

ANALISA EFISIENSI PERGANTIAN *SIZE* DENGAN METODE SMED UNTUK MENINGKATKAN NILAI OEE PADA MESIN SPLICING BXS 03-09

Priyono Budi Santoso, S.T., M.T.¹⁾

Politeknik Gajah Tunggal
yonxzbudi@gmail.com

Galih Jaler Rakasiwi²⁾

Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
galihjaler7@gmail.com

Eka Rahmat Maulana³⁾

PT. Gajah Tunggal, Tbk.
ekarhmtMaulana@gt-tires.com

ABSTRAK

PT DEF Tbk merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi ban. Salah satu produk yang dihasilkan yaitu ban dalam pada motor. Dalam memproduksi ban dalam tersebut, salah satu prosesnya adalah *splicing*. Pada proses *splicing* tersebut terdapat *downtime* yang disebabkan oleh kegiatan *set-up* pergantian *size* yang mengakibatkan nilai efektivitas mesin rendah, khususnya pada mesin BXS 03-09. Penelitian ini menggunakan metode SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) untuk menurunkan waktu kegiatan *set-up* pergantian *size* dengan mengubah internal *set-up* menjadi *external set-up*. Kemudian menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) untuk membuktikan bahwa nilai efektivitas mesin BXS 03-09 meningkat setelah diterapkannya metode SMED. Berdasarkan hasil penelitian, lamanya waktu kegiatan *set-up* pergantian *size* sebelum penerapan SMED adalah 16,99 menit. Setelah dilakukan penerapan SMED dan melakukan *improvement* pada kegiatan *set-up* pergantian *size* ternyata mampu menurunkan waktu kegiatan *set-up* menjadi 7,14 menit atau persentase penurunan waktu sebesar 58%. Hal Ini juga meningkatkan nilai OEE pada mesin BXS 03-09 sebesar 10,78%, dari 46,32% menjadi 57,10%.

Kata Kunci : *Splicing*, SMED, OEE, *Set-up*, Pergantian *size*

I. PENDAHULUAN

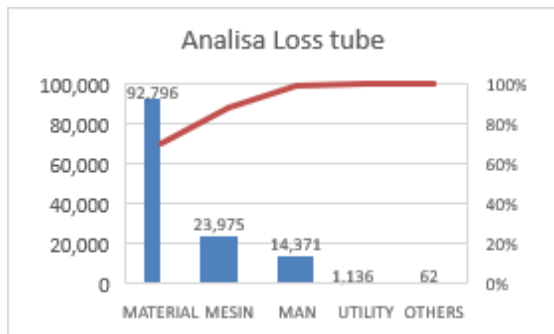
Perkembangan pada dunia industri dalam era globalisasi semakin menuntut setiap perusahaan untuk dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Produktivitas, kualitas, dan ketersediaan produk adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja suatu perusahaan untuk dapat terus bersaing di era globalisasi ini. Peningkatan produktivitas dan kualitas harus dilakukan pada setiap lini produksi agar *output* produksi dapat dihasilkan secara maksimal dari kapasitas yang ada. Salah satu faktor yang menjadi kriteria penilaian produktivitas adalah penggunaan waktu produksi secara maksimal dengan menghasilkan produk yang berkualitas.

PT. DEF adalah salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak dalam bidang industri manufaktur yang memproduksi ban. Salah satu produk yang dihasilkan yaitu ban dalam pada motor dengan target yang telah ditentukan. Berdasarkan data pencapaian produksi bulan desember 2020 hanya mencapai 94,68%. Data pencapaian produksi tersebut dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data pencapaian produksi tube Desember 2020

Sch (pcs)	Prod (pcs)	Prod (%)	Loss (pcs)	Loss (%)
2488171	2355831	94.68%	132340	5.32%

Dari tabel 1 di atas, terdapat *loss* sebanyak 5,32% atau 132340 pcs. Faktor terbesar penyebab *loss* production tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



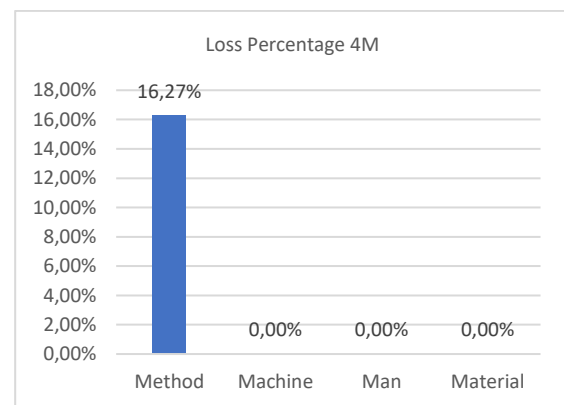
Gambar 1. Faktor penyebab *loss* production

Berdasarkan gambar 1, *loss* paling dominan yaitu dari segi material sebanyak 92796 pcs atau 3,73%. Material yang dimaksud adalah *green tube* yang dihasilkan pada proses *splicing*. *Splicing* adalah proses penyambungan *green stick* yang akan membentuk *green tube*. Di bagian *splicing* terdapat tiga *line* dengan jumlah tiga puluh empat mesin yang beroperasi. Oleh karena itu, penulis melakukan analisa untuk mengetahui kinerja dari mesin *splicing* tersebut dengan membandingkan 3 faktor yaitu *productivity*, *quality*, dan *downtime*. Data yang diambil adalah data pada bulan desember 2020. Dari ketiga *line* yang ada, *line 3* mendapat persentase

terendah dari segi *productivity* dan *quality*, serta mendapat persentase tertinggi dari segi *downtime*. Oleh karena itu diperlukan perhitungan efektifitas dari tiap *line* dengan menggunakan metode OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). OEE adalah suatu perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keefektifan suatu mesin atau peralatan yang ada. [1]

