3. Tentukan Batas Kontrol Atas dan Batas Kontrol Bawah

$$BKA = x + k(\sigma)$$

$$BKB = x - k(\sigma)$$

### 2.2.3 Uji Kecukupan Data

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan apakah jumlah data pengukuran *runtime* telah menggambarkan populasi data waktu produksi. Data dapat diberitahu untuk memenuhi kualifikasi jika nilai  $N' < N$ , dan tidak cukup jika  $N' > N$ . Jumlah data tersebut kemudian dihitung berdasarkan rumus

matematika kecukupan data sebagai berikut. (Yanto, 2020)

$$N' = \left( \frac{s \cdot k \sqrt{N \cdot X^2 - (X)^2}}{X} \right)^2$$

Informasi:

N' : Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan

S : Tingkat presisi

K : Kesalahan (tabel distribusi normal.)

(95% Tingkat Kepercayaan maka k = 1,96 dan 68% Tingkat Kepercayaan maka k =

1)

x : Data pengamatan

N : Jumlah pengamatan yang dilakukan N' < N menunjukkan bahwa data tersebut representatif.

### 2.2.4 Menganalisis Waktu Kerugian Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Mengevaluasi hasil analisis kausal (*fishbone* diagram) maka diperoleh implementasi perbaikan dari faktor manusia, metode, mesin, dan material. Setelah memperbaiki waktu *set-up* menggunakan metode *Single Minutes Exchange Die* (SMED), diperoleh perbandingan *loss time cleaning mold* sebelum dan sesudah perbaikan.

### 2.2.5 Analisis Waktu Kerugian

Analisis ini dilakukan setelah mengevaluasi faktor-faktor penyebab dengan menggunakan metode *fishbone* dalam menentukan faktor-faktor penyebab *loss time*, kemudian diperoleh implementasi perbaikan dari faktor manusia, metode, mesin, dan material. Kemudian analisis ini akan membandingkan nilai *lost time* sebelum evaluasi desain dilakukan dan setelah dilakukan perbaikan *set-up time* dengan menggunakan metode *Single Minutes Exchange Die* (SMED), akan diperoleh perbandingan *loss time* tunggu *cleaning mold* (Sidiq, 2019).

## 3. Analisis Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Hasil

#### 3.1.1. Mengatur Kegiatan Sebelum Implementasi SMED

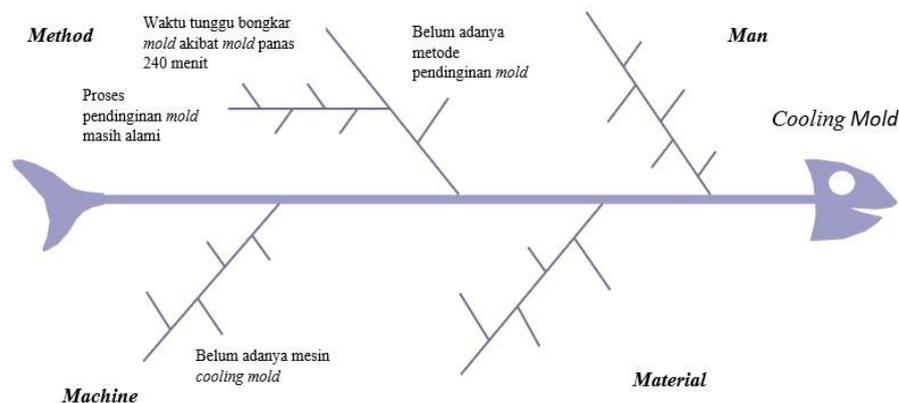
Pada proses *set up* mesin pembersih *mold* sebelumnya, memiliki waktu 304,42 menit. Proses ini memakan waktu yang cukup lama, karena suhu cetakan yang tinggi, data elemen gerakan *setup* yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Deskripsi Pekerjaan Membersihkan *Mold*

