

USULAN MENGURANGI WAKTU *SET UP* *WIND UP* MESIN ABC-1 DENGAN METODE SMED

Indri Purwita Sary, S.Pd., M.T.¹⁾
Politeknik Gajah Tunggal
indri@poltek-gt.ac.id

Fandy Gunawan²⁾
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
fandy14gunawan@gmail.com

Kukuh Widodo³⁾
PT. Gajah Tunggal, Tbk.
kukuhwidodo32@gt-tires.com

ABSTRAK

Bias cutting process is a process of cutting treatment into ply, breaker, chaffer, and flipper. However, in the production of breaker production targets are often not achieved. Field observations made on the ABC-1 machine that produces breakers show that the setup time in the wind mengeliminasi up process is quite long and can be reduced so that the production process time increases. To reduce setup time, wind up modifications, design and construction of empty storage liners were carried out and the application of the SMED method in the setup process. The total setup time for changing the empty liner and filling the previous empty storage liner is 378.62 seconds. After modifying the wind up, designing an empty storage liner and applying the SMED method to the setup process, the setup time decreased to 262 seconds or 30.8% decrease from the previous time.

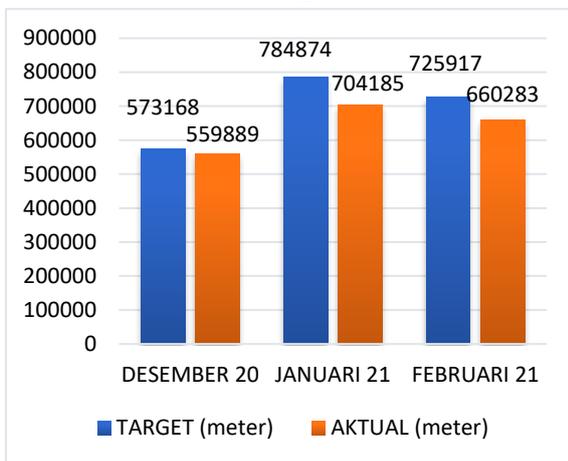
Kata Kunci : SMED, Waktu *set up*, Bias Cutting

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

PT. XYZ merupakan perusahaan pembuat ban di Indonesia. PT. XYZ memproduksi ban dalam berbagai jenis salah satunya ban bias. Ban yang diproduksi memiliki ukuran LT (*Light Truck*), TB (*Truck & Bus*), DB (*Double Bead*), dan OTR (*Off The Road*). Proses pembuatan ban terdiri dari proses *topping calender*, *bias cutting*, *squeegee*, *extruder*, *bead grommet*, *building*, dan *curing*.

Proses *Bias cutting* merupakan proses pemotongan *treatment* menjadi *ply*, *breaker*, *chaffer*, dan *flipper* dengan karakteristik lebar dan sudut sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Bagian *bias cutting* memiliki 11 mesin yaitu mesin ABC-1, ABC-2, ABC-3, ABC-4, ABC-5, ABC-6, ABC-7, ABC-8, ABC-9, ABC-10, dan ABC-11. Mesin ABC-1 khusus memproduksi *breaker*.



Gambar 1. Data pencapaian produksi mesin ABC-1

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada bulan Desember 2020, Januari 2021, dan Februari 2021 target produksi tidak tercapai.

Observasi lapangan yang dilakukan menunjukkan waktu *setup* yang ada cukup lama dan dapat dikurangi sehingga membuat waktu proses produksi bertambah. Perbaikan waktu *setup* dapat dilakukan dengan mengurangi atau mengeliminasi beberapa kegiatan yang tidak perlu dengan memodifikasi *wind up* dan pembuatan *storage liner* kosong. Mengeleminasi kegiatan dapat dilakukan dengan menerapkan metode *Single Minute Exchanges Of Die* (SMED). Metode *Single Minute Exchanges Of Dies* (SMED) adalah salah satu alat *improvement* dari *lean manufacturing* yang dapat digunakan untuk mereduksi waktu *setup*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah Mengurangi waktu *setup* pergantian *liner* dan pengisian *storage liner* kosong dengan menggunakan metode SMED.

1.3 Batasan Masalah

Batasan pada penelitian ini ditentukan agar penelitian yang dilakukan tidak meluas dan keluar dari fokus penelitian yang ada. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan adalah *Single Minute Exchanges Of Dies* (SMED).
2. Penelitian ini dilakukan di *wind up* mesin ABC-1.
3. Tidak membahas biaya

1.4 Tujuan Kajian

Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan usulan sebagai upaya dalam mengurangi waktu *setup* pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* mesin dengan metode SMED.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Penelitian ini diharapkan memberikan beberapa manfaat antara lain:

1. Dapat digunakan sebagai usulan pertimbangan untuk mengurangi waktu *setup* pergantian *liner* kosong.
2. Meningkatkan efektivitas pekerja dalam memproduksi produk (*breaker*).
3. Mempermudah operator dalam bekerja
4. Meningkatkan produksi *breaker*

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Pustaka

Pada tahun 2019, Iwan Roswandi *Lean Manufacturing* Konsep Untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin Moulding Menggunakan Pendekatan SMED Di Pt Xyz. Hasil dari kajian tersebut adalah Dilakukan penggabungan dalam satu aktivitas terdapat beberapa gerakan seperti pengambilan tools, dies, alat ukur dan lot selanjutnya dilakukan secara bersamaan sehingga yang sebelumnya 29 aktivitas menjadi 22 aktivitas.