Hasil dari perhitungan nilai OEE tiap *line* tersebut, nilai terendah terdapat pada *line 3* yaitu sebesar 48,81 %. Penyebab rendahnya nilai OEE, terdapat pada nilai *Performance* yaitu sebesar 58,91 %. Oleh karena itu diperlukan perhitungan OEE tiap mesin pada *line 3*, untuk mengetahui mesin yang paling rendah nilai OEE nya. Hasil dari perhitungan nilai OEE tiap mesin pada *line 3* tersebut, nilai OEE terendah terdapat pada mesin BXS 03-09 yaitu sebesar 41,32 %. Hal ini disebabkan oleh rendahnya nilai *Performance* yaitu sebesar 49,77 %. Nilai OEE dapat ditingkatkan apabila nilai *Performance* juga meningkat. Oleh karena itu penulis membutuhkan analisa untuk mengetahui penyebab rendahnya nilai *Performance* pada mesin BXS 03-09 untuk dilakukan perbaikan.

Berdasarkan rumus *Performance rate*, faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya dari nilai *Performance rate* tersebut adalah *process amount*, *ideal cycle time*, dan *operating time*. Di bawah ini adalah *loss percentage* 4M penyebab rendahnya *performace rate* rendah dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. *loss percentage* 4M penyebab rendahnya *performace rate*

Berdasarkan gambar 2, dari segi *method* mendapatkan *loss percentage* tertinggi dengan 16,27 %. Di bawah ini adalah besarnya *downtime* dari segi *method* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data *downtime* mesin BXS 03-09
Desember 2020

4M	Downtime (menit)	%
Method	5436	16,27%
Machine	0	0,00%
Man	0	0,00%
Material	0	0,00%

Berdasarkan tabel 2, *downtime* tertinggi terdapat pada segi *method* yaitu sebesar 5436 menit dengan persentase 16,27 %. Di bawah ini adalah tabel 5 *why analysis* pada permasalahan rendahnya *Performance rate* pada mesin BXS 03-09, untuk mengetahui akar dari permasalahan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. 5 *why analysis* rendahnya *Performance rate*

Why 1	Method: Loss time saat pergantian size
Why 2	Pergantian size tidak efektif
Why 3	Terjadi loss time saat set-up
Why 4	Mounting dan Tooling kerja tidak tersedia di area mesin
Why 5	Tidak ada tempat penyediaan mounting dan Tooling kerja yang mendukung saat pergantian size

Berdasarkan tabel 3, penulis akan melakukan perbaikan pada segi *method* untuk mengurangi *loss time* saat set-up pergantian size. Metode yang digunakan adalah SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) yang bertujuan untuk mengurangi waktu set-up agar saat pergantian size dapat berjalan efektif dan pencapaian produksi meningkat sehingga *Performance rate* pada mesin BXS 03-09 dapat meningkat.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah perlunya mengurangi waktu set-up saat pergantian size sehingga dapat meningkatkan pencapaian produksi dan nilai OEE khususnya nilai *Performance rate* pada mesin BXS 03-09 PT DEF Tbk.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa efisiensi waktu set-up dengan metode SMED dan menganalisa efektifitas mesin BXS 03-09 setelah penerapan SMED.

Penelitian ini didasarkan oleh penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang dijadikan sebagai dasar teori mengenai kekurangan dan kelebihan yang terdapat di penelitian sebelumnya. Informasi yang diperoleh berasal dari jurnal ilmiah maupun buku ilmiah terkait dengan teori untuk penelitian ini.

Dalam kajian ilmiah dengan judul Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada proses pengemasan primer di industri farmasi didapatkan bahwa OEE di area pengemasan primer belum memenuhi standar. Hal ini disebabkan presentase *Set-up/Adjustment* yang tinggi. Lalu dalam kajian ilmiah yang berjudul Implementasi SMED Untuk

optimasi waktu *changeover* model pada produksi panel telekomunikasi didapatkan bahwa *Improvement* yang dilakukan adalah merubah aktifitas internal menjadi aktifitas eksternal pada tahapan proses *changeover* model serta merekayasa *gauge tool* untuk mengurangi *downtime* mesin.

Dalam melakukan kajian ini, metode yang digunakan yaitu SMED untuk menganalisa efisiensi waktu set-up dan OEE untuk menganalisa efektifitas mesin setelah penerapan SMED.

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) merupakan salah satu metode pengukuran kinerja yang banyak digunakan oleh perusahaan untuk mengatasi permasalahan *machine/equipment*. OEE bisa digunakan untuk mengidentifikasi untuk mengetahui peralatan mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi nya. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin atau peralatan [2] OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin/peralatan. Analisa perhitungan untuk mendapatkan nilai efisiensi yang terukur Untuk menghitung nilai OEE harus menghitung nilai *Availability rate*, *Performance rate*, dan *quality rate*. [3]:

a. Availability

Availability merupakan pengukuran waktu keseluruhan atau waktu produksi sebenarnya dibandingkan dengan waktu produksi yang direncanakan. Jika nilai *Availability* 100%, artinya proses berjalan dalam waktu yang sesuai dengan waktu produksi yang telah direncanakan (tidak pernah ada *downtime*). *Availability* dipengaruhi oleh 2 hal, yaitu *equipment failure* dan *set-up and adjustment losses*. Formula yang digunakan untuk pengukuran *Availability rate*:

$$Availability\ rate = \frac{Operating\ time}{Loading\ time} \times 100\% \quad (1)$$

Loading time adalah waktu yang tersedia perhari atau perbulan dikurangi dengan waktu *downtime* mesin yang direncanakan (*planned downtime*).

