

# PENINGKATAN EFISIENSI MESIN CNC TURNING MENGUNAKAN METODE SINGLE MINUTES EXCHANGE OF DIES DI PT.X

Muhammad Faizal Nurrizky<sup>1</sup>, Muhammad Anwar Septiana<sup>2</sup>, Jamari Machmudin<sup>3</sup>, Muhamad Syafii<sup>4</sup>

Program Studi Teknik Industri 1, 2, 3

Universitas Widyatama

Jl. Cikutra Bandung

faizal.nurrizky@widyatama.ac.id<sup>1</sup>, anwar.septiana@widyatama.ac.id<sup>2</sup>, jamarimachmudin10@gmail.com<sup>3</sup>,  
muhamad.syafii@widyatama.ac.id<sup>4</sup>

## Abstrak

Perusahaan X adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi produk Sparepart Aerospace menggunakan mesin produksi CNC. Kendala yang dihadapi Perusahaan X adalah waktu set-up yang lama dan berulang-ulang. Penelitian ini bertujuan untuk meminimasi waktu set-up agar dapat meningkatkan produktivitas produksi dengan menggunakan Metode Single Minute Exchange Die (SMED) pada perusahaan X. Tahapan yang dilakukan antara lain langkah pengumpulan data elemen gerakan set-up yang dilakukan, memisahkan internal set-up menjadi eksternal set-up, menyederhanakan seluruh aspek operasi set-up serta perhitungan produktifitas dari penerapan SMED. Mesin CNC di Perusahaan X berjumlah 8 mesin dimana tingkat efisiensi mesin hanya mencapai 50% - 75%. Berdasarkan data produksi perusahaan bahwa kontribusi pada aktivitas set-up merupakan pengaruh terbesar terhadap waktu menganggur mesin CNC yaitu mencapai 55% dengan waktu set-up selama 51,05 menit pada tiap 1 kali set-up. Perbedaan pada tiap operator menjadi permasalahan dalam perusahaan X. Perhitungan waktu set-up dengan menggunakan metode (SMED) diperoleh waktu set-up sebesar 44,3 menit, waktu set-up sebesar 51,05 menit terdapat penurunan waktu set-up sebesar 6,75 menit

Kata kunci :

Single Minute Exchange of Dies, SMED, CNC, Waktu set-up

## Abstract

Company X is a company engaged in manufacturing that produces Aerospace Spare Parts

products using CNC production machines. The obstacle faced by Enterprise X is the set-up time that is long and repetitive, this study aims to minimize set-up time in order to increase production productivity by using the Single Minute Exchange Die (SMED) method in company X. Stages conducted including steps to collect the set-up motion elements performed, separate the internal set-up into an external set-up, simplify all aspects of the set-up operation and calculate the productivity of the implementation of SMED. CNC machines in Company X number 8 machines where the level of machine efficiency reaches only 50% - 75%. Based on the company's production data that the contribution to the set-up activity is the biggest influence on the idle time of the CNC machine that reaches 55% with a set-up time of 51,05 minutes at every 1 set-up. The model set-up that is different for each operator becomes a problem in company X. Calculation of set-up time using the (SMED) method is obtained by the set-up time amounted to 44.3 minutes, method by 51.05 minutes there was a decrease in set-up time of 6,75 minutes

Keywords :

Single Minute Exchange of Dies, SMED, CNC, set-up time

## I. PENDAHULUAN

Salah satu kendala besar pada perusahaan manufaktur adalah variasi produk yang tinggi sehingga sering terjadi aktivitas pergantian *tools*, *fixture* dan persiapan benda kerja lainnya. Suatu perusahaan tidak meningkatkan kecepatan pelayanannya, maka perusahaan tersebut tidak dapat bersaing dengan perusahaan yang lain, Karena konsumen akan lebih memilih perusahaan yang

memberikan pelayanan dengan cepat. Meningkatkan kecepatan pelayanan terhadap konsumen, perusahaan harus mengkaji beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas perusahaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi antara lain adalah waktu *set-up*, waktu proses, kondisi mesin dan lain-lain. Waktu *set-up* dan waktu proses sangat mempengaruhi waktu siklus pembuatan suatu produk.

