

## **PENGURANGAN WAKTU PROSES *PREPARATION TOOLS* DALAM *EVENT WORLD SKILLS COMPETITION* DENGAN *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES***

**Aditya Hartanto<sup>1</sup>, Uly Amrina<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana  
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650  
Email: uly.amrina@mercubuana.ac.id, adich12321@gmail.com

### **Abstrak**

Waktu adalah sebuah hal berharga yang tidak dapat diulang kembali. Kompetisi pun juga menggunakan batas waktu dalam pelaksanaan dan pencapaiannya baik dari secara proses maupun kualitas. Dalam pelaksanaan kompetisi, waktu dibagi menjadi 3 yaitu *programming*, *prepare* dan *machining*. Terfokus kepada kegiatan *prepare* selama 15 menit yang tidak terpenuhi (melewati batas), hal ini menyebabkan penggunaan waktu *machining* untuk mencukupi waktu proses kerja di kegiatan *prepare*. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa proses dengan *micromotion study* dan reduksi waktu dengan *single minute exchange of dies*. Setelah dilakukan observasi terhadap kegiatan *prepare* selama 18 menit 56 detik, dan telah dilakukan penerapan metode yang tepat, waktu proses *preparation time* berhasil masuk didalam limit waktu 15 menit menjadi 11 menit 56 detik yang berarti telah melakukan reduksi waktu sebesar 7 menit 0 detik (36.9%).

**Kata kunci :** Waktu, *Prepare*, *Micromotion Study*, Reduksi, *Single Minute Exchange of Dies*

### **Abstract**

*Time is the important things that cannot repeat again. The competition also use the limit time in implementation and achievement include the proses also quality. The time for competition split in 3 aspect, that is programming, prepare, and machining, Focusing for prepare 15 minutes not achieve (over time) , it cause use machining time for replace the prepare time. From this problem, it need process analyse with micromotion study and reduction time use single minute exchange of dies. After observation in prepare activity during 18 minutes 56 second, and implementation with the right method, prepare time reach time less than 15 minutes became 11 minutes 56 second which success for reduce time 7 minutes 0 second ( 36.9%)*

**Keyword :** Time, *Prepare*, *Micromotion Study*, Reduction, *Single Minutes Exchange of Dies*

### **PENDAHULUAN**

*World Skills Competition* adalah kompetisi berbasis kemampuan/*skills* di tingkat internasional. Lomba yang dimulai pada tahun 1997 di *Switzerland* dan masih berlangsung hingga kini dengan periode 2 tahun sekali (tahun 2021 diundur karena corona). Tahun 2022, terdapat 63 bidang lomba yang akan dipertandingkan dan Indonesia akan mengikuti sebanyak 34 bidang lomba. Salah satu bidang lomba tersebut adalah *CNC Milling*. Untuk bidang *CNC Milling*, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia telah melakukan kerjasama dengan PT DENSO INDONESIA untuk mendukung bidang lomba ini guna melatih atlet yang akan berlomba. Dukungan tersebut berupa pelatihan, peralatan, material dan uji tanding. Sejak tahun 2013, untuk bidang *CNC Milling* telah menyumbangkan 4 kali *medallion of excellence* (medali diatas rata rata nilai peserta). Medali tersebut didapatkan dari poin yang dicapai dalam 3 module selama 4 hari.

**Tabel 1.** Batas Waktu Perlombaan WSC Bidang *CNC Milling*

| Module | Material  | <i>Programming</i> | <i>Preparation</i> | <i>Machining</i> | Total |
|--------|-----------|--------------------|--------------------|------------------|-------|
| 1      | Aluminium | 00:00              | <b>00:00</b>       | 04:15            | 04:15 |
| 2      | Besi      | 02:30              | <b>00:15</b>       | 03:30            | 06:15 |
| 3      | Besi      | 02:45              | <b>00:15</b>       | 04:00            | 07:00 |

Cara mendapatkan poin adalah melalui hasil benda kerja tiap modul yang memiliki proses waktu pada tabel 1. Dimulai dari *programming*, peserta membuat program yang akan dijalankan sesuai fitur yang ada dan berdasar keinginan peserta. Kemudian dilanjutkan ke kegiatan *preparation*, peserta melakukan persiapan peralatan dan *setting* koordinat baik *tools* maupun benda kerja. Setelah semua selesai, dilanjutkan ke proses *machining* dengan melakukan operasional mesin untuk memotong benda kerja sesuai program yang dibuat.