Tidak	Urutan Pekerjaan	Waktu (menit)
	<b>Proses persiapan</b>	
1	Cetakan pendingin manual.	240,00
2	Periksa masalah cetakan yang sebenarnya & nomor cetakan bawah atas.	5,26
3	Siapkan cetakan yang akan dibersihkan di bawah hoist.	5,24
4	Buka cetakan & Tempatkan segmen yang ditata menggunakan hoist.	3,20
5	Pastikan cetakan terhubung satu sama lain dengan benar menggunakan baut.	0,25
	<b>Proses Pembersihan Cetakan</b>	
6	Nyalakan mesin & letakkan cetakan di atas meja pembersih dan pastikan semua katup angin terbuka.	2,00
7	Mengatur lamanya waktu pembersihan otomatis.	0,26
8	Pengaturan tekanan angon = 6 kg / cm <sup>2</sup>	0,28
9	Mulai proses pembersihan secara otomatis.	0,25
	Proses Setelah Membersihkan Jamur	
10	Lepaskan cetakan dari meja pembersih dengan hoist & letakkan di atas palet untuk proses lubang ventilasi.	1,44

11	Periksa panjang bor sebelum proses lubang ventilasi.	1,82
12	Proses lubang ventilasi dimulai dari font, ketika lubang ventilasi memeriksa penampilan cetakan cetakan berubah bentuk dan keropos.	10,20
13	Beri tanda (-) jika ada lubang ventilasi mampet, cetakan berubah bentuk, cetakan keropos maka beri identitas NG.	2,76
14	Berikan identitas (OK) jika tidak ada lubang ventilasi yang tersedak	2,90
15	Semprotkan sisa debu dengan angin setelah proses lubang ventilasi selesai.	10,15
16	Oleskan minyak sidering dengan minyak Tundralik-52.	5,90
17	Periksa kondisi cetakan &; Simpan cetakan.	5,15
18	Isi checkseet membersihkan cetakan.	3,69
19	Tutup cetakan &; beri identitas cetakan yang bersih dan siap disimpan.	3,67
<b>SELURUH</b>		<b>304,41</b>

### 3.1.2. Analisis Fishbone Diagram

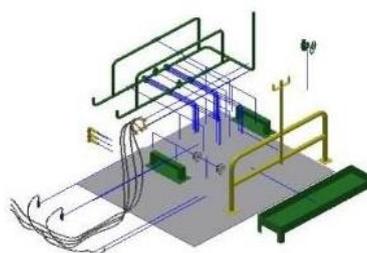


**Gambar 2.** Diagram tulang ikan

Penggunaan analisis diagram tulang ikan dilakukan untuk mengetahui penyebab *loss time* dalam proses pembersihan  *mold*. Jadi berdasarkan analisa diatas dapat dijelaskan bahwa masalah waktu tunggu pembersihan  *mold* dengan waktu yang paling lama disebabkan oleh tidak adanya metode pendinginan  *mold* yang cepat, proses pendinginan  *mold* masih dilakukan secara alami tanpa bantuan alat. Secara keseluruhan, waktu penyiapan proses pembersihan  *mold* adalah 304,42 menit dengan nilai waktu tunggu pembersihan  *mold* menyumbang pemborosan terbesar yaitu 240 menit. Ini tidak sebanding dengan waktu tunggu untuk proses lain dalam pengaturan pembersihan  *mold* yang hanya membutuhkan waktu 64,42 menit. Masalah *waste time* diatas membutuhkan solusi berupa desain pendingin  *mold* untuk mempercepat proses pendinginan  *mold* sebelum memasuki proses pembersihan.

### 3.1.3. Perencanaan Alat

Desain peralatan pendingin dalam proses pengaturan pembersihan  *mold* dilakukan untuk meningkatkan efisiensi waktu tunggu. Peneliti menggunakan aplikasi  *autocad* sebagai ilustrasi desain (gambar 3) yang dilengkapi dengan komponen penyusun alat pada Tabel 2.