Perusahaan X adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi *Sparepart Aerospace* menggunakan mesin produksi *CNC*. Keadaan proses produksi di Perusahaan X saat ini adalah rendahnya tingkat efisiensi pada mesin *CNC*. Mesin *CNC* di Perusahaan X berjumlah 8 mesin dimana tingkat efisiensi mesin hanya mencapai 50% - 75%. Minimnya efisiensi mesin *CNC* ini di akibatkan karena tingginya waktu menganggur pada mesin *CNC* tersebut yaitu mencapai 25% - 45% dengan waktu menganggur rata-rata 128 menit terhadap jam kerja yang tersedia tiap harinya. Berdasarkan data produksi perusahaan bahwa kontribusi pada aktivitas *set-up* merupakan pengaruh terbesar terhadap waktu menganggur mesin *CNC* yaitu mencapai 55% dengan waktu *set-up* selama 70 menit pada tiap 1 kali *set-up*. Selain itu, jarak antar stasiun kerja ketika *set-up* dan model *set-up* yang berbeda-beda pada tiap operator menjadi faktor lain permasalahan dalam perusahaan X.

Menurut Ohno, T. (1998), pemborosan adalah segala sesuatu yang tidak memberikan nilai tambah (non-value added) antara lain pemrosesan berlebih, pemindahan, penantian, inventaris, cacat, dan pengangkutan. Hal-hal yang dilakukan dalam proses pergantian model adalah menghilangkan gerakan yang tidak perlu dalam proses pergantian, menunggu, dan menyesuaikan pengaturan internal dan pengaturan eksternal.

Pada kasus yang terdapat pada perusahaan X masalah yang terjadi adalah waktu *set-up* yang lama dan berulang-ulang untuk setiap pembuatan *sparepart*, kegiatan *set-up* dalam satu shift rata-rata dilakukan sebanyak 2 - 3 kali *set-up* sehingga berpengaruh besar terhadap waktu total penyelesaian produk dan jumlah produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Salah satu cara yang dapat dilakukan Perusahaan X untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan meminimasi waktu *set-up* mesin *CNC* agar dapat mempercepat penyelesaian produk. Mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan suatu metode yaitu *Single Minute Exchange of die (SMED)*.

Metode *SMED* adalah salah satu metode dari *Lean Manufacturing* yang digunakan untuk mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *set-up* pergantian dari memproduksi satu jenis produk ke model produk lainnya. Manfaat dari metode ini adalah untuk meminimasi waktu *set-up* dan meningkatkan produktivitas dari perusahaan.

## II. KAJIAN LITERATUR

Menurut Shongo (1985), definisi sistem *SMED* adalah sistem atau metode yang merupakan serangkaian teknik yang memungkinkan untuk melakukan *set-up* atau *changeover* kurang dari 10 menit. Kata "*single minute*" bukan berarti bahwa lama waktu *set-up* hanya membutuhkan waktu satu menit, tapi membutuhkan waktu di bawah 10 menit (dengan kata lain "*single digit minute*"). Menurut Goubergent and Sherali (2004), filosofi kunci dibalik metode *SMED* adalah adanya dua aktifitas *set-up* yang merupakan dasar dari metode *SMED* yaitu, *internal set-up* hanya dilakukan bila mesin dalam kondisi *shutdown* dan *external set-up* dapat dilakukan pada saat mesin dalam keadaan operasi. Kedua konsep tersebut merupakan konsep yang sangat penting dalam implementasi *SMED*.