Pada tahun 2018, Feby Nurhadiyanto Arief dan Zulfa Fitri Ikatrinasari membuat kajian yang berjudul Perbaikan Waktu *Setup* Dengan Menggunakan Metode Smed Pada Mesin *Filling Krim*. Hasil dari kajian tersebut adalah kegiatan *setup* dalam proses pengemasan primer dilakukan oleh operator dan asisten. Asisten membantu operator melakukan kegiatan *setup* pada saat mesin berjalan. Asisten hanya membantu kegiatan *setup* saat mesin berjalan.

2.2 Landasan Teori

a. Single Minute Exchanges Of Dies (SMED)

Single Minute Exchange of Dies (SMED) merupakan salah satu metode untuk mereduksi waktu *set-up* dari penggantian satu model ke model yang lain memakan waktu berjam-jam dan mengakibatkan produksi harus *running* dengan lot *size* yang besar untuk satu model untuk menghindari jumlah penggantian yang berulang-ulang. Metode ini mereduksi waktu *set-up* dengan mengklasifikasikan *set-up* kedalam 2 macam yaitu internal *set-up* dan eksternal *set-up*. Internal *set-up* merupakan kegiatan *set-up* yang dilakukan pada saat mesin dalam keadaan mati, sedangkan eksternal *set-up* merupakan *set-up* yang dilakukan pada saat kondisi mesin sedang menyala dan memproduksi

b. Uji Kecukupan

Uji kecukupan data berfungsi untuk memastikan apakah data hasil pengamatan sudah dianggap mencukupi secara statistika. Dalam menetapkan jumlah data yang seharusnya dibutuhkan, terlebih dahulu ditentukan derajat ketelitian (s) yang menunjukkan penyimpangan maksimum hasil penelitian, dan tingkat kepercayaan (k) yang menunjukkan besarnya keyakinan peneliti akan ketelitian data antropometri. Berikut merupakan rumus yang dapat digunakan untuk melakukan uji kecukupan data:

$$N' = N = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right]^2 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

N': Jumlah data secara teoritis

N: Jumlah data pengamatan aktual

k: Tingkat kepercayaan

s: Derajat Ketelitian

Data akan dianggap telah mencukupi jika memenuhi persyaratan $N' < N$, dengan kata lain jumlah data secara teoritis lebih kecil dari pada jumlah data pengamatan sebenarnya.

c. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui seragam tidaknya data yang telah diambil. Apabila terdapat data yang berada di luar batas kontrol maka nilai tersebut harus dibuang dan perhitungan harus diulang lagi tanpa mencantumkan data yang melebihi batas kontrol. Data yang melebihi batas kontrol ini dinamakan nilai ekstrim. Persamaan yang dipakai untuk melakukan uji

keseragaman data sebagai berikut:

Hitung nilai rata-rata dengan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (2)$$

Hitung standar deviasi dengan rumus:

$$\Sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i + \bar{x})^2}{N-1}} \quad (3)$$

Menentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB)

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma \quad (4)$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma \quad (5)$$

Keterangan :

$\sum X_i$: Jumlah keseluruhan data

N : Banyak data

\bar{x} : Rata-rata

σ : Standar deviasi

d. Waktu Setup

Waktu *setup* atau waktu persiapan sendiri didefinisikan sebagai lama waktu yang dibutuhkan saat produk baik terakhir selesai sampai produk baik pertama keluar. Jadi didalam waktu *setup* ada waktu organizational seperti menghentikan mesin dan memanggil *maintenance*, melakukan persiapan peralatan *setup*, waktu *setup*, *changeover*, dan *startup*-nya sendiri, melakukan *adjustment*, *trial run* sampai menghasilkan produk baik pertama. Waktu *setup* adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan persiapan operasi/kerja. Waktu yang dihabiskan tersebut menyangkut waktu pengaturan komponen mesin, waktu penyediaan peralatan kerja, dan sebagainya. Sebagian besar *setup* dilakukan pada saat mesin berhenti atau mesin tidak beroperasi.

e. Penyesuaian (Performance rating)

Pengukuran yang dilakukan dengan melakukan pertimbangan kewajaran yang ditunjukkan oleh Cara *Westinghouse* mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja yaitu keterampilan, usaha, dan kondisi kerja

