



## ANALISIS PENURUNAN WAKTU SETUP DENGAN MENGGUNAKAN SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PADA AUTOMATIC MOULDING MACHINE

Dandy Silva<sup>1</sup>, Widya Setiafindari<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri

Fakultas Sains & Teknologi Universitas Teknologi Yogyakarta

Email: <sup>1</sup>[widyasetia@uty.ac.id](mailto:widyasetia@uty.ac.id), <sup>2</sup>[dandysilva2000@gmail.com](mailto:dandysilva2000@gmail.com)

### ABSTRACT

PT XYZ is a company that has been engaged in metal casting for a long time. This company produces products in the form of wingnut spare parts. The production system used is make to order production. The obstacle faced by PT XYZ was that it was found that the setup operation process activity took quite a long time on average 40 minutes. If it continues to occur it will have an impact on delays. With these problems, PT XYZ reduced the setup time to overcome delays in completing the automatic molding machine wingnut product. Utilize the Single minute exchange of die (SMED) method to speed up setup. The SMED approach distinguishes between internal regulatory and external regulatory activities. Adjustment activities that only Internal adjustments can be made while the machine is stopped. The External Setup setup activity can be performed while the machine is running or operating. By switching to external setup instead of internal setup, setup tasks that were completed when the machine was stopped can now be completed while it is running, thereby reducing setup time. the setup operation of all these activities is carried out when the engine is off or the internal setup produces an average of 101 molds. Meanwhile, the setup time after implementing SMED can be reduced to 26.78 minutes or a decrease of 47.61%. This decrease in setup time increases productivity by 2 molds/day and if in a month with 26 working days it can add 59 molds so that in total it can produce 159 molds/month.

**Keywords:** SMED method, setup time, external setup, internal setup.

### 1. PENDAHULUAN

Pengecoran logam merupakan kegiatan manufaktur yang dilakukan PT XYZ baik untuk kebutuhan industri skala kecil maupun besar. Adapun produk yang di hasilkan dari perusahaan ini adalah produk berupa sparepart mesin industri yang digunakan sebagai pengikat atau pengunci mesin yang bernama wingnut. Perusahaan ini juga menghasilkan produk skala besar seperti pipa pompa pada mesin industri manuktur, skala kecil dapat berupa wingnut sparepart pengunci pada komponen persambungan jembatan, pengikat struktur pondasi pada industri kontruksi. Pada mesin automatic moulding mechine ini masih melibatkan para operator dalam pengoperasian mesin tidak sepenuhnya otomatis, menyebabkan proses penyiapan memakan waktu lama. bisa mencapai 40 menit/sekali setup, angka tersebut sangat tinggi dari target yang ditetapkan perusahaan yang menyebabkan keterlambatan sebesar 7 mould dalam pembuatan produk wingnut dengan menggunakan mesin automatic moulding machine. Salah satu strategi yang sedang dipertimbangkan sebagai solusi potensial untuk mempercepat setup mesin adalah metode SMED. Penggunaan strategi SMED telah terbukti mengurangi waktu pengaturan. Selain itu, SMED mampu menghilangkan kesalahan penyetulan mesin, mempercepat produksi, mengurangi biaya produksi, dan menghilangkan penumpukan. (Syafiq, 2018). Waktu penyelesaian dipengaruhi oleh waktu setup semakin tinggi waktu setup maka waktu penyelesaian akan semakin lama. jika terus terjadi maka akan berdampak pada keterlambatan pengiriman dan kerugian perusahaan. Penerapan metode tersebut merupakan salah satu cara untuk meningkatkan efektivitas. Single Minute Exchange of Die (SMED) (Linggay et al., 2015)

Dapat menurunkan waktu setup dari beberapa jam menjadi beberapa menit (Peter,2018) Untuk mengatasi keterlambatan penyelesaian produk menggunakan mesin moulding otomatis dan meningkatkan produksi wingnut, PT XYZ perlu mempersingkat waktu setup. Ini akan memungkinkan metode mempersingkat waktu penyiapan dengan .Single Minute Exchange Of Die (SMED)

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

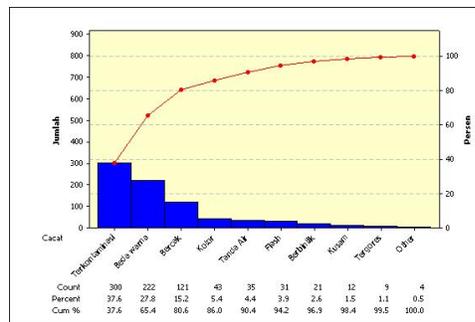
### 2.1. *Single Minute Exchange Of Die* (SMED)

Shingo Shigeo, seorang ilmuwan Jepang yang bekerja di Toyota pada tahun 1985, menemukan metode SMED. SMED digunakan untuk mempercepat setup. Arti sebenarnya dari istilah "SMED" adalah "menit tunggal", yang menunjukkan bahwa waktu penyiapan telah dikurangi menjadi "satu digit". Metode SMED memiliki beberapa teknik dan empat tahapan. Tahapan dalam metode SMED adalah

- a) Tahap 1  
Kegiatan penataan tidak membedakan antara kegiatan internal dan eksternal pada tahap ini.
- b) Tahap 2  
Pada tahap ini, pertama-tama akan membedakan antara aktivitas internal dan eksternal sebelum beralih ke aktivitas internal.
- c) Tahap 3  
Untuk meminimalisir aktivitas internal, beberapa aktivitas internal diubah menjadi aktivitas eksternal pada tahap ini. Sangat penting dan krusial karena proses penyiapan dapat dikurangi secara drastis.
- d) Tahap 4  
Ini adalah fase terakhir dari SMED. Pada tahap ini, sub-aktivitas internal dan eksternal disederhanakan dan ramping

### 2.2. Diagram Pareto

Pareto adalah metode untuk menetapkan prioritas dan memilih topik untuk didiskusikan. Diagram pareto akan membantu dalam menentukan mana dari beberapa jenis masalah yang harus diselesaikan terlebih dahulu dalam setiap aktivitas perusahaan. Vilfredo Pareto datang dengan konsep Pareto, yang mengacu pada proses menetapkan frekuensi ke karakteristik tertentu dalam suatu populasi. Kelompok kecil (20%) memberikan kontribusi terbesar (80%) pada diagram Pareto.