**Tabel 2.** Data Waktu Pelatihan Kegiatan *Prepare*

| Keterangan                           | 1               | 2               | 3               |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                      | C-M0142         | C-M0108         | C-M0138         |
| <i>Prepare tool</i>                  | 00:06:27        | 00:06:26        | 00:06:36        |
| <i>Input Tools to MC</i>             | 00:03:01        | 00:02:50        | 00:02:55        |
| <i>Setup</i>                         | 00:07:52        | 00:08:57        | 00:08:25        |
| <b><i>Total Preparation Time</i></b> | <b>00:17:20</b> | <b>00:18:13</b> | <b>00:17:56</b> |
| <b><i>Limit Preparation Time</i></b> | <b>00:15:00</b> | <b>00:15:00</b> | <b>00:15:00</b> |

Terfokus kepada waktu *prepare* yang tersedia pada tabel 1 di atas dan jika dibandingkan dengan data waktu pelatihan pada tabel 2 di atas, dapat disimpulkan bahwa waktu *prepare* yang dilakukan masih melebihi batas waktu yang dikehendaki. Hal ini menyebabkan waktu *machining* akan terpakai untuk *prepare* dan akan mempengaruhi pencapaian output produk tiap modul. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan guna mencapai batas waktu *preparation* yang disediakan. Waktu yang dijabarkan secara detail juga merupakan kunci yang penting agar kita dapat mengetahui detail kegiatan sehingga dapat melakukan reduksi proses secara detail. Setelah mengetahui waktu per kegiatan yang ada, dilakukan efisiensi proses agar waktu *preparation tools* dapat tercapai. Untuk mencapai hal tersebut, diperlukan metode *micromotion study* untuk mengetahui waktu proses secara detail dan diperlukan metode *single minute exchange of dies* untuk reduksi waktu proses. Setelah mengetahui masalah dan tujuan dari penelitian, tidak lupa kita perlu melihat faktor yang membatasi penelitian ini. Beberapa faktor nya adalah pelatihan kompetisi dengan bidang spesialis *CNC Milling* dilakukan di divisi *training center* di PT DENSO INDONESIA dan penelitian ini terkhusus dilakukan untuk *preparation tools* yang tetap mengacu kepada peraturan lomba *CNC Milling (Technical Description, 2020)*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Indrawati et al. (2018), Metode *Single Minute Exchange of Dies* yang dilakukan mampu melakukan reduksi waktu sebesar 46% dan berdasarkan penelitian yang dilakukan Uly Amrina et al. (2018), Metode *Single Minute Exchange of Dies* yang dilakukan mampu melakukan reduksi kegiatan *setup* sebesar 37.7%. Hal ini menandakan bahwa penelitian yang digunakan sebagai referensi mampu menurunkan waktu *setup* yang berkorelasi terhadap kegiatan *preparation time*. Meskipun tidak dapat dihitung seberapa besar pengaruhnya terhadap output produksi seperti jurnal Uly Amrina (tidak dapat dihitung karena kegiatan *training/kompetisi* bukan produksi), namun diharapkan jurnal ini mampu memaksimalkan kondisi setting dengan kondisional peralatan yang ada.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengukuran Waktu dan Gerakan

Sutalaksana et al. (1979) menyatakan bahwa *motion time and study* disebut juga dengan teknik tata cara kerja yang merupakan teknik dan prinsip untuk mendapatkan rancangan terbaik dari sistem kerja. Sistem kerja sendiri merupakan kesatuan/gabungan dari unsur manusia, bahan, perlengkapan, peralatan, lingkungan untuk tujuan tertentu.

### *Micromotion Study*

Menurut Wignjosoebroto (2008), *micromotion study* adalah teknik pengambilan data dengan cara mengamati hasil rekaman gerakan kerja secara detail secara berulang.

### Metode *Therblig*

Metode yang diperkenalkan oleh Gilbreth dan dikembangkan oleh Barnes yang membagi gerakan kasar menjadi 17 elemen kerja (Sutalaksana et al., 1979) yang bisa disebut juga metode Jepang. Di dalam 17 elemen kerja tersebut, dibagi kedalam kegiatan efektif yang didalamnya mengelompokkan *physical basic divisions* dan *objective basic divisions* dan kegiatan tidak efektif yang didalamnya mengelompokkan *mental/semi mental basic divisions* dan *delay*. Untuk metode Jepang, 17 elemen kerja tersebut dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kelompok utama, penunjang, pembantu, dan elemen gerakan luar.

### *Single Minute Exchange of Dies (SMED)*

Menurut Shingo (1985), sistem SMED adalah sistem atau metode yang merupakan serangkaian teknik yang memungkinkan untuk melakukan *setup* atau *changeover* kurang dari 10 menit. Tahapan dari SMED adalah :

1. Pemilahan kegiatan internal dan eksternal
2. Memindahkan kegiatan internal menjadi kegiatan eksternal
3. Reduksi waktu
4. Standarisasi proses