Tabel 1 Faktor penyesuaian berdasarkan metode westinghouse

| Faktor | Kelas | Lambang | Penyelesaian |
|---------------|-----------|---------|--------------|
| Keterampilan | Superskil | A1 | + 0.15 |
| | | A2 | + 0.13 |
| | Excellent | B1 | + 0.11 |
| | | B2 | + 0.08 |
| | Good | C1 | + 0.06 |
| | | C2 | + 0.03 |
| | Average | D | 0.00 |
| | Fair | E1 | - 0.05 |
| | | E2 | - 0.10 |
| | Poor | F1 | - 0.16 |
| F2 | | - 0.22 | |
| Usaha | Excessive | A1 | + 0.13 |
| | | A2 | + 0.12 |
| | Excellent | B1 | + 0.10 |
| | | B2 | + 0.08 |
| | Good | C1 | + 0.05 |
| | | C2 | + 0.02 |
| | Average | D | 0.00 |
| | Fair | E1 | - 0.04 |
| | | E2 | - 0.08 |
| | Poor | F1 | - 0.12 |
| F2 | | - 0.17 | |
| Kondisi Kerja | Ideal | A | + 0.06 |
| | | B | + 0.04 |
| | Excellent | C | + 0.02 |
| | | D | 0.00 |
| | Average | E | - 0.03 |
| | | F | - 0.07 |
| Konsistensi | Perfect | A | + 0.04 |
| | | B | + 0.03 |
| | Excellent | C | + 0.01 |
| | | D | 0.00 |
| | Average | E | - 0.02 |
| | | F | - 0.04 |

f. Kelonggaran (Allowance)

Kelonggaran diberikan untuk 3 hal, diantaranya adalah kelonggaran untuk keperluan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue* dan hambatan hambatan yang tak dapat dihindarkan. Hal ini merupakan sesuatu yang sangat dibutuhkan oleh operator.

Program Studi Teknologi Industri
Politeknik Gajah Tunggal

Karenanya sesuai pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal kelonggaran perlu ditambahkan.

g. Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja merupakan usaha yang dilakukan untuk menentukan berapa lama yang dibutuhkan seorang operator terlatih dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mendapatkan waktu baku yang akan dijadikan sebagai waktu acuan dalam melakukan pengolahan data.

1. Waktu Siklus

$$\text{Waktu siklus} = \frac{\sum Xi}{N} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

$\sum Xi$ = Jumlah waktu siklus

N = Jumlah pengamatan

2. Waktu Normal

$$\text{Waktu normal (WN)} = \text{Waktu siklus} \times \text{Performance rating (\%)} \dots\dots\dots (7)$$

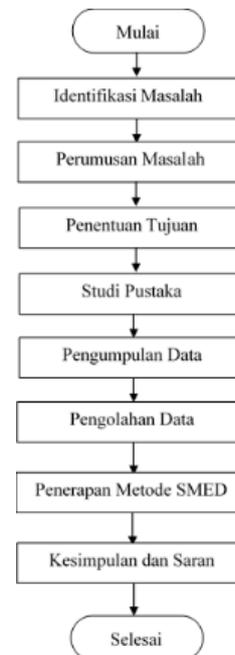
3. Waktu Baku

$$\text{Waktu Baku} = \text{WN} \times (1 + \text{Kelonggaran}) \dots\dots\dots (8)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Detail Alur Penelitian
Gambar 2 Metodologi penelitian

3.2. Detail Alur Penelitian

a. identifikasi Masalah

Penelitian dimulai dari mengidentifikasi masalah yang terdapat pada mesin ABC-1. Pada *wind up* mesin ABC-1 kegiatan *setup* pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong masih cukup lama. Maka dilakukan identifikasi masalah apakah metode kerja yang dilakukan oleh operator sudah maksimal.

b. Perumusan Masalah

Pada tahap ini penulis melakukan identifikasi masalah mengenai apa penyebab target produksi tidak tercapai. Dari hasil identifikasi, pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong masih membutuhkan waktu cukup lama sehingga waktu produksi tidak maksimal.

c. Penentuan Tujuan

Pada tahap ini dilakukan penentuan tujuan dari penelitian ini yaitu menurunkan waktu *setup* pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong.

d. Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan berupa informasi dan data terdahulu yang dapat membantu peneliti dalam melakukan penelitian. Informasi yang dikumpulkan dengan bantuan dari beberapa sumber, yaitu buku, jurnal, dan tugas akhir.

e. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data berupa waktu *setup* pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong sebelum dilakukannya modifikasi dan sesudah dilakukan modifikasi pada *wind up* mesin ABC-1 yang kemudian akan diolah.

f. Pengolahan Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah menguji kecukupan data, normalitas data, dan keseragaman data. Setelah data cukup, data normal, dan data berada diantara batas kendali bawah dan batas kendali atas.

g. Penerapan Metode SMED

Setelah data cukup, normal, dan seragam kemudian menerapkan metode SMED untuk mengurangi waktu *setup* pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong.

h. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap terakhir, hasil penelitian akan ditarik kesimpulan untuk mengetahui hasil dari penerapan metode *Single Minute Exchanges of Dies* (SMED) pada *wind up* mesin ABC-1. Dari penerapan metode tersebut, Penulis bisa menganalisa apa yang perlu Program Studi Teknologi Industri Politeknik Gajah Tunggal

diperbaiki untuk meningkatkan kegiatan produksi.