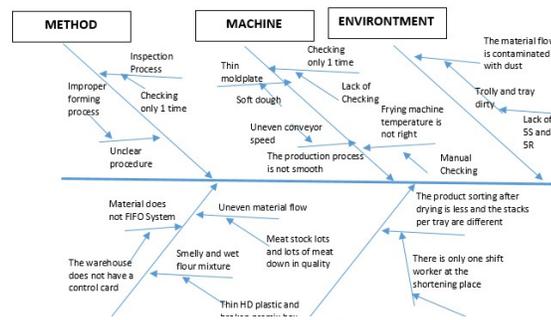


**Gambar 1** Diagram Pareto  
(Sumber: google, 2023)

### 2.3. *Fishbone* Diagram

Alat yang memberi pengguna kemampuan untuk membuat representasi grafis dan logis dari jalur yang pada akhirnya mengarah ke akar penyebab masalah atau masalah kualitas. Pada tahun 1943, Mr. Ishikawa membuatnya untuk pertama kali di Universitas Tokyo. Diagram sebab akibat memiliki dua sisi. Sisi kanan, efek sekunder, ikhtisar masalah, atau masalah kualitas Sisi kiri, di sisi lain, memberikan ikhtisar masalah

utama. Di sisi kanan, hasil yang diinginkan juga dapat ditampilkan. Sangat penting untuk terus mendefinisikan penyebab dan menghubungkannya bersama.



Gambar 2 Fishbone diagram (Sumber: Google, 2023)

2.4. Pengukuran Waktu

Pengukur memutuskan berapa banyak pengukuran yang diambil untuk pengukuran pendahuluan pertama. Biasanya sepuluh kali atau lebih. Menguji konsistensi informasi, menentukan jumlah estimasi yang diperlukan, dan melanjutkan dengan estimasi fundamental kedua jika jumlahnya kurang harus mengikuti tahap estimasi pertama ini. Berikut langkah-langkah untuk melakukan pengukuran adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Nilai Subgrup  
Perhitungan ini menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \tag{1}$$

dimana  
N = Banyak data  
x = Hasil Rata-rata awal sampai ke-n

2. Menentukan Nilai Standart Deviasi  
Perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2}}{N-1} \tag{2}$$

dimana  
N = Banyaknya pengamatan yang dilakukan  
X = Waktu penyelesaian yang teramati selama pengukuran pendahuluan yang telah dilakukan

3. Persamaan berikut digunakan untuk menguji keseragaman data perhitungan dengan menentukan Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{x} + 3 \sigma_x \\ BKB &= \bar{x} - 3 \sigma_x \end{aligned} \tag{3}$$

4. Menghitung Uji Kecukupan Data  
Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$N' = \left\lceil \frac{z \sqrt{N(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right\rceil \tag{4}$$

Dimana

K = Tingkat keyakinan

S = Derajat ketelitian

N = Jumlah data pengamatan

N' = Jumlah data teoritis

## 2.5. Pengukuran Waktu Normal

Karena kecepatan kerja pekerja yang berfluktuasi, waktu pengamatan pengukuran dinormalisasi dengan menghitung waktu normal. Metode penentuan waktu normal berbasis Sतालaksana (1979) sebagai berikut :

$$W_n = W_s * p \quad (5)$$

$$W_n = W_s \times P \text{ atau}$$

$$W_n = W_s \times (1 + Rf) \quad (6)$$

Ket

W<sub>n</sub> = Waktu Normal

W<sub>s</sub> = Waktu Siklus hasil pengamatan

P = Faktor penyesuaian diperoleh dari P = 1+Rf

$$W_b = W_n \times (1 + All) \quad (7)$$

Ket

W<sub>n</sub> = Waktu Normal

All = Kelonggaran atau Allowance

## 2.6. Performance Rating

Penilaian kecepatan disebut faktor penyesuaian atau peringkat kinerja. Menurut Niebel & Freivalds (2003), peringkat kinerja memainkan peran penting dalam evaluasi pekerjaan. Pernyataan ini menunjukkan bahwa faktor penyesuaian bertujuan untuk menormalkan hasil pengukuran pada saat pengukuran.

Berikut faktor penyesuaian Wignjosobroto (1995):

1. P > 1, menyatakan operator bekerja lebih cepat.
2. P < 1, menyatakan operator bekerja lebih lambat.
3. P = 1, menyatakan operator bekerja tidak cepat tidak lambat atau konstan

**Tabel 1** Performance Rating Westing House

SKILL			EFFORT		
Kelas	Kode	Nilai	Kelas	Kode	Nilai
<i>Super skill</i>	A1	+0.15	<i>Super skill</i>	A1	+0.13
	A2	+0.13		A2	+0.12
<i>Excellent</i>	B1	+0.11	<i>Excellent</i>	B1	+0.10
	B2	+0.08		B2	+0.08
<i>Good</i>	C1	+0.06	<i>Good</i>	C1	+0.05
	C2	+0.03		C2	+0.02
<i>Average</i>	D	0.00	<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E1	-0.05	<i>Fair</i>	E1	-0.04
	E2	-0.10		E2	-0.08
<i>Poor</i>	F1	-0.16	<i>Poor</i>	F1	-0.12
	F2	-0.22		F2	-0.17

CONDITION			CONSISTENCY		
Kelas	Kode	Nilai	Kelas	Kode	Nilai
<i>Ideal</i>	A	+0.06	<i>Ideal</i>	A	+0.04
<i>Excellent</i>	B	+0.04	<i>Excellent</i>	B	+0.03
<i>Good</i>	C	+0.02	<i>Good</i>	C	+0.01
<i>Average</i>	D	0.00	<i>Average</i>	D	0.00
<i>Fair</i>	E	-0.03	<i>Fair</i>	E	-0.02
<i>Poor</i>	F	-0.07	<i>Poor</i>	F	-0.04

(Sumber: Abdurafi 2018)

## 2.7. Allowance

Dalam menghitung waktu standar juga diperlukan untuk mendapatkan waktu standar yang tepat. Biasanya, kelonggaran diberikan karena tiga alasan berikut: untuk kebutuhan sendiri (*Personal Allowance*), kelelahan (*Fatigue Allowance*), dan kesulitan yang tidak dapat diatasi (*Delay Allowance*).