*Lean Manufacturing* adalah pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan melalui aktivitas berkelanjutan. Menurut Arief (2017), Studi tentang bagaimana meningkatkan waktu persiapan dan mengurangi waktu tunggu telah dilaksanakan, antara lain dengan menggunakan metode *SMED* dan Pekerjaan yang terstandarisasi. Dalam menerapkan *lean manufacturing*, metode ini tidak hanya akan berdiri sendiri tetapi juga bersinergi dengan metode lain di *lean manufacturing* lainnya.

Shongo (1985), mengembangkan sebuah metodologi untuk menganalisa dan mengurangi waktu *changeover* yang disebut dengan sistem *SMED*, menurut Suhardi.B & Satwikaningrum.D (2015) tahapan implementasinya digambarkan sebagai berikut:

1. Tahap: Pendahuluan atau persiapan (*preliminary*)  
Melakukan analisis kondisi sistem produksi, seperti menganalisis proses produksi secara berkesinambungan dengan menggunakan stopwatch dan sampling pekerjaan, melakukan wawancara dengan pekerja,serta

- melakukan pengambilan data elemen kerja yang dilakukan oleh operator
2. Tahap: pemisahan internal dan eksternal set-up (*separating internal set-up and external set-up*).  
Internal set-up merupakan proses set-up pada saat mesin beroperasi, sedangkan eksternal set-up merupakan proses set-up saat mesin sedang berhenti beroperasi.
  3. Tahap: mengubah *internal set-up* menjadi *eksternal set-up* (*converting internal set-up to external set-up*).  
Mengubah internal set-up menjadi eksternal set-up sebagai dengan cara melakukan langkah pemeriksaan kembali pada setiap operasi untuk melihat apakah ada langkah yang salah sehingga diasumsikan sebagai internal set-up kemudian temukan cara untuk mengubah langkah tersebut menjadi eksternal set-up
  4. Tahap: pengurangan atau perampingan semua aspek operasi *set-up* (*streamlining all aspects of the set-up operation*)  
Perampingan semua aspek operasi, dilakukan perbaikan internal set-up dengan tujuan untuk meminimalkan waktu set-up internal sehingga waktu berhenti mesin dapat dikurangi

Menurut Adanna, I. W., dan Shantharam, A. (2014), penerapan metode SMED telah terbukti mengurangi waktu set-up date di berbagai industri. Penerapan SMED pada proses set-up dapat menghemat 58,3 persen waktu untuk axle grinder sehingga produktivitas meningkat. Kemudian menurut Sivakumar, M., Balasubramani, T., & Stany, M. C. (2015), penerapan SMED pada Carriage Building Press, hasilnya kami dapat mengurangi perubahan seiring waktu sebesar 44,16 persen dari 98 menit menjadi 60 menit. Manfaat penerapan metode Single Minute Exchange of Dies (SMED) menurut Saputra, R., dkk (2016) adalah sebagai berikut:

1. Mengurangi waktu penyiapan (dari beberapa hari menjadi beberapa menit)
2. Kurangi lead time produksi

3. Pengurangan hambatan (WIP turun hingga 90%)
4. Mengurangi biaya produksi
5. Meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan

Penelitian ini akan dilaksanakan di divisi kerja *CNC Turning Machining*, departemen produksi *Cell A+B* Perusahaan X. Perusahaan tersebut berlokasi di Gedebage Kota Bandung. Divisi *CNC Turning Machining* merupakan divisi yang melakukan produksi *sparepart aerospace*.

Dalam penelitian ini jenis data terdiri dari data sekunder dan data primer. Data sekunder didapatkan berdasarkan sumber-sumber yang terpercaya sedangkan data primer didapatkan langsung dari hasil observasi yang dilakukan. Berikut ini adalah jenis data dari penelitian yang dilakukan:

#### 1. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh tidak secara langsung, yaitu data yang dapat diperoleh dari berbagai macam sumber seperti studi kepustakaan, jurnal, buku hingga artikel ilmiah lainnya yang berkaitan. Selain itu digunakan data dari Perusahaan X untuk menunjang penelitian ini.