3.3. Jadwal Penelitian

Adapun jadwal pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan selama 5 bulan. Jadwal penelitian bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Jadwal penelitian

| No | Kegiatan | Bulan ke- | | | | |
|----|-----------------------|-----------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | Identifikasi Masalah | ■ | | | | |
| 2. | Perumusan Masalah | ■ | | | | |
| 3. | Penentuan tujuan | ■ | | | | |
| 4. | Studi Pustaka | | ■ | ■ | | |
| 5. | Pengumpulan Data | | ■ | ■ | | |
| 6. | Pengolahan Data | | ■ | ■ | ■ | |
| 7. | Penerapan Metode SMED | | | ■ | ■ | ■ |
| 8. | Kesimpulan dan saran | | | | | ■ |

IV. HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengambilan Data

Dalam pengumpulan data ini merupakan waktu aktual *setup* pada proses pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong. Pengambilan data dilakukan sebanyak 20 kali dengan menggunakan metode jam henti.

Tabel 3. Waktu rata-rata setup pada proses pergantian liner kosong dan pengisian storage liner kosong sebelum penerapan SMED

| No. | Jenis Kegiatan | Rata-rata Waktu |
|---------------------|--|-----------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong (24 roll) | 254,55 |
| 2 | Mengangkat besi <i>shaft</i> | 3,00 |
| 3 | Mengambil <i>liner</i> isi | 9,05 |
| 4 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | 4,55 |
| 5 | Melepaskan roll dari besi <i>shaft</i> | 4,85 |
| 6 | Mengambil <i>liner</i> kosong | 4,90 |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | 5,05 |
| 8 | Menurunkan besi <i>shaft</i> | 3,00 |
| 9 | Memasang roll kayu/besi ke roll drive | 4,65 |
| Total Waktu (Detik) | | 293,55 |
| Total Waktu (Menit) | | 4,89 |

Dari tabel 3 total waktu *setup* pada proses pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong yaitu 291,55 detik atau 4,99 menit.

4.2. Pengolahan Data

Tabel 4. Hasil uji kecukupan data sebelum penerapan SMED

| NO | Jenis Kegiatan | N | N' | Keterangan |
|----|--|----|-------|------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong (24 roll) | 20 | 1.11 | CUKUP |
| 5 | Mengangkat besi <i>shaft</i> | 20 | 0.00 | CUKUP |
| 2 | Mengambil <i>liner</i> isi | 20 | 4.30 | CUKUP |
| 3 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | 20 | 4.37 | CUKUP |
| 6 | Melepaskan <i>roll</i> dari besi <i>shaft</i> | 20 | 6.77 | CUKUP |
| 4 | Mengambil <i>liner</i> kosong | 20 | 5.99 | CUKUP |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | 20 | 5.30 | CUKUP |
| 8 | Menurunkan besi <i>shaft</i> | 20 | 0.00 | CUKUP |
| 9 | Memasang <i>roll</i> kayu/besi ke <i>roll drive</i> | 20 | 14.97 | CUKUP |

a. Uji Kecukupan Data

Berikut adalah contoh pengolahan pengujian kecukupan menggunakan persamaan 1 pada kegiatan no 1 adalah mengisi *storage liner* kosong.

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

Diketahui:

k (Tingkat Keyakinan) = 95% = 2

s (Tingkat Ketelitian) = 5% = 0,05

($\sum X^2$) = 1.296.915 detik

($\sum Xi$)² = 25.918.281 detik

($\sum Xi$) = 5.091 detik

Perhitungan uji kecukupan data pada kegiatan no 1 yaitu mengisi *storage liner* kosong.

$$N' = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{\frac{20(1.296.915) - (25.918.281)^2}{5.091}} \right]^2 = 1,11$$

Dari hasil yang didapatkan N' = 1,11 Sehingga dapat dikatakan bahwa data yang dikumpulkan sudah mencukupi secara statistika karena N' < N.