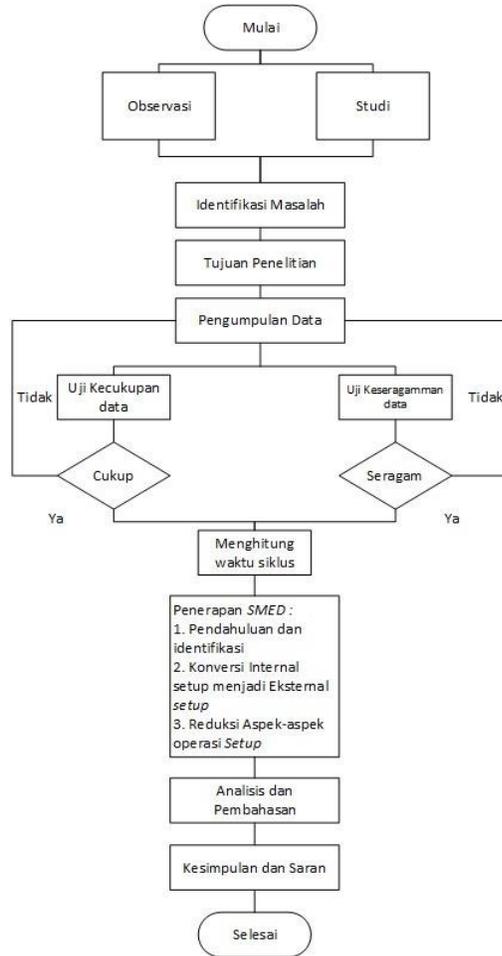
**Tabel 2 Allowance**

Faktor	Contoh pekerjaan	Kelonggaran (%)		
		Ekivalen beban	Pria	Wanita
A. Tenaga yang dikeluarkan				
1. Dapat diabaikan	Bekerja di meja, duduk	Tanpa beban	0,0 - 6,0	0,0 - 6,0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,00 - 2,25 kg	6,0 - 7,5	6,0 - 7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25 - 9,00 kg	7,5 - 12,0	7,5 - 16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00 - 18,00 kg	12,0 - 19,0	16,0 - 30,0
5. Berat	Mengayun paku yang berat	19,00 - 27,00 kg	19,0 - 3,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00 - 50,00 kg	30,0 - 50,0	
7. Luar biasa-berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg		
Faktor	Contoh pekerjaan	Kelonggaran (%)		
B. Sikap kerja				
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan		0,0 - 1,0	
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0 - 2,5	
3. Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol		2,5 - 3,0	
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang, atau depan badan		2,5 - 4,0	
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki		4,0 - 10	
C. Gerakan kerja				
1. Normal	Ayunan bebas dari paku		0	
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari paku		0 - 5	
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0 - 5	
4. Pada anggota-anggota badan teratas	Bekerja dengan tangan diatas kepala		5 - 10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di brong pertambangan yang sempit		10 - 15	
D. Kelelahan mata			Pencapaian baik	Buruk
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur		0,0 - 6,0	0,0 - 6,0
2. Pandangan yang hampir terus-menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		6,0 - 7,5	6,0 - 7,5
3. Pandangan yang terus-menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat pada kain		7,5 - 12,0	7,5 - 16,0
4. Pandangan terus-menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti		12,0 - 19,0	16,0 - 30,0
			19,0 - 30,0	30,0 - 50,0
E. Keadaan temperatur tempat kerja	Temperatur (°C)		Kelemahan normal	Berlebihan
1. Baku	Dibawah 0		Diatas 10	Diatas 12
2. Rendah	0 - 13		10 - 0	12 - 5
3. Sedang	13 - 22		5 - 10	8 - 0
4. Normal	22 - 28		0 - 5	0 - 8
5. Tinggi	28 - 38		5 - 40	8 - 100
6. Sangat tinggi	Diatas 38		Diatas 40	Diatas 100

(Sumber: Abdurrafi 2018)

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Penelitian ini dilakukan beberapa tahapan untuk bisa menyusun laporan penelitian pada PT XYZ seperti pada diagram alir dibawah ini :



**Gambar 3** Diagram Alir Penelitian  
(Sumber: Olah Data, 2023)

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1** Identifikasi Kegiatan dan Operasi Waktu *Setup*

Pada Kegiatan *setup* ini bertujuan agar mempersiapkan seluruh aktivitas atau element kerja yang berkaitan selama proses produksi. Peneliti sebelumnya telah melakukan observasi dan pengamatan sebanyak 10 kali dengan kegiatan dan *setup* yang sama kemudian diambil rata-rata waktu *setup* untuk mendapatkan data waktu *setup* awal sebelum diolah dengan metode SMED (*Single Minute Exchange of Die*).

**Tabel 3** Identifikasi *Setup* Mesin *Automatic Molding Machine*

No	Kegiatan	Waktu (menit)
1	Pengecekan Mesin	1,2
2	Pembersihan Mesin	1,25
3	Pemanasan Mesin	10
4	Mengganti Oli Mesin	8
5	Pengecekan Sensor	0,5
6	Pengaturan Suhu	0,26
7	Pengaturan Waktu Tuang	0,42
8	Pengecekan Craine	0,66

9	Menyiapkan Material	3,5
10	Menyiapkan Peralatan Kerja	1,5
11	Menyiapkan Cetakan	2,5
12	Menyiapkan Pengikat	0,5
13	Menyiapkan Pemberat	0,5
14	Pengecekan rell penempatan cetakan	1,5
15	Membersihkan Cetakan	0,5
16	Membersihkan Pemberat	0,25
17	Mengecek ukuran benda kerja	0,25
18	Melepaskan Pemberat	0,16
19	Melepaskan Pengikat	0,5
20	Pembongkaran	2,5
21	Membersihkan Produk	2
Total		38,8

(Sumber: PT XYZ, 2022)

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan untuk memperoleh waktu *setup* selama proses operasi berlangsung pada mesin *automatic moulding machine* waktu yang cukup tinggi oleh karena itu perlu dilakukan penurunan waktu *setup* agar mendapatkan waktu yang lebih cepat untuk dapat menyelesaikan produksi *wingnut* lebih cepat. Berikut data hasil pengamatan waktu *setup* di PT XYZ data yang diukur telah melakukan pembulatan keatas dalam satuan menit.

**Tabel 4** Waktu Pengamatan Proses Operasi *Setup*

Pengamatan Ke-	Waktu Proses Operasi (menit)
1	40
2	39
3	42
4	36
5	37
6	41
7	40
8	38
9	39
10	42
Rata-rata	38,8

(Sumber: PT XYZ, 2022)

#### 4.2 Penentuan *Rating Factor & Allowance*

Waktu siklus pada mesin cetak otomatis adalah 38,11 menit setelah semua aktivitas selama proses penyetelan teridentifikasi. Menurut Sutalaksana (2006). Westinghouse metode menilai keterampilan dan stabilitas operator dengan memperhatikan empat faktor. Tabel faktor penyesuaian berbasis Westinghouse disediakan di bawah ini.

**Tabel 5** *Rating Factor*

No	Faktor	Kelas/lambang	Nilai
1	Keterampilan	good (C2)	(+0,03)
2	usaha	good (C2)	(+0,02)
3	kondisi	Average (D)	0
4	konsistensi	C	(+0,01)
	Total		0,06

(Sumber: PT XYZ, 2022)

Sehingga mengambil rata-rata waktu *setup* dari seluruh aktivitas tersebut diperoleh rata-rata waktu *setup* sebesar 38,8 menit pada Tabel 3.1. Tabel *rating factor* dapat dilihat pada Tabel 3.3, dan dapat digunakan untuk menentukan waktu standar setelah mendapatkan *setup cycle time*. Menurut persamaan 2.6, waktu *setup* adalah sebagai berikut :

$$W_n = 2.286,6 \times (1 + 0,06)$$

$$W_n = 2.423,7 \text{ detik atau } 40,39 \text{ menit}$$

Berikut merupakan data rata-rata *Allowance* pekerja di PT XYZ yang di peroleh berdasarkan pengamatan dan dengan menyesuaikan pada Tabel 2.2 diatas sehingga menghasilkan data *Allowance* sebagai berikut.