**Gambar 3.** Desain Alat

**Tabel 2.** Komponen penyusun alat

Tidak Komponen	Nama Komponen	Bahan	Jumlah
1	Pipa Besi	Besi	2
2	Regulator Filter Udara	CPFRLB2	2
3	Dukungan Pipa	Galvanis	2
4	Uap Fleksibel	Tahan karat 304	8
5	Sandaran Fleksibel	Galvanis	1
6	Katup Gerbang	Kuningan	6
7	Neple/Soket Sambungan Cepat	Tembaga	5
8	Nilai utama	Baja tahan karat 316	1
9	Pengukur Tekanan	Baja hitam	2
10	Wadah	Besi	1
11	Lutut Hitam	Besi	7

### 3.1.4. Pengolahan Data

Peneliti mengambil data sampel untuk 30 percobaan untuk menghitung waktu tunggu pendinginan *mold* dalam *set up* proses pembersihan *mold*. Uji coba ini berlangsung dari 1 Maret 2023 hingga 30 Maret 2023. Rekap data waktu tunggu selama masa uji coba ini dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini:

**Tabel 3.** Data Waktu Tunggu

Pengambilan Data ke-	Waktu Proses (Menit)	Pengambilan Data ke-	Waktu Proses (Menit)
1	241,47	16	240,77
2	240,78	17	240,16
3	241,58	18	240,81
4	241,83	19	241,12
5	240,25	20	240,32
6	241,32	21	240,26
7	241,13	22	240,63
8	240,36	23	240,64
9	240,69	24	240,42
10	241,03	25	240,54
11	240,50	26	240,45
12	240,10	27	240,84
13	239,31	28	240,34
14	240,30	29	240,23
15	240,19	30	240,38

### 3.1.5. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan pada 30 data waktu tunggu yang dimiliki kemudian dengan melakukan perhitungan rata-rata sebagai berikut:

$$x = \frac{\sum \pi r^2}{n}$$

$$x = \frac{241,7 + 240,78 + 241,58 + \dots + \dots + 240,3}{30}$$

$$x = 240,63 \text{ menit}$$

Setelah mencari nilai rata-rata data (x), maka nilai deviasi baku akan ditemukan dengan menggunakan persamaan matematika sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Xi - x)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(241,7 + 240,78 + 241,58 + \dots + \dots + 240,3)^2}{30 - 1}}$$

$$\sigma = 0,52$$

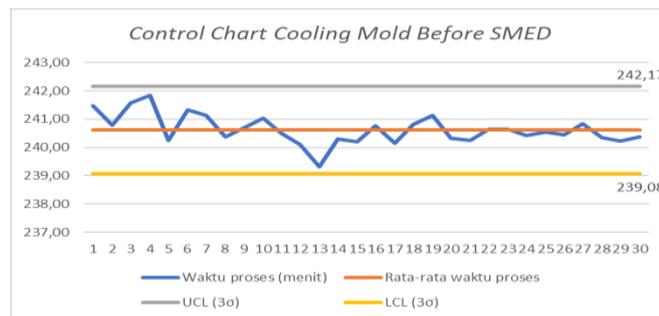
Kemudian, dalam menentukan keseragaman data, peneliti menetapkan nilai batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) menggunakan persamaan matematika.

$$BKA = x + k (\sigma)$$

$$BKA = 240,63 + 3 (0,52) = 242,17$$

$$BKB = x - k (\sigma)$$

$$BKB = 240,63 - 3 (0,52) = 239,08$$



Gambar 4. Bagan Kontrol Sebelum SMED

### 3.1.6. Uji Kecukupan Data

Perhitungan kecukupan data eksperimen dalam penelitian ini menggunakan asumsi tingkat kepercayaan atau derajat akurasi 95%  $\approx 2$ , dan tingkat akurasi 5%, sehingga  $k/s = 40$ . Jadi berdasarkan perhitungan tersebut, jumlah percobaan yang harus dilakukan adalah 30 sampel. Hasil ini diperoleh berdasarkan perhitungan uji kecukupan data sebagai berikut.

$$N' = \left( \frac{s \cdot k \sqrt{N \cdot X^2 - (X)^2}}{X} \right)^2$$

$$N' = 0,00709352$$

Hasil perhitungan diatas menghasilkan  $N'$  sebesar 0,007 yang jika dibandingkan dengan nilai tabel  $N$  akan menghasilkan perbandingan  $N' < N$ . Sehingga nilai ini menunjukkan bahwa jumlah data yang dibutuhkan dalam penelitian ini telah terpenuhi sehingga tidak perlu mengambil kembali data.