b. Uji Keseragaman Data

Tabel 5. Hasil uji keseragaman data sebelum penerapan SMED

| NO | Jenis kegiatan | BKA | X | BKB | Keterangan |
|----|--|--------|--------|--------|------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong (24 roll) | 276.32 | 254.55 | 232.78 | SERAGAM |
| 5 | Mengangkat besi <i>shaft</i> | 3.00 | 3.00 | 3.00 | SERAGAM |
| 2 | Mengambil <i>liner</i> isi | 12.05 | 9.05 | 6.05 | SERAGAM |
| 3 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | 6.08 | 4.55 | 3.02 | SERAGAM |
| 6 | Melepaskan <i>roll</i> dari besi <i>shaft</i> | 7.30 | 4.80 | 2.30 | SERAGAM |
| 4 | Mengambil <i>liner</i> kosong | 7.09 | 4.85 | 2.61 | SERAGAM |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | 7.11 | 5.05 | 2.99 | SERAGAM |
| 8 | Menurunkan besi <i>shaft</i> | 3.00 | 3.00 | 3.00 | SERAGAM |
| 9 | Memasang <i>roll</i> kayu/besi ke <i>roll drive</i> | 6.41 | 4.65 | 2.89 | SERAGAM |

Berikut adalah contoh pengolahan pengujian keseragaman data pada kegiatan no 1 adalah mengisi *storage liner* kosong

- 1) Menghitung rata-rata dengan menggunakan persamaan 2.

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N}$$

$$\bar{x} = \frac{5.091}{20}$$

$$\bar{x} = 254,55$$

- 2) Menghitung standar deviasi dengan menggunakan persamaan 3.

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(249 - 225,48)^2 + \dots + (247 - 225,48)^2}{20 - 1}}$$

$\sigma = 7,26$

- 3) Menentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) dengan menggunakan persamaan 4 dan 5.

BKA = $\bar{X} + 3\sigma$

BKA = 254,55 + (3 x 7,26)

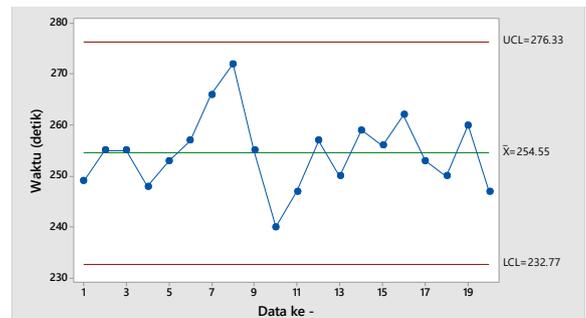
BKA = 276,32

BKB = $\bar{X} - 3\sigma$

BKB = 254,55 - (3 x 7,26)

BKB = 232,77

Hasil dari uji keseragaman data



Gambar 3 Grafik uji keseragaman data pada kegiatan no 1

- c. Perhitungan Waktu Siklus, Waktu Normal dan Waktu Baku

Tabel 6. Hasil Perhitungan waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku sebelum penerapan SMED

| No | Kegiatan | Waktu Siklus (Detik) | Waktu Normal (Detik) | Waktu Baku (Detik) |
|---------------------|--|----------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong | 254,55 | 287,64 | 328,37 |
| 2 | Mengangkat besi <i>shaft</i> | 3,00 | 3,39 | 3,87 |
| 3 | Mengambil <i>liner</i> isi | 9,05 | 10,23 | 11,67 |
| 4 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | 4,55 | 5,14 | 5,87 |
| 5 | Melepaskan <i>roll</i> dari besi <i>shaft</i> | 4,80 | 5,42 | 6,19 |
| 6 | Mengambil <i>liner</i> kosong | 4,85 | 5,48 | 6,26 |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | 5,05 | 5,71 | 6,51 |
| 8 | Menurunkan besi <i>shaft</i> | 3,00 | 3,39 | 3,87 |
| 9 | Memasang <i>roll</i> kayu/besi ke <i>roll drive</i> | 4,65 | 5,25 | 6,00 |
| Total Waktu (detik) | | 293,50 | 331,66 | 378,62 |
| Total Waktu (menit) | | 4,89 | 5,53 | 6,31 |

- 1) Waktu Siklus

$$W_s = \frac{\sum x_j}{N}$$

$$W_s = \frac{\sum X_1 + X_2 + \dots + X_{20}}{20}$$

$$W_s = \frac{\sum 249 + 255 + \dots + 247}{20}$$

$$W_s = 254,55 \text{ detik}$$

- 2) Waktu Normal

Tabel 7. Faktor penyesuaian dengan menggunakan metode westinghouse complex

| Faktor | Kelas | Lambang | Nilai |
|---------------|-----------|---------|-------|
| Keterampilan | Good | C2 | 0,03 |
| Kondisi Kerja | Good | C | 0,02 |
| Usaha | Good | C1 | 0,05 |
| Konsistensi | Excellent | B | 0,03 |
| Total | | | 0,13 |

Faktor penyesuaian yang didapat adalah $1 + 0,13 = 1,13$. Dengan perhitungan sebagai berikut:

waktu normal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 7.