#### 2. Data Primer

Data primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu obyek, kejadian atau hasil pengujian.

Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan beberapa metode yaitu sebagai berikut:

#### 1. Observasi

Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap obyek yang di teliti, yaitu melakukan pengamatan, perekaman, dan melakukan studi waktu untuk waktu *set-up setting* pergantian *tool* di mesin *CNC Turning* dan pergantian benda kerja di mesin *CNC Turning*.

#### 2. Wawancara

Wawancara merupakan metode yang digunakan untuk mengumpulkan informasi ataupun data secara langsung, dengan

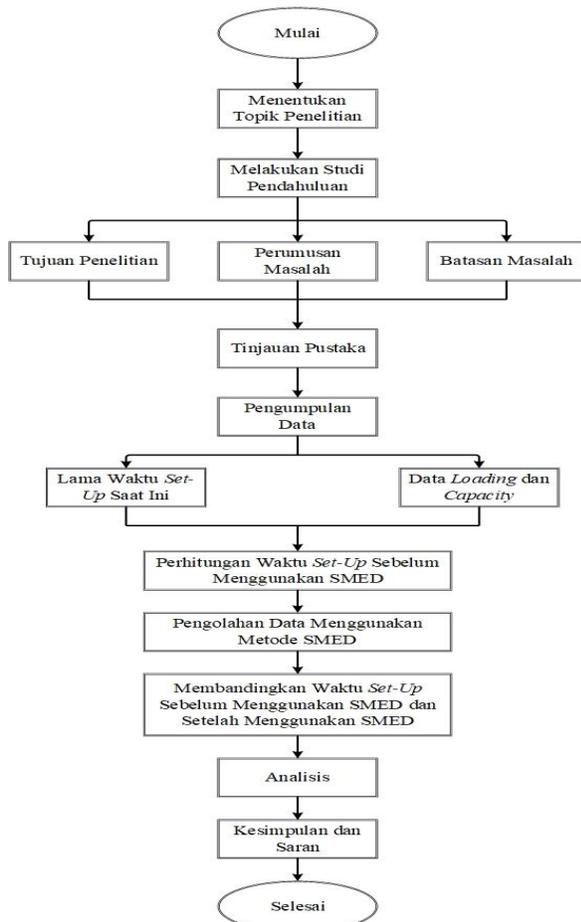
melakukan tanya jawab secara langsung kepada foreman, kepala bagian, leader, setter dan operator di divisi CNC Turning Machining.

### 3. Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka merupakan bentuk penelitian yang dilakukan dengan membaca literatur-literatur, karangan ilmiah serta berbagai bahan pustaka lainnya yang ada hubungannya dengan penulisan penelitian ini

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk mengurangi waktu aktivasi dalam proses set-up mesin CNC di PT. X adalah *Single Minutes Exchange Of Dies* (SMED). Data lama waktu set-up awal mesin CNC digunakan untuk dianalisa dan diolah menggunakan metode ini. Berikut flowchart penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

## IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pengamatan dilakukan pada proses pemesinan mesin CNC Turning yang memproduksi sparepart aerospace. Agar mencapai hasil perbaikan waktu set-up dengan Langkah-langkah metode *Single Minute Exchange Die* (SMED). Aktivitas set-up awal yang dilakukan pada mesin CNC Turning sebelum menggunakan metode SMED dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Waktu Aktivasi Awal Set-up Mesin CNC