**Tabel 6** *Allowance*

NO	Faktor	Kelas	Allowance(%)
1	kebutuhan pribadi operator	Pria	1
2	Tenaga yang dikeluarkan (Pria)	Sedang	8
3	Sikap Kerja	Berdiri diatas 2kaki	2
4	Gerakan Kerja	Normal	0
5	Kelelahan Mata	Pandangan yang terputus-putus	3
6	Keadaan Temperatur tempat kerja	Tinggi	4
7	Keadaan Atmosfer	cukup	4
8	Keadaan lingkungan yang baik	cukup bisng	3
		Total	25%

(Sumber: PT XYZ, 2022)

Informasi penetapan *allowance* dapat dilihat pada Tabel 3.4 tabel tersebut.t diperoleh besaran *allowance* yang dimiliki operator, sebesar 25% maka dengan persamaan 2.7 diperoleh nilai waktu baku proses operasi *setup*.

$$W_b = 2.423,7 \times (1 + 0,25)$$

$$W_b = 2.423,7 \times (1,25)$$

$$W_b = 3.029,62 \text{ detik atau } 50,49 \text{ menit}$$

Maka dapat diperoleh waktu baku pada *setup* di mesin *automatic molding machine* adalah 3.029,62 detik atau 50,49 menit.

#### 4.3 Uji Kecukupan data dan Keseragaman data

Pada penelitian ini digunakan  $k = 2$ ,  $s = 0,05$ , dan  $N = 10$  dengan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat akurasi 5%.

$$N' = \left[ \frac{40,12(10000)(10000)}{394} \right]$$

$$= 5,862$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai  $N'$  diatas dapat dilihat bahwa  $N'$  lebih kecil dari  $N$  maka pengambilan data pengamatan sudah mencukupi. Uji keseragaman data diperlukan untuk memastikan tidak ada ekstrimitas dalam data yang dikumpulkan. Data seragam adalah data yang berada di dalam batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB). Berikut adalah hasil pengolahan data uji keseragaman:

**Tabel 7 Uji Kecukupan Data**

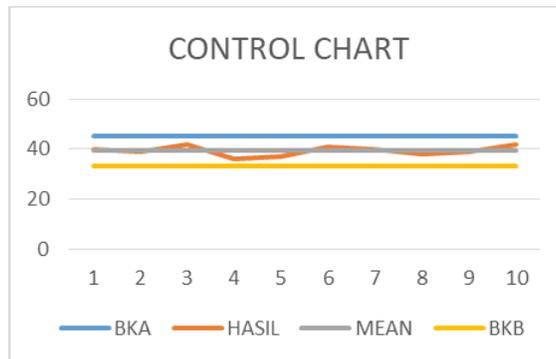
Data Pengamatan Ke-	X	X <sup>2</sup>	∑ X	(∑ X) <sup>2</sup>	∑ X <sup>2</sup>	$\bar{X}$	(x - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	∑ (X - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	SD	N	N'	Keterangan
1	40	1600	394	155236	15560	39,4	0,36	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP
2	39	1521	394	155236	15560	39,4	0,16	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP
3	42	1764	394	155236	15560	39,4	6,76	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP
4	36	1296	394	155236	15560	39,4	11,56	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP
5	37	1369	394	155236	15560	39,4	5,76	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP
6	41	1681	394	155236	15560	39,4	2,56	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP
7	40	1600	394	155236	15560	39,4	0,36	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP
8	38	1444	394	155236	15560	39,4	1,96	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP
9	39	1521	394	155236	15560	39,4	0,16	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP
10	42	1764	394	155236	15560	39,4	6,76	36,4	2,01108	10	5,86204E-06	CUKUP

(Sumber: Olah data, 2022)

**Tabel 8 Uji Keseragaman Data**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BKA	45,4332	45,4332	45,4332	45,4332	45,4332	45,4332	45,4332	45,4332	45,4332	45,4332
HASIL	40	39	42	36	37	41	40	38	39	42
MEAN	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4	39,4
BKB	33,3667	33,3667	33,3667	33,3667	33,3667	33,3667	33,3667	33,3667	33,3667	33,3667

(Sumber: Olah data, 2022)



**Gambar 4 Control Chart**

Berdasarkan hasil pengujian keseragaman data dari 10 kali pengamatan dilakukan tidak menunjukkan nilai hasil melewati batas kontrol atas (BKA) maupun batas kontrol bawah (BKB) sehingga tidak menimbulkan nilai “ekstrim” sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut seragam.

**4.4 Implementasi Metode SMED**

Mengubah waktu penyiapan internal menjadi penyiapan eksternal adalah bagaimana metode SMED diterapkan pada saat ini. *Automatic moulding machine* memiliki aktivitas penyetulan internal yang terjadi saat mesin berhenti atau tidak digunakan.

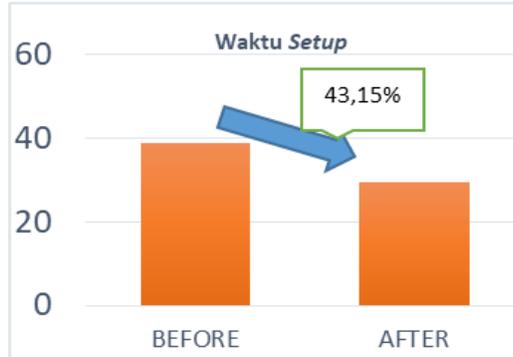
**Tabel 9 Konversi Internal Setup Eksternal Setup**

No	Kegiatan	Waktu (m)	Internal Setup	Eksternal Setup
1	pengecekan mesin	1,2	✓	
2	pembersihan mesin	1,25	✓	
3	pemanasan mesin	10	✓	
4	mengganti oli	8	✓	

	mesin			
5	pengecekan sensor	0,5	✓	
6	pengaturan suhu	0,26	✓	
7	pengaturan waktu tuang	0,42	✓	
8	pengecekan craint	0,66		✓
9	menyiapkan bahan baku	3,5	✓	
10	mengambil peralatan kerja	1,5		✓
11	menyiapkan cetakan	2,5	✓	
12	menyiapkan pengikat	0,33	✓	
13	menyiapkan pemberat	0,33		✓
14	pengecekan rell penempatan cetakan	1,5	✓	
15	membersihkan cetakan	0,5		✓
16	membersihkan pemberat	0,25		✓
17	mengecek ukuran benda kerja	0,25		✓
18	melepaskan pemberat	0,16		✓
19	melepaskan pengikat	0,5		✓
20	pembongkaran	2,5		✓
21	membersihkan produk	2		✓
22	total	38,8	29,46	8,65

(Sumber: PT XYZ, 2022)