$$W_n = W_s \times P$$

$$W_n = 254,55 \times 1,13$$

$$W_n = 287,64$$

- 3) Waktu baku

Waktu baku dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 8.

$$W_b = W_n \times (1 + \ell)$$

Dengan perhitungan faktor kelonggaran sebagai berikut :

Tabel 8. Faktor kelonggaran pada proses setup

| No | Faktor | (%) |
|--------------------|---------------------------------|-------|
| 1 | Tenaga yang dikeluarkan | 16,00 |
| 2 | Sikap Kerja | 2,00 |
| 3 | Gerakan Kerja | 0,00 |
| 4 | Kelelahan mata | 5,00 |
| 5 | Keadaan temperatur tempat kerja | 5,00 |
| 6 | Keadaan atmosfer | 0,00 |
| 7 | Keadaan lingkungan | 1,00 |
| Total Kelonggaran | | 29,00 |
| Faktor Kelonggaran | | 1,29 |

$$W_b = 287,64 \times (1 + 0,29)$$

$$W_b = 287,64 \times 1,29$$

$$W_b = 328,62$$

4.3. Penerapan Metode SMED

Penerapan metode SMED pada *setup* pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Memisahkan kegiatan internal *setup* dan eksternal *setup* pada *setup* pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong.

Tabel 9. Jenis Kegiatan berdasarkan internal setup dan eksternal setup sebelum penerapan SMED

| No | Jenis Kegiatan | Internal Setup | Eksternal Setup |
|----|--|----------------|-----------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong | ✓ | |
| 2 | Mengangkat besi <i>shaft</i> | ✓ | |
| 3 | Mengambil <i>liner</i> isi | ✓ | |
| 4 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | ✓ | |
| 5 | Melepaskan <i>roll</i> kayu/besi dari besi <i>shaft</i> | ✓ | |
| 6 | Mengambil <i>liner</i> kosong | ✓ | |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | ✓ | |
| 8 | Menurunkan besi <i>shaft</i> | ✓ | |
| 9 | Memasang <i>roll</i> kayu/besi ke <i>roll drive</i> | ✓ | |

- b. Mengubah internal *setup* menjadi eksternal *setup*.

Untuk mengubah kegiatan Mengangkat besi *shaft* dan menurunkan besi *shaft* menjadi kegiatan eksternal *setup* dilakukan modifikasi dengan penambahan pneumatik. Sehingga kegiatan mengangkat besi *shaft* dan menurunkan besi *shaft* dapat dilakukan saat operator menggulung kain *liner* awalan dan akhiran, karena dengan penambahan pneumatik operator cukup hanya dengan menaikkan dan menurunkan *hand valve* untuk mengangkat besi *shaft* dan menurunkan besi *shaft*.

c. Mereduksi aktivitas internal menjadi lebih cepat.

- 1) Mengisi *storage liner* kosong dan Mengambil *liner* kosong disederhanakan dengan merancang bangun *storage liner* kosong dengan prinsip bidang miring. Pada saat kegiatan mengisi *storage liner* kosong dan mengambil *liner* kosong operator akan mengisi dan mengambil *liner kosong* bagian depan hingga belakang *storage liner* kosong yang membuat operator akan membutuhkan waktu yang cukup lama. Merancang bangun *storage liner* kosong dengan prinsip bidang miring membuat operator hanya perlu mengisi atau meletakkan *roll* pada bagian depan *storage liner* kosong sehingga dapat mempercepat dan mempermudah operator dalam pengisian *storage liner* kosong.
- 2) Melepaskan *roll* kayu/besi dari besi *shaft* dan Memasang *liner* kosong ke besi *shaft* dapat disederhanakan dengan modifikasi dari besi *shaft* yang membuat operator melepaskan *roll* kayu/besi dari besi *shaft* cukup dengan mengeser *roll* sampai keluar dari besi *shaft*. Pada kegiatan Memasang *liner* kosong ke besi *shaft* operator tidak perlu menaruh *liner* kosong dimeja terlebih dahulu, operator dapat langsung memasang *liner* kosong ke besi *shaft* karena posisi keluar *liner* kosong sejajar dengan besi *shaft*.

4.4. Kondisi Setelah Penerapan SMED

Tabel 10. Waktu rata-rata setup pada proses pergantian liner kosong dan pengisian storage liner kosong setelah penerapan SMED

| No | Kegiatan | Rata - rata waktu |
|---------------------|--|-------------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong (24 <i>roll</i>) | 170,55 |
| 2 | Menaikan <i>hand valve</i> | 3,00 |
| 3 | Mengambil <i>liner</i> isi | 9,05 |
| 4 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | 4,55 |
| 5 | Melepaskan <i>roll</i> dari besi <i>shaft</i> | 2,65 |
| 6 | Mengambil <i>liner</i> kosong | 2,95 |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | 3,05 |
| 8 | Memasang <i>roll</i> kayu/besi ke <i>roll drive</i> | 4,65 |
| 9 | Menurunkan <i>hand valve</i> | 2,65 |
| Total Waktu (Detik) | | 203,10 |
| Total Waktu (Menit) | | 3,39 |