### 3.1.7. Perhitungan Biaya Komponen

Pengolahan data ini dilakukan untuk menghasilkan estimasi harga yang efektif dalam perancangan peralatan pembersih *mold* yang dilakukan dengan metode DFM tabel 4 menyajikan data rekapitulasi proses manufaktur yang dibutuhkan dari masing-masing komponen standar.

Tabel 4. 30 Upaya Data Waktu Tunggu

Komponen	Detail Proses	Mesin	Waktu (Menit)	Biaya Listrik (Rp)
	1. Potong pipa besi 10 batang (10 m)	GP	5	252,39
	2. Las 10 buah pipa besi + 8 lutut	Las	80	908,77
	1. Las kran kecil 6 buah	Las	36	409,05
	1. Potong siku 6 buah	GP	6	303,00
	2. Potong 2 pelat dudukan pipa	GP	8	402,99
	3. Las 6 siku dengan 2 piring	Las	8	90,67
	1. Potong dudukan besi siku 1 m dibagi 4	GP	4	202,10

	2. Potong piring dibagi 4 (2 persegi + 2 persegi panjang)	GT	2	28,75
	3. Potong dasar wadah	GT	10	144,21
	4. Pengelasan 4 buah dudukan besi siku + 4 buah plat + 1 plat alas kontainer	Si	16	182,02
	1. Potong dasar pipa pagar	GT	5	71,93
	2. Potong 4 pipa pagar sepanjang 1 m	GP	4	202,10
	3. Potong pipa sandaran fleksibel 1 m	GP	1	50,60
	4. Sayap Pipa Bayar	Si	6	68,17
	5. Pencadangan fleksibel	Si	6	68,17
	6. Pipa pagar las tengah	Si	6	68,17
	7. Pembayaran pipa + 2 lutut	Si	16	182,02
	1. Gelombang utama rambut	Si	10	113,85
	1. Pasang baut katup sayap	-	18	-
	1. Las Pengukur Tekanan	Si	6	68,17
<b>SELURUH</b>				<b>8.817,13</b>

Arus listrik yang dipasok PLN ke perusahaan adalah 10kVA yang termasuk dalam kategori grup B-2/TR (5501 VA – 200 kVA) seharga Rp. 1.515,72/kWh. Menggunakan rumus persamaan untuk menentukan biaya listrik adalah sebagai berikut.

$$Electric\ Cost = \frac{Electric\ Power \times Time(Minute)}{1000 \times 1.512,72}$$

*Electric Power of Cutting Grinders (CG) = 2000 watt*

*Electric Power of Hand Grinders (HG) = 570 watt*

*Electric Welding Power = 450 watt*

### 3.1.8. Pengurangan Biaya Komponen

Dalam desain penelitian ini terdapat beberapa komponen yang dibuat secara manual. Sistem pengurangan biaya komponen dengan menggunakan kembali komponen bekas. Pada pembahasan kali ini, kita juga akan membahas perbandingan biaya produksi menggunakan komponen bekas standar Misumi dan komponen baru yang akan disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Pengurangan Biaya Komponen

Tidak	Nama Komponen	Koponen Bekas Biaya (Rp)	Biaya Komponen Baru (Rp)
1	Pipa Besi	115,000	290,000
2	Regulator Filter Udara	950,000	1,480,000
3	Dukungan Pipa	25,000	120,000
4	Uap Fleksibel	1,600,000	5,440,000
5	Sandaran Fleksibel	25,000	331,815
6	Katup Gerbang	595,000	720,000
7	Neple/Cepat	420,000	560,000
8	Katup Utama	125,000	650,000
9	Pengukur Tekanan	66,000	400,000
10	Wadah	25,000	200,000
11	Lutut Hitam	154,000	420,000
<b>SELURUH</b>		<b>4,175,000</b>	<b>10,611,815</b>