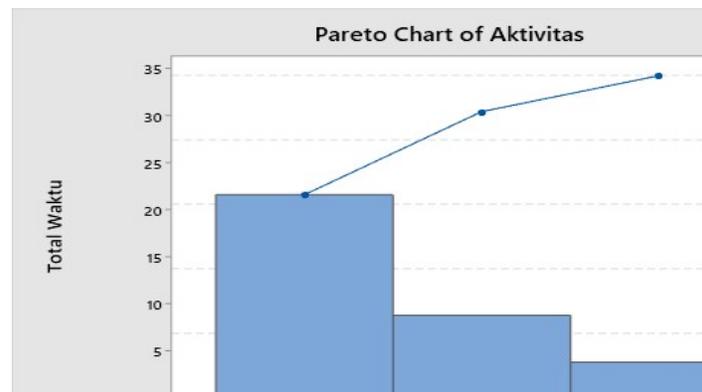
Waktu penyetelan internal diubah sebesar 9,34 menit, atau 43,15 persen, dari sebelumnya lebih tinggi sebesar 38,8 menit, seperti yang ditunjukkan pada tabel hasil konversi penyetelan internal ke eksternal di atas, menghasilkan waktu penyetelan baru sebesar 29,46 menit dari sebelumnya lebih tinggi sebesar 38,8 menit. Gambar 4.3 menunjukkan aktivitas pengurangan waktu setup setelah konversi.



**Gambar 5** Konversi Waktu *Setup*

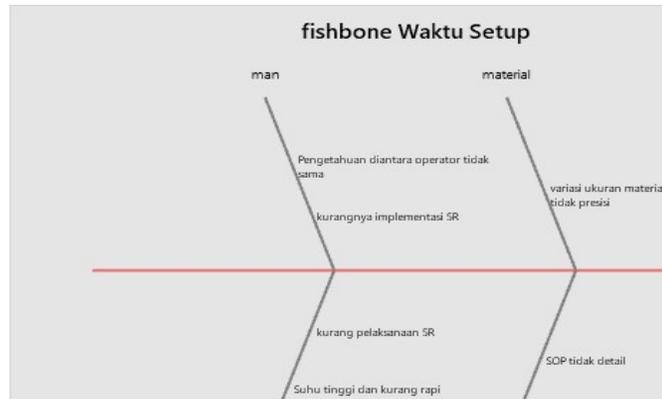
#### 4.5 Penyederhanaan Aspek Operasi *Setup*

Hasil konversi *automatic moulding* dari internal ke eksternal *setup* menunjukkan bahwa waktu setup masih cukup tinggi, akibatnya, hasil akan berkurang sekali lagi dengan mengurangi aspek setup yang ada. Tujuannya adalah untuk mengurangi waktu penyiapan lebih jauh lagi dengan mengurangi aspek-aspek berikut ini



**Gambar 6** Diagram Pareto *Setup Time*  
(Sumber: Olah data, 2023)

Berdasarkan interpretasi diagram pareto diatas terlihat ada tiga faktor yang paling dominan yang dilihat dari persentase waktu setup mesin *automatic moulding machine* adalah *support machine* sebesar 63,1% dan waktu *setup* tertinggi diikuti oleh *support preparation* dan terakhir *load&unload* sebesar 25,7% dan 11,1%. Pemecahan akar permasalahan yang menyebabkan waktu *setup* lama untuk mengklasifikasi penyebab dan melakukan tindakan sesuai dengan hasil temuan maka menggunakan diagram sebab-akibat atau *fishbone*.



**Gambar 7** Fishbone *Setup Time*  
(Sumber: Olah data, 2023)

Berikut adalah penyebab terjadi tingginya waktu *setup* pada bagian *support machine* yaitu manusia, material, metode dan lingkungan.

a. *Man* (Manusia)

Dalam faktor manusia dipengaruhi oleh pengetahuan diantara operator berbeda dan kurang melaksanakan 5R. Pengetahuan setiap pekerja ini menyebabkan setiap pekerja atau operator tentang mesin tidak sama sehingga setiap operator memiliki pemikiran sendiri untuk mengoperasikan mesin serta para pekerja atau operator tidak melakukan 5R dimana meletakkan *tools* disembarang tempat sehingga membutuhkan waktu untuk mengambil *tools* berulang-ulang.

b. *Material* (Bahan Baku)

Material disini adalah bahan baku untuk proses *wingnut* digunakan pada proses pembuatan cetakan oleh *automatic moulding machine*. Variasi ukuran material yang tidak presisi seperti terdapat varian disetiap material yang berbeda menyebabkan para pekerja atau operator kesulitan membawa atau meletakkan material karena ukuran mempengaruhi berat.

c. *Methode* (Metode)

Metode yang digunakan dalam pengoperasian mesin masih kurang jelas dikarenakan para pekerja sering salah dalam melakukan *setting* pada mesin dan tidak semua pekerja paham dalam pengoperasian mesin *automatic moulding machine* dikarenakan masih tergolong baru maka pengoperasian dilakukan oleh operator yang ahli dan belum membuat standart terhadap mesin tersebut.

d. *Environment* (Lingkungan)

Sebab akibat pada lingkungan adalah kebersihan yang kurang dan kerapian yang belum tertata dengan baik sehingga membuat para pekerja atau operator yang bekerja menjadi tidak nyaman dan ruang lingkup kerja menjadi terbatas yang membuat pekerja melakukan aktivitas diluar pekerjaan utama secara berulang-ulang dan juga membuat penurunan konsentrasi terhadap *setup* di *line* produksi.

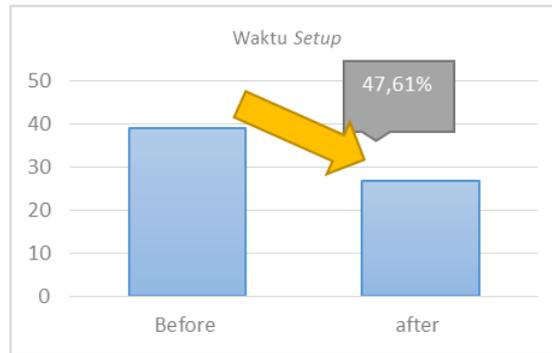
**Tabel 10** Proses *Setup* Setelah Dilakukan *Improvement*

No	Kegiatan	Waktu (m)	Internal Setup	Eksternal Setup
1	pengecekan mesin	1,2	✓	
2	pembersihan mesin	1,25	✓	
3	pemanasan mesin	10	✓	
4	mengganti oli mesin	8	✓	
5	pengecekan	0,5		✓

	sensor			
6	pengaturan suhu	0,26		✓
7	pengaturan waktu tuang	0,42		✓
8	pengecekan craint	0,66		✓
9	menyiapkan bahan baku	3,5	✓	
10	mengambil peralatan kerja	1,5		✓
11	menyiapkan cetakan	2,5	✓	
12	menyiapkan pengikat	0,33	✓	
13	menyiapkan pemberat	0,33		✓
14	pengecekan rell penempatan cetakan	1,5		✓
15	membersihkan cetakan	0,5		✓
16	membersihkan pemberat	0,25		✓
17	mengecek ukuran benda kerja	0,25		✓
18	melepaskan pemberat	0,16		✓
19	melepaskan pengikat	0,5		✓
20	pembongkaran	2,5		✓
21	membersihkan produk	2		✓
22	total	38,8	26,78	11,33

(Sumber: PT XYZ, 2022)

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa proses *setup* mengalami penurunan setelah *improvement* dimana sebelumnya terdapat waktu *setup* sebesar 38,8 sebelum implementasi SMED selanjutnya diperoleh waktu *setup* sebesar 26,78 menit hasil konversi internal *setup* menjadi eksternal *setup*, lalu melakukan reduksi aspek-aspek operasi *setup* dan menganalisis akar permasalahan penyebab waktu *setup* yang lama tersebut maka diperoleh persentasi penuruan waktu *setup*.