Selanjutnya akan dilakukan pengelompokan berdasarkan internal *set-up* dan eksternal *set-up*.

| No | Kegiatan | Internal setup | Eksternal setup |
|----|--|----------------|-----------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong (24 <i>roll</i>) | ✓ | |
| 2 | Menaikan <i>hand valve</i> | | ✓ |
| 3 | Mengambil <i>liner</i> isi | ✓ | |
| 4 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | ✓ | |
| 5 | Melepaskan <i>roll</i> dari besi <i>shaft</i> | ✓ | |
| 6 | Mengambil <i>liner</i> kosong | ✓ | |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | ✓ | |
| 8 | Memasang <i>roll</i> kayu/besi ke <i>roll drive</i> | ✓ | |
| 9 | Menurunkan <i>hand valve</i> | | ✓ |

Tabel I Hasil pemisahan kegiatan internal setup dan eksternal setup setelah penerapan metode SMED

a. Uji Kecukupan Data

Tabel 12. Hasil uji kecukupan data setelah penerapan SMED

| NO | Jenis Kegiatan | N | N' | Keterangan |
|----|--|----|------|------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong (24 <i>roll</i>) | 20 | 1,33 | CUKUP |
| 2 | Menaikan <i>hand valve</i> | 20 | 7,30 | CUKUP |
| 3 | Mengambil <i>liner</i> isi | 20 | 4,30 | CUKUP |
| 4 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | 20 | 4,37 | CUKUP |
| 5 | Melepaskan <i>roll</i> dari besi <i>shaft</i> | 20 | 7,20 | CUKUP |
| 6 | Mengambil <i>liner</i> kosong | 20 | 9,07 | CUKUP |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | 20 | 9,70 | CUKUP |
| 8 | Memasang <i>roll</i> kayu/besi ke <i>roll drive</i> | 20 | 4,92 | CUKUP |
| 9 | Menurunkan <i>hand valve</i> | 20 | 9,87 | CUKUP |

Berikut adalah contoh pengolahan pengujian kecukupan menggunakan persamaan 1 pada kegiatan no 1 adalah mengisi *storage liner* kosong.

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

Diketahui:

$$\begin{aligned} k \text{ (Tingkat Keyakinan)} &= 95\% = 2 \\ s \text{ (Tingkat Ketelitian)} &= 5\% = 0,05 \\ (\sum X^2) &= 582.391 \text{ detik} \\ (\sum X)^2 &= 11.634.921 \text{ detik} \\ (\sum X) &= 3.411 \text{ detik} \end{aligned}$$

Perhitungan uji kecukupan data pada kegiatan no 1 yaitu mengisi *storage liner* kosong.

$$\begin{aligned} N' &= \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{\frac{20(582.391) - (11.634.921)^2}{3.411}} \right]^2 \\ &= 1,33 \end{aligned}$$

Dari hasil yang didapatkan $N' = 1,33$ Sehingga dapat dikatakan bahwa data yang dikumpulkan sudah mencukupi secara statistika karena $N' < N$.

Tabel 13. Hasil uji keseragaman data setelah penerapan SMED

| No | Kegiatan | Waktu Siklus (Detik) | Waktu Normal (Detik) | Waktu Baku (Detik) |
|---------------------|--|----------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong (24 roll) | 170,55 | 192,72 | 220,01 |
| 2 | Menaikan <i>hand valve</i> | 3,00 | 3,39 | 3,87 |
| 3 | Mengambil <i>liner</i> isi | 9,05 | 10,23 | 11,67 |
| 4 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | 4,55 | 5,14 | 5,87 |
| 5 | Melepaskan <i>roll</i> dari besi <i>shaft</i> | 2,65 | 2,99 | 3,42 |
| 6 | Mengambil <i>liner</i> kosong | 2,95 | 3,33 | 3,81 |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | 3,05 | 3,45 | 3,93 |
| 8 | Memasang <i>roll</i> kayu/besi ke <i>roll drive</i> | 4,65 | 5,25 | 6,00 |
| 9 | Menurunkan <i>hand valve</i> | 2,65 | 2,99 | 3,42 |
| Total Waktu (detik) | | 203,10 | 229,50 | 262 |
| Total Waktu (menit) | | 3,39 | 3,83 | 4,37 |

b. Uji Keseragaman Data

Berikut adalah contoh pengolahan pengujian keseragaman data pada kegiatan no 1 adalah mengisi *storage liner* kosong

- 1) Menghitung rata-rata dengan menggunakan persamaan 2.

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

$$\bar{x} = \frac{3.411}{20}$$

$$\bar{x} = 170,55$$

- 2) Menghitung standar deviasi dengan menggunakan persamaan 3.