3.1.9. Tahap I – Internal & Pengaturan Pemisahan Eksternal

**Tabel 6.** Deskripsi Pekerjaan Membersihkan *Mold*

Tidak	Urutan Pekerjaan	Waktu (menit)	Seksi Kegiatan
<b>Proses persiapan</b>			
1	Cetakan pendingin manual	240,00	Intern
2	Periksa masalah cetakan yang sebenarnya & nomor cetakan bawah atas	5,26	Intern
3	Siapkan cetakan yang akan dibersihkan di bawah kerekan	5,24	Eksternal
4	Buka cetakan & Tempatkan segmen yang ditata menggunakan hoist	3,20	Intern
5	Pastikan cetakan terhubung satu sama lain dengan benar menggunakan baut	0,25	Eksternal
<b>Proses Pembersihan Cetakan</b>			
6	Nyalakan mesin & letakkan cetakan di atas meja pembersih dan pastikan semua katup angin terbuka	5,00	Intern
7	Mengatur lamanya waktu pembersihan otomatis	1,26	Intern
8	Pengaturan tekanan angon = 6 kg / cm <sup>2</sup>	1,28	Intern
9	Mulai proses pembersihan secara otomatis	5,25	Intern
<b>Proses Setelah Membersihkan Jamur</b>			
10	Keluarkan cetakan dari meja pembersih dengan hoist & letakkan di atas palet untuk proses lubang ventilasi	1,44	Intern
11	Periksa panjang bor sebelum proses lubang ventilasi	1,82	Intern
12	Proses lubang ventilasi dimulai dari font, ketika lubang ventilasi memeriksa penampilan cetakan cetakan berubah bentuk dan keropos	10,20	Intern
13	Beri tanda (-) jika ada lubang ventilasi mampet, cetakan berubah bentuk, jamur keropos maka beri identitas NG	2,76	Eksternal
14	Berikan identitas (OK) jika tidak ada lubang ventilasi yang tersedak	2,90	Eksternal
15	Semprotkan sisa debu dengan angin setelah proses lubang ventilasi selesai	10,15	Intern
16	Oleskan minyak sidering dengan minyak Tundralik-52	5,90	Intern
17	Periksa kondisi cetakan & Simpan cetakan	5,15	Eksternal
18	Isi checkseet membersihkan cetakan	3,69	Intern
19	Tutup cetakan & beri identitas cetakan yang bersih dan siap	3,67	Eksternal
<b>SELURUH</b>		<b>304,41</b>	

3.1.10. Tahap II – Pengaturan Konversi Internal ke Eksternal

**Tabel 7.** Mengubah Kegiatan Internal dan Eksternal

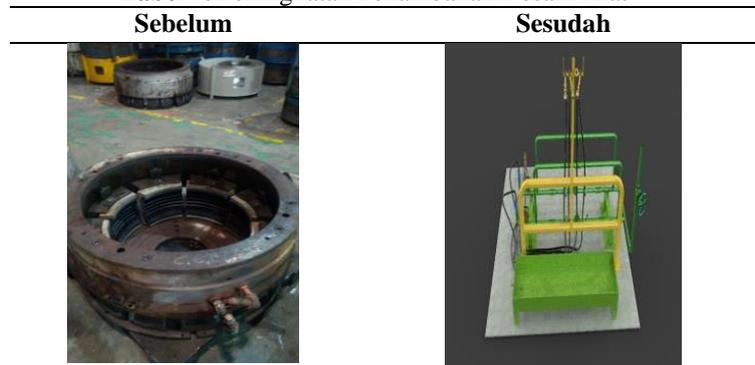
Tidak	Urutan Pekerjaan	Waktu (menit)	Seksi Kegiatan
<b>Proses persiapan</b>			
1	<b>Wadah Cetakan Pendingin</b>	<b>45,00</b>	<b>Intern</b>
2	Periksa masalah cetakan yang sebenarnya & nomor cetakan bawah atas	5,26	Intern
3	Siapkan cetakan yang akan dibersihkan di bawah kerekan	5,24	Eksternal
4	Buka cetakan & Tempatkan segmen yang ditata menggunakan hoist	3,20	Intern
5	Pastikan cetakan terhubung satu sama lain dengan benar menggunakan baut	0,25	Eksternal
<b>Proses Pembersihan Cetakan</b>			
6	Nyalakan mesin & letakkan cetakan di atas meja pembersih dan pastikan semua katup angin terbuka	2,00	Intern
7	Mengatur lamanya waktu pembersihan otomatis	0,30	Intern