**Gambar 8** Hasil *Improvement*  
(Sumber: Olah data, 2023)

Seperti dapat dilihat pada gambar di atas, *automatic moulding machine* mengalami pengurangan waktu penyetelan yang signifikan sebagai hasil peningkatan sebesar 47,61 persen. Artinya terjadi peningkatan penurunan dari konversi waktu setup internal ke setup eksternal sebelumnya sebesar 43,15 persen, yang berarti pengurangan waktu setup ini dapat mempengaruhi proses produksi wingnut mesin moulding otomatis dan mempercepat proses pengerjaannya. waktu. Sehingga dari seluruh hasil penurunan waktu *setup* setelah *improvement* menghasilkan rincian prosedur kerja waktu *setup*, adapun rincian prosedur kerja sebagai berikut :

1. Pengecekan Mesin  
Aktivitas ini pada saat *setup* internal dilakukan oleh operator mesin cetak otomatis saat mesin tidak digunakan. 1,2 menit dihabiskan untuk memeriksa mesin. mencakup pengecekan jig yang berada di bagian pola cetakan sebagai penahan pola cetakan untuk dapat proses pencetakan cetakan sesuai pola.
2. Pembersihan Mesin  
Kegiatan ini dilakukan disaat mesin berhenti (*internal setup*) dilakukan oleh operator mesin *automatic moulding machine*, pembersihan mesin ini menghabiskan waktu 1,25 menit yang mencakup bagian sensor dan bagian untuk press pola cetakan dengan bantuan semprotan angin agar tidak ada pasir yang melekat di bagian cetakan pola.
3. Pemanasan Mesin  
Operator mesin bertanggung jawab untuk melakukan tugas ini (pengaturan internal) saat mesin berhenti bekerja. Memanaskan *automatic moulding machine* membutuhkan waktu 10 menit
4. Mengganti Oli Mesin  
Penggantian oli membutuhkan waktu delapan menit dan dilakukan oleh operator saat mesin berhenti bekerja (pengaturan internal). Hal ini ditandai dengan penurunan *viskositas oil*.
5. Pengecekan Sensor  
Kegiatan ini adalah penyetelan internal operator, yang dilakukan saat alat berat berhenti bekerja. Ketika operator hadir dan pola cetakan telah berhasil dipasang pada mesin cetak sehingga cetakan dapat dibuat sesuai dengan pola, sensor akan mengeluarkan suara dan lampu hijau selama 0,5 menit yang menandakan masih berfungsi. Jika operator terlalu dekat dengan mesin press maka sensor akan berbunyi yang menandakan bahwa sensor masih bekerja dengan baik.
6. Pengaturan Suhu  
Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (*eksternal setup*) dilakukan oleh operator menghabiskan waktu 0,26 menit untuk mengatur suhu press cetakan sesuai dengan pola yang telah terpasang dengan rata-rata suhu 96 derajat.
7. Pengaturan Waktu Tuang  
Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (*eksternal setup*) dilakukan oleh operator yang menghabiskan waktu 0,42 menit untuk mengatur waktu tuang sesuai pola cetakan dimana waktu tuang 20 detik memenuhi seluruh pasir pada pola cetakan selanjutnya *automatic moulding machine* press menghasilkan cetakan mould.
8. Pengecekan *Craint*

Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) dilakukan oleh asisten operator yang menghabiskan waktu 0,66 menit pengecekan meliputi apakah remot pada *crain* dapat berfungsi atau tidak dan juga rantai serta pengikat terpasang pada pengikat dengan baik.

9. Menyiapkan Bahan Baku  
Aktivitas ini, yang dikenal sebagai penyetelan internal, membutuhkan waktu 3,5 menit bagi operator untuk menyelesaikannya saat alat berhenti bekerja. Bahan kimia dan pasir silika adalah bahan bakunya.
10. Mengambil Peralatan kerja  
Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) dilakukan oleh asisten operator yang menghabiskan waktu 1,5 menit yang meliputi alas penopang mould pada rell, besi penopang, tali pengikat *crain* dll.
11. Menyiapkan cetakan  
Aktivitas ini dikenal sebagai penyetelan internal, dilakukan oleh operator saat mesin berhenti bekerja. Operator menghabiskan waktu 2,5 menit untuk mengoleskan pelumas ke cetakan mesin sesuai dengan pola cetakan yang diinginkan untuk memudahkan pemasangan pola pada jig pendukung cetakan mesin.
12. Menyiapkan Pengikat  
Asisten operator menghabiskan waktu 0,33 menit untuk melakukan penyetelan internal, yang dilakukan saat mesin berhenti bekerja. Itu ditempatkan tepat di sebelah keluaran mesin untuk memudahkan pemasangan cetakan.
13. Menyiapkan Pemberat  
Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) dilakukan oleh asisten operator yang menghabiskan waktu 0,33 menit menyiapkan cetakan ini dilakukan dengan bantuan *crain* dikarenakan cukup berat yang di peroleh dari hasil cetakan mould yang telah dibongkar untuk di tempatkan pada cetakan mould yang baru.
14. Pengecekan Rell Penempatan cetakan mould Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) dilakukan oleh asisten operator secara paralel yang menghabiskan waktu 1,5 menit dengan melakukan pengecekan apakah sensor berfungsi dengan baik dan jika suara sensor berbunyi rell juga ikut berjalan sesuai dengan hasil keluaran mesin dan pengecekan roda rell agar tidak ada yang keluar jalur lintasan dan juga haus.
15. Membersihkan cetakan  
Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) ini dilakukan oleh asisten operator dengan melakukan penyemprotan pada hasil cetakan yang dihasilkan agar tidak ada pasir berlebih melekat yang menghabiskan waktu 0,5 menit.
16. Membersihkan Pemberat  
Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) ini dilakukan oleh asisten operator dengan menghabiskan waktu 0,25 menit melakukan penyemprotan pada pemberat agar tidak ada sisa pasir yang menempel pada pemberat sebelum diletakkan pada hasil cetakan mould, agar cetakan semakin kuat dan tidak bergeser menjadi 2 bagian saat proses penuangan *ladeks*.
17. Mengecek Ukuran Benda Kerja  
Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) ini dilakukan oleh operator secara parallel saat mesin berjalan yang menghabiskan waktu 0,25 menit melakukan pengecekan kembali apakah telah sesuai ukuran dengan pola cetakan, jika sesuai maka siap untuk di proses pada mesin untuk dicetak dan jika tidak sesuai maka melakukan pembuatan pola cetakan baru pada bagian pembuatan pola
18. Melepaskan Pemberat  
Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) ini dilakukan oleh asisten operator dengan bantuan *crain* yang menghabiskan waktu 0,16 menit saat setelah cetakan telah selesai melakukan pengecoran.
19. Melepaskan Pengikat  
Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) ini dilakukan oleh asisten operator yang menghabiskan waktu 0,5 menit dikarenakan cukup berat pelepasan pengikat dari cetakan dibantu 1 buah asisten agar mempercepat prose pelepasan pengikat dari cetakan tersebut.
20. Pembongkaran

Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) ini dilakukan oleh asisten operator yang menghabiskan waktu 2,5 menit pembongkaran ini saat setelah proses pendinginan hasil pengecoran.

#### 21. Membersihkan Produk

Kegiatan ini dilakukan saat mesin telah beroperasi (eksternal *setup*) ini dilakukan oleh asisten operator yang menghabiskan waktu 2 menit ini mendorong cetakan hasil pembongkaran untuk di tempatkan pada mesin *vibrator* agar produk *wingnut* tidak terdapat sisa pasir yang melekat lagi.

### 4.6 Perhitungan Produktivitas Penurunan Waktu *Setup*

Penambahan Produktivitas berdampak pada tingkat penyelesaian produk *wingnut* pada mesin *automatic moulding machine* setelah memperoleh hasil penurunan waktu *setup* sebesar 26,78 menit dari awalnya sebelum penerapan SMED sebesar 38,8 menit terjadi penurunan 47,61%. Kapasitas produksi mesin *automatic moulding machine* 150 mould, jumlah jam kerja setiap minggu 44 jam dan dalam sebulan 176 jam dengan penghematan waktu *setup* 26,78 menit. Sehingga perhitungan produktivitas penurunan waktu *setup* dapat dilakukan sebagai berikut

$$\text{Produksi Perjam} = \frac{150 \text{ mould} \times 6}{176 \text{ jam}}$$

$$\text{Produksi Perjam} = 5,11 \frac{\text{mould}}{\text{jam}}$$

$$\text{Produksi Perhari} = 5,11 \frac{\text{mould}}{\text{jam}} \times \frac{44 \text{ jam}}{\text{hari}}$$

$$= 37,47 \text{ mould/hari}$$

$$\text{Jam kerja Produksi Perhari} = \frac{44 \text{ jam}}{\text{hari}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 440 \text{ menit/hari}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan produksi } \textit{wingnut} = \frac{440 \text{ menit/hari}}{37,47 \text{ mould/hari}}$$

$$= 11,74 \text{ menit/mould}$$

Setelah implementasi SMED, waktu *setup* berkurang menjadi 26,78 menit per hari, seperti terlihat pada Tabel 3.6. Hal ini memungkinkan mesin cetak otomatis menghasilkan lebih banyak *wingnut* dengan cara berikut:.

$$\text{Peningkatan Produksi} = \frac{26,78 \text{ menit/hari}}{11,74 \text{ menit/mould}}$$

$$= 2,28 \text{ mould/hari atau } 2 \text{ mould/hari}$$

Sehingga dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja sehingga perusahaan memperoleh penambahan produksi *wingnut* dengan menggunakan mesin *automatic moulding machine* dan dengan penghematan waktu *setup* sebesar 26,78 menit maka menghasilkan 59 mould dan dalam 1 mould terdapat 16 pcs maka terjadi penambahan 948 pcs *wingnut* perbulan.

### 4.7 Analisis Waktu *Setup* Sebelum SMED

Melakukan pengamatan sebanyak 10 kali pengamatan di *line production* dari hasil pengamatan ini diperoleh seluruh aktivitas selama proses *setup* pada mesin *automatic moulding machine* lalu menghitung waktu tersebut dengan menggunakan *stopwatch*. seluruh aktivitas proses operasi *setup* dilakukan oleh operator dimana operator tersebut melakukan kegiatan tersebut secara berulang-ulang. terdapat 21 aktivitas selama proses operasi *setup* yaitu pengecekan mesin, pembersihan mesin, pemanasan mesin, mengganti oli mesin, pengecekan sensor, pengaturan suhu, pengaturan waktu tuang, pengecekan craine, menyiapkan material, mengambil peralatan, menyiapkan cetakan, menyiapkan pengikat, menyiapkan pemberat, pengecekan rell penempatan cetakan, membersihkan cetakan, membersihkan pemberat, mengecek ukuran benda kerja, melepaskan pemberat, melepaskan pengikat, pembongkaran dan membersihkan produk. Seluruh aktivitas proses operasi *setup* dilakukan dengan menggunakan internal *setup*, yaitu aktivitas yang dilakukan pada saat mesin dimatikan, sebelum penerapan SMED. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, waktu *setup* rata-rata keseluruhan adalah 38,8 menit, yang masih sangat tinggi.. Ini karena operator harus melakukan tugas penyetelan dalam satu mesin dan tugas ini juga dilakukan secara internal. Sejak saat itu, mesin cetak otomatis rata-rata hanya mampu menghasilkan 101 *molds*.