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (166 - 170,55)^2 + \dots + (180 - 170,55)^2}{20 - 1}}$$

$$\sigma = 5,83$$

- 3) Menentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) dengan menggunakan persamaan 4 dan 5.

$$BKA = \bar{X} + 3\sigma$$

$$BKA = 170,55 + (3 \times 5,83)$$

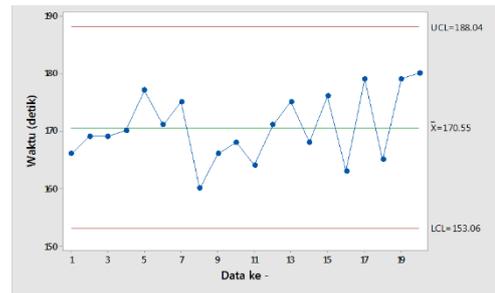
$$BKA = 188,04$$

$$BKB = \bar{X} - 3\sigma$$

$$BKB = 170,55 - (3 \times 5,83)$$

$$BKB = 153,06$$

Hasil dari uji keseragaman data



Gambar 4. Grafik uji keseragaman data pada kegiatan no 1

- c. Perhitungan Waktu Siklus, Waktu Normal dan Waktu Baku

Tabel II Hasil perhitungan waktu siklus, waktu normal, dan waktu baku setelah penerapan SMED

| NO | Jenis Kegiatan | BKA | \bar{x} | BKB | Keterangan |
|----|--|--------|-----------|--------|------------|
| 1 | Mengisi <i>storage liner</i> kosong (24 roll) | 188,03 | 170,55 | 153,07 | SERAGAM |
| 2 | Menaikan <i>hand valve</i> | 4,69 | 3,00 | 1,31 | SERAGAM |
| 3 | Mengambil <i>liner</i> isi | 12,05 | 9,05 | 6,05 | SERAGAM |
| 4 | Meletakkan <i>liner</i> isi pada palet/lori <i>liner</i> isi | 6,08 | 4,55 | 3,02 | SERAGAM |
| 5 | Melepaskan <i>roll</i> dari besi <i>shaft</i> | 4,12 | 2,65 | 1,18 | SERAGAM |
| 6 | Mengambil <i>liner</i> kosong | 5,01 | 2,95 | 0,89 | SERAGAM |
| 7 | Memasang <i>liner</i> kosong ke besi <i>shaft</i> | 5,33 | 3,05 | 0,77 | SERAGAM |
| 8 | Memasang <i>roll</i> kayu/besi ke <i>roll drive</i> | 6,41 | 4,65 | 2,89 | SERAGAM |
| 9 | Menurunkan <i>hand valve</i> | 4,66 | 2,65 | 0,64 | SERAGAM |

- 1) Waktu Siklus

$$W_s = \frac{\sum x_j}{N}$$

$$W_s = \frac{\sum X_1 + X_2 + \dots + X_{20}}{20}$$

$$W_s = \frac{\sum 166 + 169 + \dots + 180}{20}$$

$$W_s = 170,55 \text{ detik}$$

- 2) Waktu Normal

$$P = 1 + 0,13$$

$$P = 1,13$$

waktu normal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 7.

$$W_n = W_s \times P$$

$$W_n = 170,55 \times 1,13$$

$$W_n = 192,72 \text{ detik}$$

3) Waktu baku

Waktu baku dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 8. Dengan diketahui faktor kelonggaran 1,29.

$$W_b = W_n \times (1 + \ell)$$

$$W_b = 192,72 \times (1 + 0,29)$$

$$W_b = 192,72 \times 1,29$$

$$W_b = 220,01 \text{ detik}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan perbandingan waktu baku sebelum dan sesudah penerapan SMED.



Gambar 5. Grafik Waktu setup Sebelum dan sesudah penerapan SMED

Dari gambar 5 dapat diketahui penurunan waktu *setup* sebesar 116,62 detik atau 30,8%

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penerapan SMED pada *setup* pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong, waktu *setup* pergantian *liner* kosong dan pengisian *storage liner* kosong dapat diturunkan dari 378,62 detik menjadi 262 detik atau sebesar 30,8%.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Satwikaningrum, D. (2006). Perbaikan Waktu *Set-Up* Dengan Menggunakan Metode Smed (Studi Kasus Pt Naga Bhuana Aneka Piranti) (*Doctoral dissertation, Tesis*, Universitas Sebelas Maret. Surakarta).
- Arief, F. N., & Ikatrinasari, Z. F. (2018). Perbaikan Waktu *Setup* Dengan Menggunakan Metode SMED pada mesin Filling Krim. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(1).
- Rachman, T. (2013). Penggunaan Metode *Work Sampling* Untuk Menghitung Waktu Baku Dan Kapasitas Produksi Karungan *Soap Chip* Di PT