No	Aktivasi Awal	Waktu (menit)
1	Running Proses 1 part terakhir dari lot berjalan	3,000
2	Proses Berhenti	0,083
3	Pergi menuju kamar alat	1,333
4	Mengambil tools insert, bor, cut off di kamar alat	0,433
5	Pergi menuju mesin untuk set-up mesin	1,333
6	Menaruh tools insert, bor, cut off pada meja kerja	0,083
7	Pergi menuju ruangan fixture	1,167
8	Mengambil fixture di ruangan fixture	0,417
9	Pergi menuju mesin untuk set-up mesin	1,167
10	Menaruh fixture pada meja kerja	0,083
11	Mengambil tools kunci L, kunci pas, pipa di lemari tools	0,417
12	Bongkar fixture yang masih terpasang di mesin	4,167
13	Menaruh fixture dan tools pada meja kerja	0,483
14	Mengambil tools dan fixture yang baru	0,483
15	Memasang fixture yang baru pada mesin	5,100
16	Pergi menuju ruangan fixture	1,167
17	Menaruh dan mengembalikan fixture yang lama	0,417
18	Pergi menuju mesin untuk set-up mesin	1,167
19	Mengambil tools kunci L, kunci Sci di lemari tools	0,550
20	Memasang tools insert, bor, cut off pada toolpost mesin	7,500
21	Menyimpan seluruh tools di meja ke lemari tools	0,500
22	Memasukan Program CNC pada mesin	3,333
23	Mengambil dan measangn bahan benda kerja pada chuck mesin	1,200
24	Setting 0 insert tools pada benda kerja	7,250
25	Proses running trial part	3,333
26	Ambil part trial pada chuck mesin	0,350
27	Ukur dimensi Part Trial menggunakan gauge dan micrometer	0,500
28	Setting offset insert tools pada mesin	0,700
29	Proses running part pertama lot selanjutnya	3,333
Total		51,05

(Sumber : Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 1 diatas total waktu yang dibutuhkan untuk aktivitas Set-up awal memerlukan

waktu 51,050 menit untuk *set-up* mesin *CNC* yang memproduksi *part aerospace*, dengan waktu mencapai 51,050 menit hal ini menjadikan waktu *set-up* mesin *CNC* cenderung besar, sehingga untuk meminimasi aktivitas *set-up* mesin dianjurkan untuk menggunakan metode *SMED*, dikarenakan seluruh kegiatan *set-up* awal dilakukan dengan internal *set-up* (kegiatan *set-up* dilakukan pada saat mesin berhenti) mengakibatkan waktu *set-up* semakin lama, dikarenakan operator mesin harus menunggu seluruh proses operasi yang berbeda pada mesin *CNC* tersebut selesai, setelah selesai itu baru dapat dilakukan *set-up* untuk mesin *CNC* tersebut.

Selanjutnya setelah dilakukan perbaikan dari *set-up* mesin maka selanjutnya terdapat beberapa aktivitas yang digabungkan, dikurangi dan dipindahkan urutannya. Aktivitas *set-up* setelah dilakukan *improvement* yang dilakukan pada mesin *CNC Turning* dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 1. Waktu Aktivasi Set-up Mesin CNC Setelah Perbaikan**

No	Aktivitas Awal	Waktu (menit)	Internal Set-Up	External Set-Up
1	Running Proses 2 part terakhir dari lot berjalan	6,000		
2	Pergi menuju kamar alat	1,333		
3	Mengambil <i>tools insert, bor, cut off</i> di kamar alat	0,433		
4	Pergi menuju ruangan <i>fixture</i>	1,167		
5	Mengambil <i>fixture</i> di ruangan <i>fixture</i>	0,417		
6	Pergi menuju mesin untuk <i>setuo</i> mesin	1,167		
7	Menaruh <i>fixture</i> dan <i>tools insert, bor, cut off</i> pada meja kerja	0,083		
8	Proses lot berjalan berhenti	0,083		
9	Mengambil <i>tools</i> kunci L, kunci pas, pipa di lemari <i>tools</i>	0,417		
10	Bongkar <i>figure</i> yang masih terpasang di mesin	4,167		
11	Menaruh <i>figure</i> yang lama dan	0,483		