#### 4.8 Analisis Waktu *Setup* Setelah SMED

Setelah penerapan SMED aktivitas proses operasi *setup* di konversi internal *setup* menjadi eksternal *setup* sehingga menghasilkan 11 aktivitas internal *setup* saat mesin berhenti dan 10 aktivitas eksternal saat mesin berjalan. Dari hasil konversi waktu *setup* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5 diatas menghasilkan penurunan waktu *setup* menjadi 29,46 menit dari sebelum penerapan SMED 38,8 menit terjadi penurunan 43,15%. Penurunan waktu *setup* tersebut masih dapat diturunkan kembali dengan melakukan tahap 3 yaitu dengan mereduksi atau penyederhanaan aspek-aspek ada pada aktivitas proses operasi tersebut untuk melihat aktivitas penurunan waktu *setup* hasil konversi pada Gambar 3.2 diatas. Hasil reduksi atau penyederhanaan aspek-aspek aktivitas proses operasi *setup* diperoleh dari bantuan diagram pareto muncul *support machine* menjadi waktu *setup* paling tinggi dan dominan maka untuk mengetahui penyebab tingginya waktu *setup* pada bagian tersebut maka menggunakan diagram *fishbone* untuk pemecahan akar permasalahan yang menyebabkan waktu *setup* lama antara lain manusia, material, metode dan lingkungan. menghasilkan reduksi waktu *setup* sebesar 26,78 menit dari sebelum penerapan 38,78 menit. artinya terjadi peningkatan penurunan sebesar 47,61%. sehingga memperoleh penghematan waktu sebesar 12 menit diperoleh dari waktu *setup* awal dikurang waktu *setup* akhir setelah penerapan SMED. Penerapan SMED juga menambah jumlah produksi *wingnut* dengan menggunakan mesin *automatic moulding machine* penambahan jumlah produk sebesar 2 mould/hari dan jika di kalkulasikan dalam sebulan dengan 26 hari kerja memperoleh 59 mould dan jika di konversi dalam satuan unit 1 mould berisi 16 pcs *wingnut* sehingga terjadi penambahan 948 pcs *wingnut* dalam satu bulan. penurunan waktu *setup* setelah penerapan SMED mempercepat proses produksi dan menambah jumlah produksi dengan menggunakan mesin *automatic moulding machine*.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisa penurunan waktu *setup* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Diperoleh hasil bahwa sebelum penerapan metode SMED terhadap 21 aktivitas yang dilakukan selama proses operasi *setup* mesin *automatic moulding machine* dengan rata-rata waktu siklus *setup* sebesar 38,8 menit yang telah di ukur dan dihitung dari 10 kali pengamatan. seluruh aktivitas proses *setup* dilakukan saat mesin mati atau waktu internal *setup* yang masih cukup tinggi dan hanya dapat menghasilkan rata-rata 101 mould/hari.
2. Penurunan waktu *setup* yang telah dilakukan pada mesin *automatic moulding machine* setelah penerapan metode SMED diperoleh penurunan waktu *setup* dari sebelum penerapan sebesar 38,8 menit setelah melakukan konversi waktu internal *setup* menjadi eksternal *setup* dan telah melakukan *improvement* pada seluruh aktivitas proses operasi *setup* mesin *automatic moulding machine* diperoleh penurunan waktu 46,61 % atau 26,78 menit. Metode SMED juga meningkatkan produktivitas sebanyak 2 cetakan per hari. Jika 26 hari kerja digunakan untuk menghasilkan tambahan 59 cetakan per hari selama satu bulan, jumlah *wingnuts* yang dihasilkan dapat meningkat menjadi 159 cetakan.

### Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, PT XYZ disarankan dapat menggunakan metode SMED untuk mengurangi waktu *setup* pada sejumlah mesin yang terdapat di PT Putra Sulung Makmur Metal Castindo untuk meningkatkan waktu produksi menjadi semakin cepat dan tidak terjadi keterlambatan dalam penyelesaian.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada perusahaan yang telah memberikan izin dan mempercayakan kepada penulis untuk melakukan penelitian untuk proyek akhir ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dosen pembimbing dan pihak-pihak terkait dalam pelaksanaan penelitian ini dengan baik

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] F. T. Ui, "Menurunkan waktu..., Putut Handonowarih, FT UI, 2011," 2011.
- [2] D. Satwikaningrum, "Perbaikan waktu SET-UP dengan Menggunakan Metode SMED (Studi Kasus PT Naga Bhuana Aneka Piranti)," 2006.
- [3] P. Mesin and F. Krim, "Perbaikan waktu," vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [4] M. Irgan, C. Mahfidz, P. Studi, T. Industri, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "PENGURANGAN WAKTU SETUP PROSES PEMOTONGAN PVC FOAM PADA MESIN CROSS CUT MENGGUNAKAN METODE SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES ( SMED )," 2023.
- [5] B. Suhardi and D. Satwikaningrum, "Perbaikan Waktu Set Up Dengan Menggunakan Metode Smed," *Semin. Nas. IENACO*, pp. 474–483, 2015.
- [6] M. S. Desai and R. M. Warkhedkar, "Productivity enhancement by reducing adjustment time and setup change," *Int. J. Mech. Ind. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 37–42, 2011, doi: 10.47893/ijmie.2011.1009.
- [7] A. Allahverdi and H. M. Soroush, "The significance of reducing setup times/setup costs," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 187, no. 3, pp. 978–984, 2008, doi: 10.1016/j.ejor.2006.09.010.
- [8] A. Indah and A. Rahayu, "Implementasi Single Minute Exchange Of Dies (Smed) Untuk Perbaikan Proses Brand Changeover Mesin Focke Dan Protos," *Ind. Xplore*, vol. 5, no. 1, pp. 24–55, 2020, doi: 10.36805/teknikindustri.v5i1.905.
- [9] H. Hendri, "Penurunan Waktu Set-Up Untuk Peningkatan Efektifitas Pada Pt. X," *Sinergi*, vol. 19, no. 2, p. 91, 2015, doi: 10.22441/sinergi.2015.2.004.
- [10] R. Saputra, H. Adianto, and L. Irianti, "Usulan Meminimasi Waktu Set-Up Dengan Menggunakan Metode Single Minute Exchange Die (Smed) Di Perusahaan X," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 4, no. 2, pp. 206–218, 2016, [Online]. Available: <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/1102/1327>
- [11] A. C. Moreira and G. C. S. Pais, "Single minute exchange of die. A case study implementation," *J. Technol. Manag. Innov.*, vol. 6, no. 1, pp. 129–146, 2011, doi: 10.4067/S0718-27242011000100011.
- [12] F. R. Ataubakumarwa and M. L. Singgih, "Pengurangan Waktu Setup pada High Frequency Welding Perusahaan Manufaktur Pipa Baja dengan Metode SMED," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i2.68796.
- [13] R. Rahmadhika, *Disusun oleh: rizki rahmadhika nim 31601601346*. 2021.
- [14] F. Majid *et al.*, "EFISIENSI WAKTU PERSIAPAN SET-UP PADA MESIN FILLING," pp. 85–93, 2022.
- [15] E. Purnomo, A. R. Dwicahyani, and Z. Lillahulhaq, "Analisa dan Perbaikan Waktu Set-up Pergantian Cetakan dengan Metode Single-Minute Exchange of Dies (SMED)(Studi Kasus: PT. XYZ)," *Pros. SENASTITAN Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan*, pp. 26–34, 2021.

- [16] P. Studi, T. Industri, F. Teknik, U. Borobudur, and L. Belakang, "ANALISIS PERBAIKAN WAKTU SETUP DENGAN MENGGUNAKAN METODE SMED UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PT . TRIMITRA CHITRA HASTA," pp. 1–14.
- [17] M. F. Nurriszky, M. A. Septiana, J. Machmudin, and M. Syafii, "Peningkatan Efisiensi Mesin Cnc Turning Menggunakan Metode Single Minutes Exchange of Dies Di Pt.X," *J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 94–100, 2021, doi: 10.33197/jitter.vol7.iss2.2021.526