$$Loading\ time = Total\ Available\ Time - Planned\ Downtime$$

Operation time merupakan hasil pengurangan *Loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non operation time*). Dengan kata lain, *operation time* adalah waktu operasi yang tersedia setelah waktu-waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari total available time yang direncanakan. *Downtime* mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/peralatan mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *Downtime* meliputi mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin, penggantian

cetakan, pelaksanaan *set-up* and adjustment dan lain-lain.

b. *Performance rate*

Performance rate artinya performa proses pada mesin atau rasio kecepatan operasi aktual. Dengan membandingkan hasil *output* dikali dengan *cycle time* dibandingkan dengan waktu operasi. Jika nilai *Performance* 100%, maka proses telah berjalan dengan kecepatan maksimal. *Performance* memiliki dua komponen yaitu *idling and minor stoppage losses* dan *reduced speed*. Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance ratio*:

- Ideal cycle time* (Waktu siklus ideal/waktu standar)
 - Processed Amount* (jumlah produk yang diproses)
 - Operation time* (waktu operasi mesin)
- Performance rate* dapat dihitung dengan rumusan berikut:

$$= \frac{\text{Processed amount} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\% \quad (2)$$

c. *Quality rate*

Quality rate berkaitan dengan *defect* atau *scrap* yang dihasilkan. Bisa dikatakan berapa banyak *output* yang cacat yang selanjutnya dikonversikan menjadi waktu dengan pengertian seberapa banyak waktu yang dikonsumsi untuk menghasilkan produk yang cacat. *Quality rate* didukung oleh dua komponen yaitu *Process defects* dan *reduced yields*. Berikut rumusan untuk menghitung pengukuran *quality rate*:

$$= \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \quad (3)$$

Bila telah diketahui nilai dari perhitungan *Availability*, *Performance rate* dan *quality rate*, maka untuk mendapatkan hasil OEE hanya mengalikan tiga elemen tersebut.

$$OEE = \text{Availability} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality rate} \quad (4)$$

Diagram Pareto merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi dari data kiri ke kanan menurut ukuran ranking tertinggi hingga terendah sehingga ditemukan permasalahan yang penting untuk di selesaikan. [4]

Metode 5 *why* adalah suatu metode pendekatan dimana peneliti mengajukan pertanyaan secara berulang kali untuk mengetahui penyebab masalah, serta menarik kesimpulan untuk mengetahui tindakan apa yang efektif yang harus dilakukan untuk menghilangkan masalah, dan mencegah masalah tersebut terulang kembali. [5]

SMED adalah sebuah sistem atau metode untuk melakukan perbaikan dan mengurangi pemborosan dengan memperbaiki keadaan atau proses saat ini. [6]. Dalam penerapannya metode SMED memiliki

tahapan-tahapan yang harus dilakukan ada empat tahapan dalam SMED antara lain:

- Tahapan persiapan (pengukuran), yaitu melakukan pengamatan pada saat proses *set-up* dengan cara mengukur dan mendokumentasikan aktivitas *set-up*
- Tahap pertama yaitu memisahkan aktivitas *internal* dan *external*. Aktivitas *internal* merupakan aktivitas yang tidak dapat dilakukan ketika mesin sedang melakukan proses
- Tahap kedua, yaitu mengubah aktivitas *internal* ke *external* artinya mempersiapkan semua peralatan yang akan di gunakan sebelum proses produksi berhenti
- Tahap ketiga, yaitu mengurangi waktu aktivitas *internal*. [7]

Ada empat tahapan sebelum perhitungan waktu jam henti diterapkan agar didapatkan hasil yang baik, yaitu [8]:

Melakukan langkah-langkah sebelum pengukuran.

- Melakukan pengukuran waktu.
- Tingkat ketelitian, tingkat keyakinan, pengujian keseragaman data, dan pengujian kecukupan data.
- Melakukan perhitungan waktu baku.

Uji kecukupan data berfungsi untuk memastikan apakah data hasil pengamatan sudah dianggap mencukupi secara statistika [9]. 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:

$$N' = \left[\frac{k/s \sqrt{N(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{(\sum X_i)} \right]^2 \quad (5)$$

Keterangan:

N' = Jumlah data secara teoritis

N = Jumlah data pengamatan aktual

S = Tingkat ketelitian yang dikehendaki

K = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

- Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga *k* adalah 1
- Tingkat kepercayaan 69 % - 95 % harga *k* adalah 2
- Tingkat kepercayaan 96 % - 99 % harga *k* adalah 3

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.

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. Data yang melebihi batas kontrol ini dinamakan

nilai ekstrim [9]. Persamaan yang dipakai untuk melakukan uji keseragaman data sebagai berikut:

1. Hitung nilai rata-rata dengan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (6)$$

2. Hitung standar deviasi dengan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad (7)$$

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

$$BKA = \bar{x} + 3\sigma \quad (8)$$

$$BKB = \bar{x} - 3\sigma \quad (9)$$

Keterangan:

$\sum X_i$: Jumlah keseluruhan data

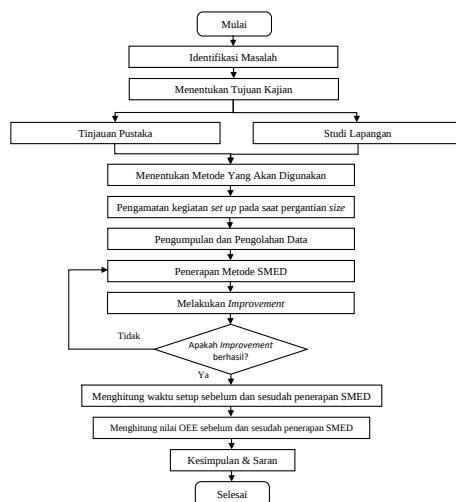
N : Banyak data

$\bar{x}$: Rata-rata

σ : Standar deviasi

Jika hasil dari perhitungan belum seragam, maka perlu dilakukan kembali pengambilan dan perhitungan data ulang. Jika hasil dari perhitungan sudah seragam maka dapat dilakukan ke perhitungan selanjutnya.