	<i>tools</i> pada meja kerja			
12	Memasang <i>fixture</i> yang baru pada mesin	5,100		
13	Mengambil <i>tools</i> kunci L, kunci Sci dilemari <i>tools</i>	0,550		
14	Memasang <i>tools insert, bor, cut off</i> pada <i>toolpost</i> mesin	7,500		
15	Memasukan Program <i>CNC</i> pada mesin	3,300		
16	Mengambil dan memasang bahan benda kerja pada <i>chuck</i> mesin	1,200		
17	<i>Setting 0 (zero) insert tools</i> pada benda kerja	7,250		
18	Proses <i>running trial part</i>	3,333		
19	Ambil <i>Part Trial</i> pada <i>chuck</i> mesin	0,350		
20	Ukur dimensi <i>Part Trial</i> menggunakan <i>gauge</i> dan <i>micrometer</i>	0,500		
21	<i>Setting offset insert tools</i> pada mesin	0,700		
22	Proses <i>running Part Product Pertama</i>	3,333		
23	Menyimpan seluruh <i>tools</i> dimeja ke lemari <i>tools</i>	0,500		
24	Pergi menuju ruangan <i>fixture</i>	1,167		
25	Menaruh <i>figure</i> Mengembalikan <i>figure</i> yang lama	0,417		
	<b>Total</b>	<b>50,983</b>	<b>44,300</b>	<b>6,683</b>

(Sumber : Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 2 diatas dilakukan penggabungan saat mengambil *tools inset, bor, cut off* di kamar alat dan selanjutnya langsung mengunjungi ruangan *fixture* untuk mengambil *fixture* yang akan digunakan dengan keadaan mesin masih *running* memproduksi *part* lot berjalan, sehingga operator tidak perlu kembali ke mesin terlebih dahulu. Pada aktivitas menyimpan kembali alat bantu *tool* dan *fixture* yang sebelumnya ditempatkan pada terakhir pada saat proses *running part product* pertama. Berdasarkan pengolahan data aktivitas yang

sebelumnya 29 menjadi 25 aktivitas dan waktu yang dibutuhkan untuk *set-up* mesin *CNC* yang pada awalnya selama 51,050 menit menjadi lebih cepat yaitu dengan total 50,983 menit dengan rincian 44,3 menit internal *set-up* dan 6,683 menit eksternal *set-up*, sehingga dengan menggunakan metode *SMED* dapat menghemat waktu *set-up* mesin selama 6,75 menit.

Berdasarkan pengolahan data aktivitas yang sebelumnya 29 menjadi 25 aktivitas dan waktu yang dibutuhkan untuk *set-up* mesin *CNC* yang pada awalnya selama 51,00 menit menjadi lebih cepat yaitu dengan total 50,983 menit dengan rincian 44,3 menit internal *set-up* dan 6,683 menit eksternal *set-up*, sehingga dengan menggunakan metode *SMED* dapat menghemat waktu selama 6,75 menit.

Improvement yang dilakukan tidak hanya memikirkan faktor-faktor pemisahan antara internal *set-up* menjadi *external set-up* saja tetapi juga harus memperhatikan faktor lain. Faktor yang dapat lebih mempercepat waktu *set-up* dengan merubah program *CNC*, mempercepat gerakan tanpa pemakaian mesin, mempercepat *feeding* dan menggunakan alat bantu yang dapat digunakan untuk mempersingkat waktu *set-up* mesin *CNC* yang dilakukan.

Pada penerapan *SMED* kegiatan *set-up* mesin *CNC Turning* pada pembuatan produk komponen *sparepart aerospace* dapat dilakukan pada saat mesin sedang *running process*. Frekuensi *set-up* dalam setiap mesin berbeda-beda sesuai dengan bentuk dan desain *part* yang akan diproduksi pada mesin tersebut. Dikarenakan terdapat beberapa *part* yang tidak bisa melakukan *set-up* pada keadaan mesin masih *running process* karena dikhawatirkan saat *running process* terdapat *trouble* yang dikarenakan bentuk desain *part* tersebut yang kompleks. Penerapan *SMED* yang dilakukan perusahaan X yang memproduksi *sparepart aerospace* dapat meningkatkan produktivitas pada mesin *CNC Turning* khususnya pada departemen produksi *Cell A+B* dari perusahaan X dan tentu saja akan meningkatkan profit yang lebih besar bagi perusahaan X dari periode sebelumnya.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### V.1 KESIMPULAN