8	Pengaturan tekanan angon = 6 kg / cm <sup>2</sup>	0,35	Intern
9	Mulai proses pembersihan secara otomatis	5,25	Intern
<b>Proses Setelah Membersihkan Jamur</b>			
10	Keluarkan cetakan dari meja pembersih dengan hoist & letakkan di atas palet untuk proses lubang ventilasi	1,44	Intern
11	Periksa panjang bor sebelum proses lubang ventilasi	0,20	Intern
12	Proses lubang ventilasi dimulai dari font, ketika lubang ventilasi memeriksa penampilan cetakan cetakan berubah bentuk dan keropos	10,20	Intern
13	Beri tanda (-) jika ada lubang ventilasi mampet, cetakan berubah bentuk, jamur keropos maka beri identitas NG	2,76	Eksternal
14	Berikan identitas (OK) jika tidak ada lubang ventilasi yang tersedak	2,90	Eksternal
15	Semprotkan sisa debu dengan angin setelah proses lubang ventilasi selesai	10,15	Intern
16	Oleskan minyak sidering dengan minyak Tundralik-52	5,90	Intern
17	Periksa kondisi cetakan & Simpan cetakan	5,15	Eksternal
18	Isi checkseet membersihkan cetakan	1,00	Intern
19	Tutup cetakan & beri identitas cetakan yang bersih dan siap disimpan	3,67	Eksternal
<b>SELURUH</b>		<b>110,22</b>	

### 3.1.11. Tahap III – Penyederhanaan Semua Aspek Operasi Pengaturan

1. Pada proses pengaturan pendinginan *mold* masih menggunakan metode alami yaitu *mold* hanya dibiarkan/dianginkan selama 4 jam. Perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini adalah menambahkan desain pendingin *mold* dengan air pendingin *sebagai* bahan pendingin *mold* sehingga dapat memfasilitasi/mempercepat proses waktu tunggu pembersihan *mold*.

**Tabel 7.** Peningkatan Penambahan Desain Alat



2. Pemimpin produksi harus memiliki metode yang tepat dan efektif agar proses pendinginan *mold* tidak dilakukan dalam waktu yang bersamaan.
3. Kepala Koordinator bidang produksi bagian cetakan harus dapat menjamin alat bongkar *mold* lengkap tersedia *spare part* dan tidak ada *waste time* waktu menunggu pendinginan & dan pembersihan *mold*.

### 3.1.12. Analisis Waktu Pengaturan Setelah Implementasi SMED

Dalam penerapan SMED, kegiatan *set-up* dalam proses pembersihan *mold* dapat dilakukan saat mesin dinyalakan. Frekuensi *set-up* di setiap mesin berbeda sesuai dengan aktivitas yang dilakukan. Total waktu *set-up* mesin pada proses pembersihan *mold* sebelum penerapan SMED adalah 314,42 menit, setelah penerapan metode SMED total waktu dari proses pembersihan adalah 110,22 menit. Penghematan waktu yang diperoleh setelah menerapkan metode SMED adalah 204,20 menit. Penghematan 204,20 menit waktu *set-up* dapat digunakan sebagai waktu operasional dalam proses pembersihan *mold* sehingga produktivitas perusahaan akan meningkat.

**Tabel 7.** Perbandingan Waktu Sebelum dan Sesudah Implementasi SMED

Tidak	Nama Mesin	Sebelum SMED	Setelah SMED
1	Cetakan Pendingin	314,42	110,22

**Tabel 8.** Perbandingan Waktu Sebelum dan Sesudah Implementasi SMED

Tidak	Aktivitas	Sebelum SMED (detik)	Setelah SMED (detik)
1	Proses pembersihan otomatis	796	429
2	Proses setelah membersihkan cetakan	2888	2617
	<b>Total Waktu</b>	3684	3046

### 3.1.13. Analisis Peningkatan Produktivitas dari Pengurangan Waktu Pengaturan

Dalam penerapan metode SMED, waktu pengaturan dapat dikurangi 204,20 menit / cetakan. Waktu *set-up* 204,20 menit/cetakan dapat digunakan untuk memasak ban BX551 karena dilihat dari ukuran *ghant chart* paling banyak diproduksi adalah ban BX551 dengan biaya ini di pasaran sebesar Rp. 218.479 dan waktu proses pemasakan ban ini adalah 15 menit.