II. METODE PENELITIAN



Gambar 3. Alur Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis melakukan identifikasi masalah mengenai apa saja penyebab tingginya angka *loss time* pada mesin *splicing*. Dari hasil identifikasi, pergantian *size* merupakan faktor terbesar yang menyebabkan tingginya angka *loss time* pada unplanned downtime. *Loss time* dapat menyebabkan jalannya proses produksi menjadi terhambat.

2.2. Menentukan Tujuan Kajian

Setelah mendapatkan masalah yang akan dibahas, langkah selanjutnya adalah merumuskan masalah yang akan dibahas dan menentukan tujuan penelitian tersebut. Masalah akan dirumuskan

menjadi beberapa pertanyaan yang akan dijawab dengan hasil penelitian yang ada. Hasil penelitian ini yang akan menjadi tujuan penelitian.

2.3. Studi Pustaka

Kajian pustaka merupakan daftar referensi dari semua jenis referensi seperti buku, jurnal papers, artikel, disertasi, tesis, skripsi, *handouts*, *laboratory manuals*, dan karya ilmiah lainnya yang dikutip di dalam penulisan proposal. Semua referensi yang tertulis dalam kajian pustaka harus dirujuk di dalamnya. Referensi ditulisurut menurut abjad huruf awal dari nama akhir/keluarga penulis pertama dan tahun penerbitan

2.4. Studi Lapangan

Pada tahap ini penulis melakukan studi langsung lapangan untuk mencari informasi yang lebih rinci terkait masalah yang diangkat dalam penulisan laporan. Studi lapangan ini dilakukan untuk memahami kondisi sebenarnya yang ada di lapangan. Pada studi lapangan ini penulis melakukan perhitungan *cycle time set-up* saat pergantian *size*.

2.5. Menentukan Metode Yang Digunakan

Pada tahap ini penulis menentukan metode yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Dengan permasalahan yang telah ditemukan saat tahap identifikasi masalah yaitu terdapat kegiatan pemborosan, penulis akan menggunakan metode *single minute exchange of dies* (SMED). Metode SMED dipilih karena dari 12 *lean tools* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan, dengan masing-masing tools mempunyai kegunaan sesuai dengan jenis pengurangan pemborosan tertentu. SMED dipilih karena memiliki fungsi yang paling sesuai yaitu mengurangi kegiatan pemborosan saat kegiatan *set-up*.

2.6. Pengamatan Kegiatan Set-up

Pada tahap ini penulis melakukan pengamatan langsung kegiatan *set-up* pergantian *size* pada proses *Splicing*. Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui kegiatan apa saja yang dilakukan oleh operator pada saat melakukan aktivitas *set-up* pergantian *size*.

2.7. Pengumpulan Data

Proses pengambilan data dilakukan setelah dilakukan pengamatan langsung kegiatan *set-up* pergantian *size*. Pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali

2.8. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan yaitu uji kecukupan data, uji keseragaman data untuk memastikan data yang di ambil sudah cukup untuk melanjutkan penelitian.

2.9. Penyederhanaan Kegiatan *Set-up*

Setelah semua data yang terkumpul telah memenuhi semua tahap pengujian data. Selanjutnya kegiatan dalam *set-up* penggantian *size* dibagi menjadi kegiatan terperinci dan dikelompokkan berdasarkan internal *set-up* dan eksternal *set-up*. Untuk menyederhanakan kegiatan *set-up* perlu dilakukan analisa terhadap semua kegiatan untuk mengetahui kemungkinan kegiatan yang terdapat pada internal *set-up* dapat di konversi menjadi eksternal *set-up*, serta menyederhanakan aktivitas atau mengeliminasi aktivitas yang tidak di perlukan.

2.10. Mengukur Waktu *Set-up* setelah penerapan SMED

Tahap perhitungan waktu *set-up* sebelum dan sesudah penerapan SMED dilakukan untuk mengetahui perbandingan waktu *set-up* dan untuk membuktikan jika dengan penerapan metode SMED waktu *set-up* pada proses pergantian *size* lebih cepat.

2.11. Menghitung Nilai OEE sesudah penerapan SMED

Pada tahap terakhir, hasil penelitian akan ditarik kesimpulan untuk mengetahui nilai OEE pada suatu mesin apakah nilai OEE bertambah setelah penerapan SMED.

2.12. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap terakhir, hasil penelitian akan ditarik kesimpulan untuk mengetahui nilai OEE pada suatu mesin.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini berisikan tentang kegiatan *set-up* pergantian *size* pada mesin BXS 03-09. Pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali menggunakan alat bantu *stopwatch*. Adapun waktu *set-up* pergantian *size* mesin BXS 03-09 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data waktu pergantian *size*

Sampel ke-	Waktu (Detik)	Sampel ke-	Waktu (Detik)
1	1020	16	1046
2	1015	17	1033
3	1004	18	1007
4	1011	19	1002
5	1021	20	1022
6	1030	21	1006
7	1031	22	1030
8	1043	23	1006
9	1020	24	1017
10	1017	25	1020
11	1018	26	1011
12	1027	27	1023
13	1005	28	1013
14	1034	29	1007

15	1016	30	1029
Rata-rata waktu (Detik)			1019,47
Rata-rata waktu (Menit)			16,99