### Pengujian Data

Uji keseragaman data merupakan perhitungan yang mampu menjabarkan / menentukan apakah suatu data masih didalam batas dari kumpulan data tersebut. Rumusnya adalah :

$$\sigma = \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n x_i) - (\sum_{i=1}^n x_i^2)}{(n-1)}} \quad (1)$$

$$BKA = \text{Rata}^2 \text{ data} + k \cdot \sigma \quad (2)$$

$$BKB = \text{Rata}^2 \text{ data} - k \cdot \sigma \quad (3)$$

Dimana :

$\sigma$  : Standar deviasi (dapat juga menggunakan rumus stdev di excel)

BKA : Batas kendali atas

BKB : Batas kendali bawah

$k$  : Tingkat keyakinan ( untuk keyakinan 99% menggunakan nilai 3, untuk keyakinan 95% menggunakan nilai 2, untuk keyakinan 90% menggunakan nilai 1)

Sedangkan uji kecukupan data merupakan perhitungan yang mampu menyatakan jumlah yang diperlukan untuk mencukupi suatu data agar dapat digunakan sebagai referensi. Rumusnya adalah :

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{(\sum x)} \right]^2 \quad (4)$$

Dimana :

- $k$  : Tingkat keyakinan ( 99% =3, 95%=2, 90%=1)
- $s$  : Derajat ketelitian
- $N$  : Jumlah data pengamat
- $N'$  : Jumlah data secara teoritis yang diperlukan

### Studi Waktu

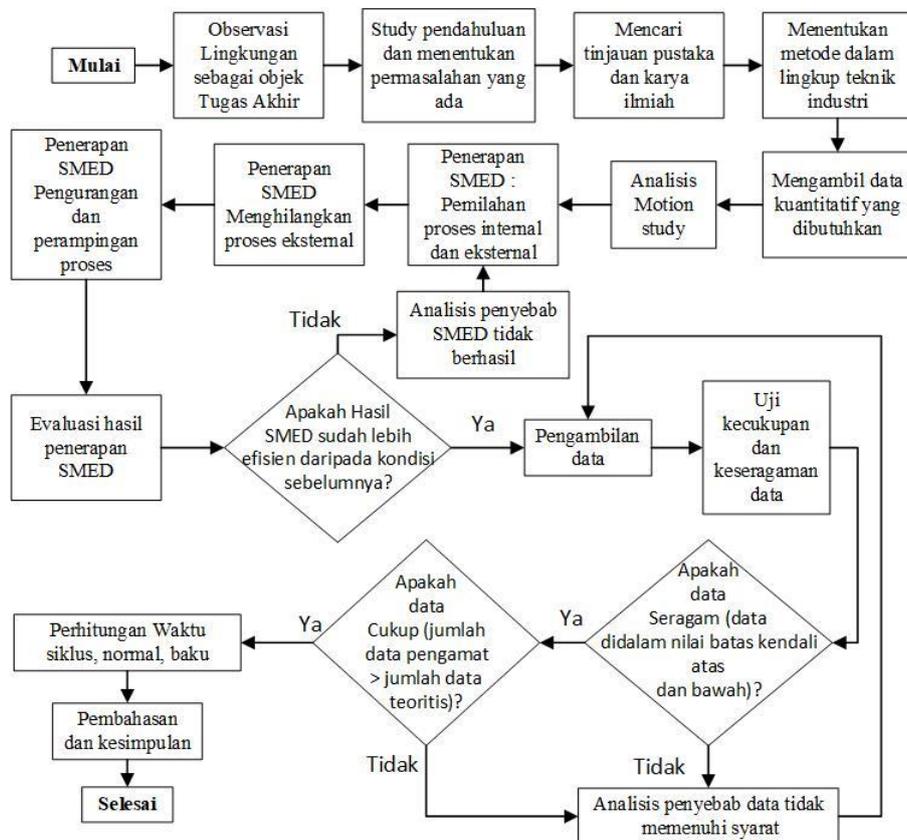
Waktu Siklus adalah rata rata waktu yang diperlukan oleh seseorang untuk menyelesaikan aktivitas. Dari waktu siklus yang didapatkan, ditambahkan faktor penyesuaian *westinghouse* yang ditambahkan guna menjaga kewajaran kerja agar tidak terjadi kekurangan waktu dalam proses tersebut. Metode *westinghouse* ini sendiri dilakukan dengan dengan penilaian objektif terhadap suatu kondisi yang dikonversikan ke nilai yang ada. *Westinghouse* memiliki 4 faktor kerja yaitu ketrampilan, konsistensi, usaha dan kondisi kerja. Setelah mendapatkan nilai dari faktor *westinghouse*, dilanjutkan dengan menghitung waktu normal. Waktu normal adalah waktu yang memperhitungkan penyesuaian terhadap kondisi kerja dari pekerja. Dari waktu normal yang didapatkan, ditambahkan faktor kelonggaran guna memberikan toleransi terhadap pelaku kerja dengan kondisi lingkungan kerja yang ada dan dengan kebutuhan yang memang diperlukan pelaku kerja tersebut. Faktor kelonggaran dibagi berdasar 7 item yaitu berdasar tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, temperatur kerja, keadaan atmosfer, dan keadaan lingkungan yang baik. Setelah mendapatkan faktor kelonggaran tersebut, nilainya akan dihitung menjadi waktu baku. Waktu baku adalah waktu yang diperlukan pekerja untuk memiliki tingkat kemampuan rata rata terhadap suatu pekerjaan.