Dapat diproduksi 204.20 menit/15 menit = 13 pcs ban BX551. jika dalam satu shift perusahaan dapat meningkatkan produksinya sebesar 13 pcs/shift, maka dalam satu bulan perusahaan dapat meningkatkan ban BX551 sebesar 1.170 pcs/bulan. Rp. 218.479 x 1.170 pcs = Rp. 255.620.430 per bulan keuntungan yang diperoleh perusahaan setelah penerapan metode SMED dan peningkatan produktivitas dari pengurangan *set-up time*.

## 3.2. Pembahasan

Pada penelitian terdahulu terdapat studi kasus akan tetapi hanya menggunakan single method SMED saja. Penelitian tersebut menghasilkan pengurangan waktu penyiapan sebesar 65% dan estimasi dampak ekonomi tahunan sebesar 0,9% dari volume penjualan perusahaan (Carrizo Moreira & Torres Garcez, 2013). Penelitian lain ada juga yang menggunakan kombinasi metode SMED dan 5S dan menghasilkan pengurangan waktu pergantian mesin cetak flatbed di industri tekstil di Pakistan, dan mampu mengurangi waktu pergantian dari 142 menit menjadi 117 menit, sehingga meningkatkan produktivitas secara keseluruhan (Bukhsh et al., 2021). Penelitian lain yang menggunakan DMF dengan single method pada penelitian (O'Driscoll, 2002) menghasilkan sebuah praktik mendesain produk dengan mempertimbangkan manufaktur untuk mengurangi biaya dan meningkatkan kemudahan manufaktur, dan menguraikan metode untuk mengimplementasikan DFM dalam lingkungan manufaktur. Penelitian ini menggabungkan diantara kedua metode SMED dan DMF dan menunjukkan bahwa penerapan metode SMED dan DFM berhasil mengurangi waktu tunggu pembersihan mold dari 240 menit menjadi 110,22 menit, menghemat 65% waktu tunggu. Selain itu, metode DFM memperkirakan biaya desain sebesar Rp. 4.178.817,13, yang dianggap wajar dibandingkan dengan penghematan waktu yang signifikan. Pengurangan waktu tunggu sebesar 204,20 menit ini meningkatkan efisiensi dan produktivitas perusahaan.

Di samping efisiensi, metode ini juga mengurangi risiko kecelakaan kerja, seperti luka bakar, dengan mempercepat pendinginan mold. Tantangan implementasi meliputi pelatihan ulang operator dan perubahan prosedur, serta resistensi terhadap perubahan dan kebutuhan investasi. Meskipun demikian, manfaat jangka panjangnya melebihi tantangan yang ada.

Penelitian ini membuka peluang untuk penerapan lean manufacturing di bagian lain proses produksi yang juga mengalami waktu tunggu tinggi. Pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan desain mold dan proses pembersihan dengan teknologi terbaru. Secara keseluruhan, penerapan metode SMED dan DFM meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam pembersihan mold, dan perusahaan dianjurkan untuk terus mengoptimalkan proses produksi dengan metode lean manufacturing lainnya serta mendukung karyawan selama proses perubahan. Implementasi metode ini diharapkan menjadi model peningkatan efisiensi di bagian lain perusahaan.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa perancangan peralatan wadah pendingin *mold* dapat mengurangi *loss time* akibat *mold* menunggu pembersihan ex masalah mesin. Penggunaan metode *Design for Manufacture* dapat mengurangi biaya komponen, biaya perakitan, dan biaya pendukung produksi lainnya. Desain ini juga menunjukkan pengurangan waktu kerugian yang dapat dilihat dari perbandingan nilai sebelum implementasi SMED, yaitu 304,42 menit menjadi 109,42 menit setelah implementasi SMED dengan total penghematan waktu 195 menit. Desain wadah cetakan pendingin memiliki total perkiraan biaya perakitan dalam merancang alat berdasarkan metode DFM sebesar Rp. 4.178.817,13.