Untuk mengetahui kegiatan *set-up* pergantian *size* di mesin BXS 03-09, dilakukan pengamatan secara langsung proses *set-up* pergantian *size* yang dilakukan oleh operator lalu dilakukan rekapitulasi kegiatan *set-up* pergantian *size*. Dari proses rekapitulasi didapat ada tujuh belas kegiatan saat melakukan kegiatan *set-up*. Kegiatan *set-up* pada mesin BXS 03-09 dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Kegiatan *set-up* pergantian *size* mesin BXS 03-09

No	Aktivitas	Rata-rata waktu (Detik)
1	Memasang <i>Safety Box</i>	6,00
2	Mengecek <i>size mounting</i> yang tersedia	10,63
3	Mencari <i>Mounting</i> dan <i>Rubber holder</i>	232,9
4	Cek kondisi <i>Rubber holder</i>	16,70
5	Melepas <i>Rubber Holder</i> lama dari <i>mounting</i>	62,93
6	Mencari <i>Rubber Holder</i> baru	84,80
7	Memasang <i>Rubber Holder</i> baru ke <i>mounting</i>	64,90
8	Melepas <i>mounting</i> dan <i>Rubber Holder</i> atas dari <i>clamp</i>	10,87
9	Melepas <i>mounting</i> dan <i>Rubber Holder</i> bawah dari <i>vice</i>	11,07
10	Memasang <i>mounting</i> dan <i>Rubber Holder</i> bawah ke <i>vice</i>	12,77
11	Memasang <i>mounting</i> dan <i>Rubber Holder</i> atas ke <i>clamp</i>	12,80
12	<i>Setting Hanging</i>	6,50
13	<i>Setting Clamp</i>	17,4
14	Mencari <i>Tooling</i>	122,40
15	<i>Setting Vice</i>	78,53
16	<i>Setting</i> posisi <i>mounting</i> + <i>Rubber Holder</i> bawah	75,83
17	<i>Testing Joint</i>	192,43
Total Waktu (Detik)		1019,47
Total Waktu (Menit)		16,99

Dari tabel 5, Total waktu *set-up* pergantian *size* yaitu 1019,53 detik atau 16,99 menit. Terdapat 17 kegiatan dalam proses *set-up* pergantian *size*.

3.2. Pengolahan Data

1. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil pada saat pengukuran waktu telah mencukupi atau belum, jika data yang diambil belum mencukupi maka akan dilakukan pengumpulan data ulang sampai jumlah data cukup sehingga bisa dilakukan pengolahan data. Ada 30 data yang telah diambil secara langsung pada saat kegiatan *set-up*. Data tersebut akan diolah untuk menentukan kecukupan data dari kegiatan *set-up*.

Tingkat keyakinan yang dipilih adalah sebesar 95%, tingkat error sebesar 5%, Tingkat ketelitian yang dipilih adalah sebesar 5% untuk menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu yang sebenarnya.

Perhitungan pengolahan uji kecukupan data pada kegiatan nomor 1 yaitu memasang *safety box* dapat dilakukan dengan persamaan 5.

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

Diketahui:

k (Tingkat Keyakinan) = 95% = 2
s (Tingkat Ketelitian) = 5% = 0,05
($\sum X_i^2$) = 1080 detik
($\sum X_i$)² = 32400 detik
($\sum X_i$) = 180 detik
N = 30

Perhitungan uji kecukupan data pada aktivitas kegiatan nomor 1 adalah sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{30(1080) - (32400)}}{(180)} \right]^2 = 0$$

Dari hasil pengujian data didapatkan N' = 0 sehingga data yang terkumpul sudah dapat dikatakan mencukupi secara statistika karena N' < N.

Dengan cara yang sama, hasil uji kecukupan data waktu kegiatan *set-up* secara lengkap pada mesin BXS 03-09 dapat di lihat pada tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6 . Hasil Uji Kecukupan Data

No	Proses	N	N'
1	Memasang Safety Box	30	0.00
2	Mengecek <i>size</i> monting yang tersedia	30	8.95
3	Mencari monting dan <i>Rubber Holder</i>	30	2.39
4	Cek Kondisi <i>Rubber Holder</i>	30	7.71
5	Melepas <i>Rubber Holder</i> lama dari monting	30	1.43
6	Mencari <i>Rubber Holder</i> baru	30	10.97
7	Memasang <i>Rubber Holder</i> baru ke monting	30	5.05
8	Melepas mounting dan <i>Rubber holder</i> atas dari clamp	30	9.70
9	Melepas mounting dan <i>Rubber holder</i> bawah dari vice	30	18.23
10	Memasang mounting dan <i>rubber holder</i> bawah ke vice	30	6.99
11	Memasang mounting dan <i>rubber holder</i> atas ke clamp	30	27.60
12	Setting Hanging	30	17.04
13	Setting Clamp	30	26.23
14	Mencari Tooling	30	1.38
15	Setting Vice	30	9.21
16	Setting posisi mounting + <i>rubber holder</i> bawah	30	3.93
17	Testing Joint	30	3.40

Dari seluruh hasil pengujian data didapatkan N' < N. sehingga data yang terkumpul sudah dapat dikatakan mencukupi secara statistika.

2. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data bertujuan untuk menguji keseragaman data yang ada agar tidak ada data ekstrem yang didapatkan. Uji keseragaman data

akan dilakukan setelah data yang dikumpul telah lolos uji kecukupan data.

Apabila data yang dikumpulkan telah mencukupi maka akan dilakukan uji keseragaman data waktu kegiatan *set-up* pergantian *size* pada mesin BXS 03-09. Berikut langkah-langkah pengujian keseragaman data pada kegiatan nomor 2 yaitu mengecek *size mounting* yang tersedia:

a. Menghitung rata-rata dengan menggunakan persamaan 6.