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan adalah sesuai pada gambar 1 di halaman berikutnya. Dimulai dari observasi lingkungan, dilanjutkan dengan studi pendahuluan dan penentuan masalah, kemudian mencari tinjauan pustaka dan penentuan metode. Setelah penentuan tersebut dilakukan pengambilan data waktu, kemudian dilakukan analisis *motion study* dengan metode *Therblig* dan penerapan dari *Single Minute Exchange of Dies*. Diterapkan penerapan SMED mulai dari tahap 1-3, dan pada tahap akhir dilakukan dengan pembuatan standarisasi. Standarisasi dilakukan dengan pencatatan SOP yang berubah dan juga penentuan waktu yang dilakukan dengan pengujian data dan penentuan studi waktu sebagai referensi yang digunakan untuk acuan waktu untuk beraktifitas. Objek penelitian adalah pelaku perlombaan yang merupakan peserta perlombaan World Skills Competition yang sudah terlatih dalam melakukan keseluruhan kegiatan baik *program*, *prepare*, maupun *machining*. Untuk peralatan yang digunakan adalah sama seperti umumnya berupa mesin dan attachment untuk proses mesin CNC Milling yang dapat dilihat pada tabel 3 di bawah

**Tabel 3.** Peralatan yang digunakan pada kegiatan *Prepare*

| No | Nama Barang              | Gambar  | Fungsi  |
|----|--------------------------|---|---|
| 1  | Toolbox                  |    | Tempat menyimpan peralatan yang dipakai untuk setting maupun alat alat perlombaan                             |
| 2  | Cutting Tools            |    | Alat yang di <i>setting</i> di <i>holder</i> dan di putar di <i>spindle</i> mesin untuk memotong benda kerja  |
| 3  | Holder dan Collet        |    | Alat penghubung <i>collet</i> dan <i>cutting tools</i>  |
| 4  | Toolboy dan Kunci holder |    | Stand penahan <i>holder</i> dan kunci untuk mengunci tutup <i>holder</i>                                      |
| 5  | Vernier Caliper          |    | Alat pengukur ketinggian <i>tools</i> pada <i>holder</i>  |
| 6  | Clamping dan Ragum       |    | Alat untuk menahan ragum dan alat untuk menjepit benda kerja yang di proses <i>cutting tools</i>              |
| 7  | Kunci Ring               |    | Alat untuk mengencangkan mur <i>clamping ragum</i>  |
| 8  | Dial Indikator + Stand   |    | Alat untuk menempelkan dial pada mesin untuk men seajarkan posisi ragum terhadap mesin                        |
| 9  | 3D Master                |    | Alat yang digunakan positioning koordinat XY benda kerja  |
| 10 | Base Master              |    | Alat yang digunakan positioning koordinat Z benda kerja   |
| 11 | Kamera 1                 |    | Kamera yang digunakan untuk mengambil gambar dari depan (area kerja secara keseluruhan)                       |
| 12 | Kamera 2                 |    | Kamera yang digunakan untuk mengambil gambar dari samping (area kerja dari sisi kiri)                         |
| 13 | Software Movavi          |   | Aplikasi yang digunakan untuk memilah waktu secara detail dengan bantuan <i>split time</i> dan <i>editing</i> |
| 14 | Mesin CNC Milling        |  | Mesin yang digunakan untuk memproses benda kerja pada pelatihan <i>WSC CNC Milling (DMC850V)</i>              |



**Gambar 1.** Diagram Bagan Langkah Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan pengambilan data dengan kondisi awal seperti yang biasanya dilakukan. Didapatkan bahwa dalam satu kegiatan preparation secara keseluruhan, terdapat 5 kegiatan kerja yaitu prepare tools, input tools to MC, set vice, set G54 dan set G43. Secara lebih detail dengan melihat sub kegiatannya terdapat 24 sub kegiatan yang akan dijabarkan mirip seperti format SMED yang dibuat oleh Monteiro et al. (2019), Vieira et al. (2019) dan Setyawan (2018). Dengan bantuan *micromotion study* yang digabungkan dalam penerapan/analisa kondisi yang ada seperti yang dilakukan Waseem et al. (2021) dan Singh (2017), didapatkan bahwa total kegiatan kerja yang dilakukan sebanyak 268 langkah kerja. Setelah melakukan pengambilan data, dilakukan pengolahan data dengan penerapan SMED tahap awal dengan melakukan pemilahan kegiatan internal dan memindahkan kegiatan yang dapat langsung dilakukan di eksternal. Dapat dilihat pada tabel 4 di halaman berikutnya didapatkan bahwa sebanyak 22 kegiatan kerja selama 1 menit 34 detik dapat dihilangkan/dilakukan di luar kegiatan preparation sehingga mampu mengalami reduksi waktu menjadi 17 menit 22 detik atau reduksi sebesar 8.3% dari kondisi awal.