Penerapan *SMED* pada Perusahaan X dapat meningkatkan produktivitas produksi *sparepart aerospace* dan profit perusahaan. Aktivitas *set-up*

awal sebelum dilakukan penerapan *SMED* sebanyak 29 aktivitas, Setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode *SMED* dari *set-up* mesin maka selanjutnya terdapat beberapa aktivitas yang digabungkan, dikurangi dan dipindahkan urutannya. Aktivitas *set-up* setelah dilakukan *improvement* yang dilakukan pada mesin *CNC Turning* menjadi 25 aktivitas saat melakukan *set-up* mesin dan waktu yang dibutuhkan untuk *set-up* mesin *CNC Turning* yang pada awalnya selama 51,050 menit dengan penerapan metode *SMED* menjadi lebih cepat yaitu dengan total 50,983 menit dengan rincian 44,3 menit internal *set-up* dan 6,683 menit eksternal *set-up*, sehingga dengan menggunakan metode *SMED* dapat menghemat waktu *set-up* mesin selama 6,75 menit.

### V.2 SARAN

Saran untuk PT. X, hasil optimalisasi waktu menggunakan metode *Single Minutes Exchange of Dies (SMED)* dapat diterapkan juga pada mesin-mesin produksi lainnya guna meningkatkan efektivitas dan efisiensi pekerjaan sehingga produktivitas dapat meningkat.

Saran untuk peneliti selanjutnya adalah dalam melakukan *Improvement* tidak hanya memikirkan dari faktor-faktor pemisahan antara internal *set-up* menjadi eksternal *set-up* saja tetapi juga harus memperhatikan faktor lain. Faktor yang dapat lebih mempercepat waktu *set-up* dengan merubah program *CNC*, mempercepat gerakan tanpa pemakaian mesin, mempercepat *feeding* dan menggunakan alat bantu yang dapat digunakan untuk mempersingkat waktu *set-up* mesin *CNC* yang dilakukan.

## REFERENSI

- Adanna, I. W., dan Shantharam, A. 2014 *Improvement of set-up time and production output with the use of single minute exchange of die principles (SMED)*. International Journal of Engineering Research. 2014; 2 (4): 274-277
- Arief F.N . 2017. *Perbaikan Waktu set-Up Dengan Menggunakan Metode Smed pada Mesinfilling Krim*. Operations Excellence Vol.9, No.3, pp 214.
- Goubergen. DV, H.V Landeghem, and H Sheral. 2004. *A Quantitative Approach for Set-up*

- Reduction of Machine Lines.* IIE Annual Conference.
- Ohno, T. 1998. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production.* CambridgePress, Norwalk.
- Saputra, R., Arianto, H., & Irianti, L. 2016. *Usulan Meminimasi Waktu Set-Up dengan Menggunakan Metode Single Minute Excghange Die (SMED) di Perusahaan X,* pp. 4. 2016.
- Suhardi, B., Satwikaningrum, D. (2015). Perbaikan Waktu *Set-Up* dengan menggunakan metode SMED.
- Sharma, K., Nithesh, N., Prabu, A., Varghese, G. (2014). Set-up Time Reduction for CNC Hobbing Machine Implementing SMED and Design Of “Split Fixture”
- Shongo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System.* Productivity Press. USA. And Other Process Improvement Tools Aplication: an Improvement Ptoject of 5-axis CNC Machine
- Sivakumar, M., Balasubramani, T., & Stany , M. C. 2015. *Lean manufacturing in carriage building press shop using by SMED and VSM tools.* International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJJET), 2015; 5: 235-241