#### Daftar Pustaka

- Anggito, A., & Setiawan, J. (2018). Metode Penelitian Kualitatif. Sukabumi: CV Jejak.
- Bukhsh, M., Khan, M. A., Zaidi, I. H., Yaseen, R., Khalid, A., Razzaque, A., & Ali, M. (2021). Productivity improvement in textile industry using lean manufacturing practices of 5s & single minute die exchange (Smed). *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 7374–7385.
- Carrizo Moreira, A., & Torres Garcez, P. M. (2013). Implementation of the Single Minute Exchange of Die (SMED) methodology in small to medium-sized enterprises: a Portuguese case study. *International Journal of Management*, 30(1), 66–88. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4025.2329>
- Carolla, B. (2019). Perancangan Ulang Desain Mortise Lock and Handle Pintu Menggunakan Metode Design For Manufacture and Assembly. *Jurnal Teknik Industri Atma Jaya*, 20-22.
- Desai, MS (2017). Peningkatan produktivitas membentuk divisi industri otomotif dengan menggunakan metodologi single minute exchange of die (SMED). *ARNP Jurnal Teknik dan Ilmu Terapan*, 2615 - 2629.
- Hidayat, D. F., Hardono, J., & Santoso, T. M. (2020) Improvement Set-up Time Using Single Minute Exchange Dies (SMED) Method at PT. HP. *Journal Industrial Manufacturing*, 5(1), 18–22.
- Karasu MK, Salum L (2018) FIS-SMED: a fuzzy inference system application for plastic injection mold changeover. *Int J Adv Manuf Technol* 94(1–4):545–559.
- Mulyana, A., & Hasibuan, S. (2017). Implementasi Single Minute Exchange of Dies untuk Optimasi Waktu Changeover Model Produksi pada Panel Telekomunikasi. *SINERGI* 21, 107-114.
- O’Driscoll, M. (2002). Design for manufacture. *Journal of Materials Processing Technology*, 122(2–3), 318–321. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(01\)01132-3](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(01)01132-3).
- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380–385, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- Otur B, Yildirim IS, Ayhan MB (2018) Single minutes exchange of die (SMED) applications at the color changeover process of plastic bottles. *Press Academia Procedia* 7(40):233–236.
- PT. PCR. (2022). Profil Perusahaan. Tangerang: PT. PCR.
- Putra, B. I., & Jakaria, R. B. (2022). Analisis dan Perancangan Sistem Kerja Industri. Sidoarjo: Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Ristyowati, T., Muhsin, A., & Nurani, P. P. (2017). Minimasi Waste Pada Aktifa Proses Produksi Dengan Konsep Lean Manufacturing (Studi Kasus PT. Sport Glove Indonesia). *Jurnal Optimasi Sistem Industri*.
- Sidiq, R. (2019). Menurunkan Waktu Proses Dandori Dengan Metode Single Minute Exchange Of Die Di Area Produksi PT ASKI. *Technologic. Technologic Politeknik Astra*, 20-27.
- Sousa E, Silva FJG, Ferreira LP, Pereira MT, Gouveia S, RRP (2018) Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manuf* 17:611–622
- Suprihatini, R., & Maarif, S. (2018). Peran Teknologi Terhadap Keunggulan Bersaing dan Strategi Peningkatan Penguasaan Teknologi di Industri. *Peran Teknologi*, 49-63.
- Yanto. (2020). Konsep Dasar dan Aplikasi Statistika Inferensi Untuk Teknik Industri. Jakarta: Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya.
- Yuan, Z., & Sun, C. (2018). Desain untuk desain parametrik berorientasi Manufaktur dan Perakitan bangunan prefabrikasi. *Otomasi dalam Jurnal Concstruction*, 13-22.