Setelah melakukan pemilahan kegiatan dan telah memindahkan kegiatan eksternal, dilakukan perbaikan guna memindahkan kegiatan internal menjadi eksternal dengan alat bantu, maupun dilakukan perbaikan guna mereduksi waktu agar dapat mencapai waktu yang dikehendaki. Dapat dilihat pada tabel 5 di bawah beberapa contoh perbaikan yang telah dilakukan guna mereduksi waktu seperti yang dilakukan oleh Desai (2017) dan Heriansyah (2017). Perbaikan juga dapat dilakukan dengan perubahan alat, modifikasi alat, maupun perubahan layout jika diperlukan seperti yang dilakukan oleh Roswandi (2019) dan Setiawan et al (2021).

Setelah melakukan perbaikan, dilakukan pengambilan data waktu dengan kondisi sesudah perbaikan untuk pertama kali. Dapat dilihat pada tabel 6 di bawah, bahwa perpindahan kegiatan internal menjadi eksternal dengan bantuan alat dan reduksi waktu proses telah berhasil dan mampu mereduksi waktu menjadi 13 menit 40 detik atau mampu mereduksi waktu sebesar 27.8% dari waktu awal. Kemudian itu dilakukan pembuatan SOP setelah perbaikan seperti yang dilakukan oleh Yildirim et al. (2018) yang dapat dilihat pada gambar 2 di bawah dan juga dilakukan pengambilan data sebanyak 46 kali. Data tersebut kemudian dihitung kecukupan dan keseragaman datanya, kemudian dapat digunakan sebagai referensi waktu siklus yang dapat dilihat pada tabel 7 di bawah.

Dilakukan observasi dan penentuan nilai penyesuaian dengan metode *Westinghouse* sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Utomo (2018), Bahri et al. (2019), dan Sugarinda et al. (2019) yang dapat dilihat pada tabel 8 di bawah. Didapatkan faktor penyesuaian sebesar +0.17. Setelah dihitung pada contoh perhitungan 8 di bawah, didapatkan waktu normal prepare tools sebesar 1 menit 22 detik. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 9 di bawah dengan total waktu normal sebesar 9 menit 54 detik.

Waktu normal yang telah dihitung kemudian dihitung dengan nilai faktor kelonggaran yang ditetapkan pada tabel 10 di bawah dan dapat dilihat contoh perhitungannya pada contoh perhitungan 9. Didapatkan hasil perhitungan waktu baku pada tabel 11 di bawah. Waktu pada tabel 10 yang akan digunakan sebagai referensi waktu yang akan diperlukan untuk kegiatan preparation secara keseluruhan. Untuk detail dari tiap kegiatan juga dapat digunakan sebagai acuan waktu per proses nya karena memiliki faktor yang sama.