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

$$\bar{x} = \frac{319}{30}$$

$$\bar{x} = 10,633 \text{ detik}$$

b. Menghitung standar deviasi dengan menggunakan persamaan 7.

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (10-10,633)^2 + (12-10,633)^2 + \dots + (12-10,633)^2}{30-1}}$$

$$\sigma = 0,809 \text{ detik}$$

c. Menentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) dengan menggunakan persamaan 8 dan 9.

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

$$BKA = 10,633 + (3 \times 0.809)$$

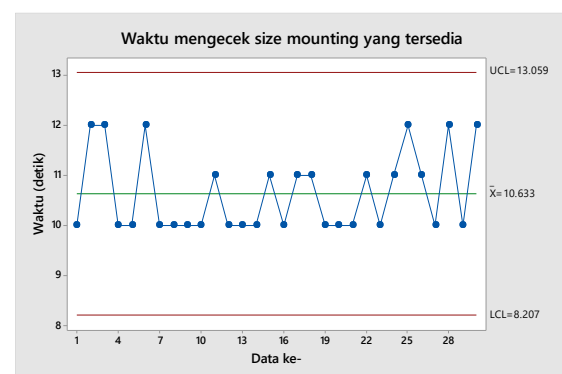
$$= 13,059 \text{ detik}$$

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

$$BKB = 10,633 - (3 \times 0.809)$$

$$= 8,207 \text{ detik}$$

Hasil uji keseragaman data dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil uji keseragaman data kegiatan 2

Dengan cara yang sama, hasil uji keseragaman data waktu kegiatan *set-up* secara lengkap pada mesin BXS 03-09 dapat di lihat pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Uji Keseragaman Data

No	Proses	N	BKA	BKB
1	Memasang Safety Box	30	6	6
2	Memeriksa size mounting yang tersedia	30	13,059	8,207
3	Mencari mounting dan Rubber Holder	30	257,68	208,12
4	Cek Kondisi Rubber Holder	30	20,237	13,163
5	Melepas Rubber Holder lama dari mounting	30	68,67	57,20
6	Mencari Rubber Holder baru	30	106,22	63,38
7	Memasang Rubber Holder baru ke mounting	30	76,02	53,78
8	Melepas mounting dan Rubber holder atas dari clamp	30	13,448	8,286
9	Melepas mounting dan Rubber holder bawah dari vice	30	14,671	7,462
10	Memasang mounting dan rubber holder bawah ke vice	30	15,342	10,192
11	Memasang mounting dan rubber holder atas ke clamp	30	17,93	7,67
12	Setting Hanging	30	8,547	4,453
13	Setting Clamp	30	24,16	10,64
14	Mencari Tooling	30	133,36	111,44
15	Setting Vice	30	96,72	60,35
16	Setting posisi mounting + rubber holder bawah	30	87,31	64,36
17	Testing Joint	30	219,50	165,36

Dari seluruh hasil pengujian data tidak ada yang melewati batas kurva atas dan batas kurva bawah, sehingga data yang terkumpul sudah dapat dikatakan seragam secara statistika.

3.3. Penerapan Metode SMED

Dalam penerapannya metode SMED memiliki tahapan-tahapan yang harus dilakukan, ada empat tahapan dalam SMED antara lain:

1. Tahapan persiapan (pengukuran), melihat waktu proses dengan mengukur atau merekam video untuk melihat hasil perbaikan. Waktu proses *set-up* pergantian *size* dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Waktu proses *set-up* pergantian *size*

No	Aktivitas	Rata-rata waktu (Detik)
1	Memasang Safety Box	6,00
2	Memeriksa size mounting yang tersedia	10,63
3	Mencari Mounting dan Rubber holder	232,9
4	Cek kondisi Rubber holder	16,70
5	Melepas Rubber Holder lama dari mounting	62,93
6	Mencari Rubber Holder baru	84,80
7	Memasang Rubber Holder baru ke mounting	64,90
8	Melepas mounting dan Rubber Holder atas dari clamp	10,87
9	Melepas mounting dan Rubber Holder bawah dari vice	11,07
10	Memasang mounting dan Rubber Holder bawah ke vice	12,77
11	Memasang mounting dan Rubber Holder atas ke clamp	12,80
12	Setting Hanging	6,50
13	Setting Clamp	17,4
14	Mencari Tooling	122,40
15	Setting Vice	78,53

16	Setting posisi mounting + Rubber Holder bawah	75,83
17	Testing Joint	192,43
	Total Waktu (Detik)	1019,47
	Total Waktu (Menit)	16,99

2. Tahap pertama, tahap pertama yaitu memisahkan aktivitas *external* dan *internal*. Pemisahan tersebut dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Aktivitas berdasarkan internal *set-up* dan eksternal *set-up*

No	Aktivitas	Int	Eks	Rata-rata waktu (Detik)
1	Memasang Safety Box	×		6,00
2	Memeriksa size mounting yang tersedia		×	10,63
3	Mencari Mounting dan Rubber holder		×	232,9
4	Cek kondisi Rubber holder		×	16,70
5	Melepas Rubber Holder lama dari mounting		×	62,93
6	Mencari Rubber Holder baru		×	84,80
7	Memasang Rubber Holder baru ke mounting		×	64,90

Tabel 9. Lanjutan

8	Melepas mounting dan Rubber Holder atas dari clamp	×		10,87
9	Melepas mounting dan Rubber Holder bawah dari vice	×		11,07
10	Memasang mounting dan Rubber Holder bawah ke vice	×		12,77
11	Memasang mounting dan Rubber Holder atas ke clamp	×		12,80
12	Setting Hanging	×		6,50
13	Setting Clamp	×		17,4
14	Mencari Tooling		×	122,40
15	Setting Vice	×		78,53
16	Setting posisi mounting dan Rubber Holder bawah	×		75,83
17	Testing Joint	×		192,43
	Total Waktu (Detik)			1019,47
	Total Waktu (Menit)			16,99