**Tabel 4.** Hasil penerapan pengolahan SMED setelah pemilahan kegiatan internal dan eksternal

| No | Sub Kegiatan  | Kondisi Awal        | Jumlah Kegiatan   |                    | Jumlah Waktu      |                    |
|----|---|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|    |   | Relatif (mm:ss.sss) | Kegiatan Internal | Kegiatan Eksternal | Kegiatan Internal | Kegiatan Eksternal |
| 1  | Ambil <i>tools</i> dari laci <i>storage</i>           | 00:23.530           | 12                | 1                  | 0:00:20.919       | 0:00:02.611        |
| 2  | Keluarkan <i>tools</i> dari <i>box tools</i>          | 00:25.051           | 1                 | 0                  | 0:00:25.051       |                    |
| 3  | Kembalikan <i>box tools</i> ke laci <i>storage</i>    | 00:07.737           | 0                 | 4                  |                   | 0:00:07.737        |
| 4  | Persiapan <i>tools</i> yang akan di <i>setting</i>    | 00:11.314           | 1                 | 0                  | 0:00:11.314       |                    |
| 5  | Buka tutup <i>holder</i>                              | 00:13.050           | 1                 | 1                  | 0:00:00.939       | 0:00:12.111        |
| 6  | Ambil <i>collet</i> dan pasang ke tutup <i>holder</i> | 00:28.801           | 14                | 1                  | 0:00:25.664       | 0:00:03.137        |
| 7  | Pasang tutup <i>holder</i> ke <i>holder</i>           | 00:27.894           | 10                | 0                  | 0:00:27.894       |                    |
| 8  | <i>Setting</i> ketinggian <i>tools</i>                | 02:10.752           | 19                | 1                  | 0:01:01.689       | 0:00:12.929        |
| 8  | <i>Setting</i> ketinggian <i>tools</i>                | 01:08.353           | 21                | 0                  | 0:00:56.134       |                    |
| 9  | Kencangkan tutup <i>holder</i>                        |                     | 23                | 0                  | 0:01:08.353       |                    |
| 10 | <i>Input list tools</i> yang digunakan                | 01:01.642           | 3                 | 0                  | 0:01:01.642       |                    |
| 11 | <i>Input tools</i> yang digunakan ke <i>magazine</i>  | 01:04.669           | 23                | 0                  | 0:01:04.669       |                    |
| 12 | <i>Prepare</i>  | 00:19.618           | 0                 | 4                  |                   | 0:00:19.618        |
| 13 | Memasukkan <i>clamping</i>                            | 00:13.064           | 0                 | 5                  |                   | 0:00:13.064        |
| 14 | Mengangkat ragum                                      | 00:20.823           | 0                 | 4                  |                   | 0:00:20.823        |
| 15 | <i>Positioning</i> kerataan ragum dengan mata         | 00:23.626           | 6                 | 1                  | 0:00:20.999       | 0:00:02.627        |
| 16 | <i>Home position relative</i> untuk <i>dial</i>       | 00:06.956           | 2                 | 0                  | 0:00:06.956       |                    |
| 17 | <i>Dial</i> kesejajaran ragum                         | 00:55.335           | 12                | 0                  | 0:00:55.335       |                    |
| 18 | Kencangkan <i>clamping</i>                            | 00:20.675           | 4                 | 0                  | 0:00:20.675       |                    |
| 19 | Pemasangan <i>probe</i>                               | 00:14.805           | 5                 | 0                  | 0:00:14.805       |                    |
| 20 | <i>Home position</i> untuk <i>probe</i>               | 00:20.604           | 3                 | 0                  | 0:00:20.604       |                    |
| 21 | <i>Positioning</i> G54                                | 00:41.596           | 8                 | 0                  | 0:00:41.596       |                    |
| 22 | Pelepasan <i>probe</i>                                | 00:20.375           | 5                 | 0                  | 0:00:20.375       |                    |
| 23 | <i>Set length tool</i>                                | 06:42.103           | 71                | 0                  | 0:06:44.795       |                    |
| 24 | <i>Home positioning</i> untuk proses <i>machining</i> | 00:14.540           | 2                 | 0                  | 0:00:11.768       |                    |
|    | Total   | 18:56.913           | 246               | 22                 | 0:17:22.176       | 0:01:34.657        |

**Tabel 5.** *Improvement* yang dilakukan untuk memindahkan kegiatan internal menjadi eksternal dan untuk reduksi waktu

| No | Kegiatan                | Kondisi sebelum   | Keterangan Kondisi sebelum   | Kondisi sesudah   | Keterangan kondisi sesudah  | Estimasi Reduksi         | Benefit   |
|----|-------------------------|---|--|---|---|--------------------------|---|
| 1  | A. <i>Prepare tools</i> |    | Pengukuran ketinggian <i>tools</i> dengan <i>vernier caliper</i>                                   |    | Pengukuran ketinggian <i>tools</i> dengan penggaris   | 1 detik per <i>tools</i> | Reduksi waktu karena tidak perlu pendekatan ukuran      |
| 2  | A. <i>Prepare tools</i> |    | Pengukuran ketinggian <i>tools</i> dengan <i>vernier caliper</i> (sudah di rubah dengan penggaris) |    | Modifikasi <i>tools</i> dengan <i>neck</i> agar memiliki ketinggian awal yang pasti (dilakukan trial dan konfirmasi ke operator untuk nilai pastinya) | 4 detik per <i>tools</i> | Tidak perlu <i>setting</i> ketinggian                   |
| 3  | A. <i>Prepare tools</i> |    | <i>Collet</i> dipasang di dalam waktu internal   |    | <i>Collet</i> sudah dipasang sebelum kegiatan <i>preparation</i> (dilakukan konfirmasi ke operator terhadap variasi <i>collet</i> yang digunakan)     | 5 detik per <i>tools</i> | Reduksi waktu karena tidak perlu memasang <i>collet</i> |
| 4  | C. <i>Set Vice</i>      |   | <i>Clamping</i> 4 buah   |   | <i>Clamping</i> 2 buah  | 5 detik                  | Reduksi repetisi pengencangan <i>clamping</i>           |
| 5  | E. <i>Set G43</i>       |  | <i>Setting</i> G43 di atas ragum   |  | <i>Setting</i> G43 di <i>base</i> dekat <i>tool change</i> (dengan tambahan <i>base</i> )   | 4 detik per <i>tools</i> | Reduksi waktu karena jarak jangkau lebih pendek         |



**Tabel 8.** Faktor Penyesuaian Berdasar *Westinghouse* Untuk *Preparation Time*

| Penyesuaian   | Kelas                  | Simbol | Nilai        |
|---------------|------------------------|--------|--------------|
| Ketrampilan   | <i>Excellent Skill</i> | B2     | <b>+0.08</b> |
| Usaha         | <i>Excellent</i>       | B2     | <b>+0.08</b> |
| Kondisi Kerja | <i>Average</i>         | D      | <b>+0.00</b> |
| Konsistensi   | <i>Good</i>            | C      | <b>+0.01</b> |
| <b>TOTAL</b>  |                        |        | <b>+0.17</b> |

**Tabel 9.** Perhitungan Waktu Normal

| Kode         | Kegiatan                 | Waktu Siklus<br>(hh:mm:ss.sss) | Faktor<br>Penyesuaian | Waktu Normal<br>(hh:mm:ss.sss) |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| A            | <i>Prepare tools</i>     | 01:39.3                        | 0.83                  | <b>01:22.4</b>                 |
| B            | <i>Input tools to MC</i> | 01:49.7                        |                       | <b>01:31.1</b>                 |
| C            | <i>Setting Vice</i>      | 01:35.6                        |                       | <b>01:19.3</b>                 |
| D            | <i>Setting G54</i>       | 00:55.2                        |                       | <b>00:45.8</b>                 |
| E            | <i>Setting G43</i>       | 05:56.8                        |                       | <b>04:56.1</b>                 |
| <b>TOTAL</b> |                          | 11:56.6                        |                       | <b>09:54.8</b>                 |

**Tabel 10.** Faktor Kelonggaran Berdasar *Westinghouse* Untuk *Preparation Time*

| Faktor Kelonggaran |                         |                            | Keterangan  | Nilai % Kelonggaran<br>Yang<br>diizinkan<br>yang<br>diberikan |            |
|--------------------|-------------------------|----------------------------|---|---|------------|
| 1                  | Tenaga yang dikeluarkan | Sangat ringan              | 0 kg – 2.25 kg  | 6% - 7.5%   | <b>6</b>   |
| 2                  | Sikap Kerja             | Berdiri diatas<br>dua kaki |   | 1% - 2.5%   | <b>1.5</b> |
| 3                  | Faktor gerakan kerja    | Normal                     | Gerakan tidak dibatasi                                  | 0   | <b>0</b>   |
| 4                  | Kelelahan mata          | Pencahayaann<br>baik       | Pandangan terus<br>menerus dengan focus<br>berubah ubah | 7.5% - 19%  | <b>7.5</b> |
| 5                  | Temperatur kerja        | Tinggi                     | 30°C  | 5% - 40%  | <b>5</b>   |
| 6                  | Keadaan atmosfer        | Baik                       |   | 0%  | <b>0</b>   |
| 7                  | Keadaan Lingkungan      | Siklus<br>berulang         | 5-10 detik  | 0% - 1%   | <b>0.5</b> |
| 8                  | Kebutuhan pribadi       | Pria                       |   | 0% - 2.5%   | <b>0.5</b> |
|                    |                         |                            |   | <b>Total</b>  | <b>21%</b> |

**Tabel 11** Tabel Perhitungan Waktu Baku

| Kode         | Kegiatan                 | Waktu Normal<br>(hh:mm:ss.sss) | Kelonggaran | Waktu Baku<br>(hh:mm:ss.sss) |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|-------------|------------------------------|
| A            | <i>Prepare tools</i>     | 01:22.4                        | 1.21        | <b>01:39.7</b>               |
| B            | <i>Input tools to MC</i> | 01:31.1                        |             | <b>01:50.2</b>               |
| C            | <i>Setting Vice</i>      | 01:19.3                        |             | <b>01:36.0</b>               |
| D            | <i>Setting G54</i>       | 00:45.8                        |             | <b>00:55.4</b>               |
| E            | <i>Setting G43</i>       | 04:56.1                        |             | <b>05:58.3</b>               |
| <b>TOTAL</b> |                          | 09:54.8                        |             | <b>11:59.7</b>               |