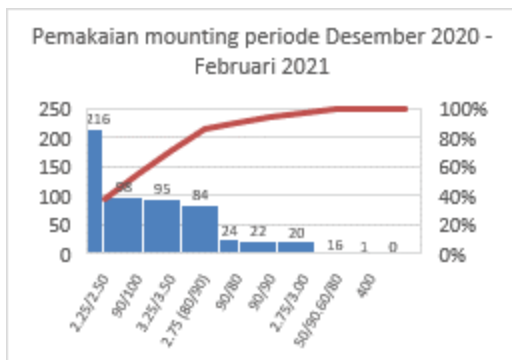
3. Tahap kedua, mengubah aktivitas *internal* ke *external* artinya sebelum proses produksi berhenti peralatan yang akan digunakan harus di persiapkan. Aktivitas yang dapat dirubah dapat dilihat pada tabel 10 .

Tabel 10. Aktivitas yang dikonversi menjadi eksternal *set-up*

No	Aktivitas	Eksternal	Rata-rata waktu (Detik)
1	Mengecek <i>size mounting</i> yang tersedia	×	10,63
2	Mencari <i>Mounting</i> dan <i>Rubber holder</i>	×	232,9
3	Cek kondisi <i>Rubber holder</i>	×	16,70
4	Melepas <i>Rubber Holder</i> lama dari <i>mounting</i>	×	62,93
5	Mencari <i>Rubber Holder</i> baru	×	84,80
6	Memasang <i>Rubber Holder</i> baru ke <i>mounting</i>	×	64,90
7	Mencari <i>Tooling</i>	×	122,40
	Total Waktu (Detik)		595,27
	Total Waktu (Menit)		9,92

Berdasarkan Tabel 10, terdapat tujuh aktivitas yang diubah menjadi eksternal *set-up* setelah analisa menggunakan metode SMED. Terdapat dua *improvement* yang dilakukan untuk mengubah aktivitas tersebut menjadi eksternal *set-up*, yaitu:

- Menentukan empat *size mounting* di awal shift berdasarkan pemakaian terbanyak tiga bulan pada periode desember 2020 – februari 2021. Data pemakaian *mounting* tersebut dapat dilihat pada gambar 5.



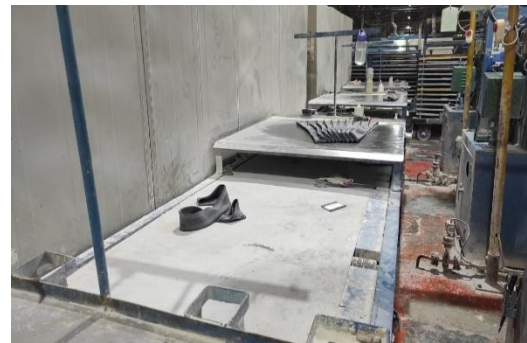
Gambar 5. Grafik pemakaian *mounting* periode desember 2020 – februari 2021

Berdasarkan gambar, empat *size mounting* terbanyak adalah 2.25/2.50, 90/100, 3.25/3.50, dan 2.75 (80/90). Aktivitas yang dapat disederhanakan dan diubah menjadi eksternal *set-up* adalah:

- 1) Mengecek *size mounting* yang tersedia
- 2) Cek kondisi *Rubber holder*
- 3) Melepas *Rubber Holder* lama dari *mounting*
- 4) Mencari *Rubber Holder* baru
- 5) Memasang *Rubber Holder* baru ke *mounting*
- b. Membuat alat penyediaan tempat *tooling* dan *mounting*

Untuk mengurangi waktu kegiatan *set-up* pergantian *size* dilakukan pembuatan alat penyediaan tempat *tooling* dan *mounting* di dekat area mesin. Karena tempat *tooling* dan *mounting* belum tersedia sehingga membuat

operator melakukan aktivitas mencari yang mengakibatkan *loss time* saat *set-up* pergantian *size*. Kondisi sebelum dibuat tempat *tooling* dan *mounting* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Kondisi sebelum pembuatan tempat *tooling* dan *mounting*

Pada gambar 6, tidak tersedia alat penyediaan tempat *tooling* dan *mounting*. Maka dibuatlah alat penyediaan tempat *tooling* dan *mounting* agar operator tidak perlu mencari *tooling* dan *mounting* untuk keperluan *set-up* pergantian *size* sehingga tidak terjadi *loss time* pada mesin BXS 03-09. Adapun alat penyediaan tempat *tooling* dan *mounting* dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Kondisi setelah pembuatan tempat *tooling* dan *mounting*

Dengan adanya alat tersebut memudahkan operator untuk melakukan *set-up*. Aktivitas yang dapat disederhanakan dan diubah menjadi eksternal *set-up* adalah:

- 1) Mencari *Mounting* dan *Rubber holder*
- 2) Mencari *Tooling*
4. Tahap ketiga, mengurangi waktu aktivitas internal. Waktu aktivitas internal dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Proses *set-up* pergantian *size* yang disederhanakan

No	Aktivitas	Internal	Rata-rata waktu (Detik)
1	Memasang <i>Safety Box</i>	×	6,00
2	Melepas <i>mounting</i> dan <i>Rubber Holder</i> atas dari <i>clamp</i>	×	10,87
3	Melepas <i>mounting</i> dan <i>Rubber Holder</i> bawah dari <i>vice</i>	×	11,07
4	Memasang <i>mounting</i> dan <i>Rubber Holder</i> bawah ke <i>vice</i>	×	12,77
5	Memasang <i>mounting</i> dan <i>Rubber Holder</i> atas ke <i>clamp</i>	×	12,80
6	<i>Setting Hanging</i>	×	6,50
7	<i>Setting Clamp</i>	×	17,4
8	<i>Setting Vice</i>	×	78,53
9	<i>Setting posisi mounting + Rubber Holder</i> bawah	×	75,83
10	<i>Testing Joint</i>	×	192,43
	Total Waktu (Detik)		424,20
	Total Waktu (Menit)		7,07