## PENUTUP

### Simpulan

Telah tercapainya target analisa dan perbaikan terhadap kegiatan preparation secara keseluruhan. Telah dilakukan analisa *motion study* untuk tiap kegiatan kerja dan dilakukan juga *micromotion study* dengan bantuan kamera untuk mempermudah pencatatan waktu serta memastikan keakuratan waktu. Pencatatan waktu awal sebelum dilakukan perbaikan sebesar 18 menit 56 detik, yang kemudian dilakukan pemilahan kegiatan eksternal dan internal yang dapat dilihat pada tabel 4. Kemudian dilakukan penerapan SMED hingga tahap akhir dan didapatkan hasil akhir waktu tercapai sebesar 11 menit 56 detik yang dapat digunakan sebagai acuan waktu proses yang dapat dilihat pada tabel 7. Dari waktu yang ada, dihitung dengan studi waktu dan dapat disimpulkan bahwa batas waktu kegiatan *preparation* sebesar 11 menit 59 detik pada tabel 11. Hal ini dapat disimpulkan bahwa batas waktu dipastikan aman dalam batas waktu kurang dari 15 menit dan terjadi reduksi waktu sebesar 37% dari kondisi awal karena mampu mereduksi waktu dari 18 menit 56 detik menjadi 11 menit 56 detik. Meskipun sudah mencukupi dari batas waktu yang diizinkan, tentunya kita tetap perlu melakukan perbaikan terus menerus guna mereduksi waktu sehingga mampu menyisihkan waktu lebih banyak yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan lain. Pastikan juga perbaikan telah dianalisis secara matang baik dari segi waktu maupun pergerakan kerja karena akan dijadikan sebagai standarisasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amrina, U., Junaedi, D., & Prasetyo, E. (2018). *Setup Reduction in Injection Moulding Machine Type JT220RAD by Applying Single Minutes Exchange of Die (SMED)*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 453(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/453/1/012033>
- Bahri, S., Syarifuddin, S., Muhammad, M., & Hasanah, M. (2019). Usulan Perbaikan Metode Kerja Berdasarkan Micromotion Study Pada CV. X. *Industrial Engineering Journal*, 8(1), 49–56. <https://doi.org/10.53912/iejm.v8i1.381>
- Desai, M. S., & Rawani, A. M. (2017). *Productivity improvement of shaping division of an automobile industry by using single minute exchange of die (SMED) methodology*. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(8), 2615–2629.
- Heriansyah, E., & Ikatrinasari, Z. F. (2017). Peningkatan kinerja operator pada mesin fukui 600 ton menggunakan metode *exchange of dies (SMED)*. *PASTI XI(2)*, 142–148.
- Indrawati, S., Pratiwi, M. E., Sunaryo, & Azzam, A. (2018). *The effectiveness of single minute exchange of dies for lean changeover process in printing industry*. *MATEC Web of Conferences*, 154, 0–4. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401064>
- Muhammad Waseem, Usman Ghani, Tufail Habib, Sahar Noor, Tauseef Khan (2021). *Productivity Enhancement at Molding Compound Manufacturing Plant by Applying Time and Motion Analysis*. *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology* E-ISSN: 2413-7219, 40(4), 761–774. <https://doi.org/https://doi.org/10.22581/muet1982.2104.07>
- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). *Improving the machining process of the metalworking industry using the lean tool SMED*. *Procedia Manufacturing*, 41, 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.09.043>
- Roswandi, I. (2019). Lean Manufacturing Konsep Untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin *Moulding* Menggunakan Pendekatan Smed Di Pt Xyz. *PASTI XIII(1)*, 17–25.
- Setyawan, L. (2018). Peningkatan *Cycle Time* Proses Mesin Drawing Tembaga Dengan Metodologi Smed Pada Industri Kabel Di Tangerang. *PASTI XII(2)*, 184–194.

- Setiawan, F., Lee, A. J. A., Pramesthiwardhani, M. V., & Eigia, C. (2021). Implementasi Teknik *Lean Manufacturing* untuk Meningkatkan Produksi *Joint* di PT Pratamaeka Bigco Indonesia. PASTI XIV(3) 211-229.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press
- Singh, J., & Brar, G. S. (2017). *Process improvement and setup time reduction in manufacturing industry : A case study*. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research*, 9(1), 15–23.
- Sugarindra, M., Ikhwan, M., & Suryoputro, M. R. (2019). *Single Minute Exchange of Dies as the Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changeover Time, A Case Study in Automotive Part Industry*. IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 598(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012026>
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., Tjakraatmadja, J. H. (1979). Teknik Tata Cara Kerja, Jurusan Teknik Industri ITB, Bandung.
- Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M. P., Santos, G., Félix, M. J., Ferreira, L. P., ... & Pereira, M. T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38, 892-899.
- Technical Description CNC Milling* (2020) . *World Skills International TD07, 8.0.1*, 0–32. [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5565-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5565-0_3)
- Utomo, W. G. (2018). Analisis Perhitungan Waktu Baku Dengan Menggunakan Metode Jam Henti Pada Produk *Pulley*. Jurnal PASTI, XII(2), 169–183.
- Wignjosoebroto, S. (2008). “Ergonomi studi Gerak dan Waktu. Edisi Pertama” Jakarta: Guna Widya.
- Yildirim, I. S., Ayhan, M. B., & Otur, B. (2018). *Single minutes exchange of die (smed) applications at the color changeover process of plastic bottles*. *Pressacademia VII*(1) 233–236. <https://doi.org/10.17261/pressacademia.2018.887>