1. Kondisi Setelah Penerapan SMED

Setelah penerapan metode SMED pada *set-up* pergantian *size* jumlah kegiatan yang awalnya berjumlah 17 berkurang menjadi 10 kegiatan. Pengambilan data dilakukan Kembali sebanyak 30 kali menggunakan alat bantu *stopwatch*. Adapun waktu *set-up* pergantian *size* mesin BXS 03-09 dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Data waktu pergantian *size* setelah penerapan SMED

Sampel ke-	Waktu (Detik)	Sampel ke-	Waktu (Detik)
1	427	16	439
2	415	17	428
3	403	18	430
4	417	19	432
5	406	20	437
6	418	21	405
7	437	22	432
8	431	23	433
9	431	24	428
10	436	25	434
11	438	26	429
12	436	27	428
13	427	28	437
14	435	29	430
15	432	30	432
Rata-rata waktu (Detik)		428,10	
Rata-rata waktu (Metik)		7,135	

Kegiatan *set-up* pergantian *size* setelah penerapan SMED pada mesin BXS 03-09 dapat dilihat pada Tabel 13

Tabel 13. Kegiatan *set-up* pergantian *size* BXS 03-09 setelah penerapan SMED

No	Aktivitas	Rata-rata waktu (Detik)
1	Memasang <i>Safety Box</i>	6.00
2	Melepas <i>mounting + Rubber Holder</i> atas dari <i>clamp</i>	10.70
3	Melepas <i>mounting + Rubber Holder</i> bawah dari <i>vice</i>	11.03
4	Memasang <i>mounting + Rubber Holder</i> bawah ke <i>vice</i>	12.70
5	Memasang <i>mounting + Rubber Holder</i> atas ke <i>clamp</i>	12.97
6	<i>Setting Hanging</i>	6.40
7	<i>Setting Clamp</i>	23.57
8	<i>Setting Vice</i>	79.43
9	<i>Setting posisi mounting + Rubber Holder</i> bawah	77.87
10	<i>Testing Joint</i>	187.43
	Total Waktu (Detik)	428,10
	Total Waktu (Menit)	7,135

2. Uji Kecukupan Data Setelah Penerapan SMED

Setelah dilakukan penerapan SMED, perlu dilakukan uji kecukupan data kembali. Hal ini bertujuan untuk memastikan data yang diambil mencukupi secara statistika. Ada 30 data yang telah diambil secara langsung pada saat kegiatan *set-up* pergantian *size*. Uji kecukupan data ini menggunakan tingkat keyakinan 95% dan tingkat ketelitian 5% untuk menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu yang sebenarnya. Perhitungan pengolahan uji kecukupan data pada kegiatan nomor 1 yaitu memasang *safety box* dapat dilakukan dengan persamaan 5.

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

Diketahui:

k (Tingkat Keyakinan)	= 95% = 2
s (Tingkat Ketelitian)	= 5% = 0,05
$(\sum X_i^2)$	= 1080 detik
$(\sum X_i)^2$	= 32400 detik
$(\sum X_i)$	= 180 detik
N	= 30

Perhitungan uji kecukupan data pada aktivitas kegiatan nomor 1 adalah sebagai berikut:

$$N' = \left[\frac{2/0,05 \sqrt{30(1080) - (32400)}}{(180)} \right]^2 = 0$$

Dari hasil pengujian data didapatkan $N' = 0$ sehingga data yang terkumpul sudah dapat dikatakan mencukupi secara statistika karena $N' < N$.

Dengan cara yang sama, hasil uji kecukupan data waktu kegiatan *set-up* secara lengkap pada mesin BXS 03-09 dapat di lihat pada tabel 14 di bawah ini

Tabel 14. Hasil Uji Kecukupan Data

No	Proses	N	N'
1	Memasang Safety Box	30	0.00
2	Melepas mounting dan Rubber holder atas dari clamp	30	19.70
3	Melepas mounting dan Rubber holder bawah dari vice	30	16.20
4	Memasang mounting dan rubber holder bawah ke vice	30	10.02
5	Memasang mounting dan rubber holder atas ke clamp	30	21.88
6	Setting Hanging	30	22.40
7	Setting Clamp	30	12.81
8	Setting Vice	30	4.98
9	Setting posisi mounting + rubber holder bawah	30	2.74
10	Testing Joint	30	2.09

Dari seluruh hasil pengujian data didapatkan $N' < N$, sehingga data yang terkumpul sudah dapat dikatakan mencukupi secara statistika.

3. Uji Keseragaman Data Setelah Penerapan SMED

Setelah data dinyatakan mencukupi secara statistika maka dapat dilanjutkan tahap pengujian keseragaman data waktu kegiatan *set-up* pergantian *size* pada mesin BXS 03-09. Berikut langkah-langkah pengujian keseragaman data pada kegiatan nomor 2 yaitu mengecek *size mounting* yang tersedia:

- Menghitung rata-rata dengan menggunakan persamaan 6.

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

$$\bar{x} = \frac{321}{30}$$

$$\bar{x} = 10,7 \text{ detik}$$

- Menghitung standar deviasi dengan menggunakan persamaan 7.

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

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (12-10,7)^2 + (9-10,7)^2 + \dots + (12-10,7)^2}{30-1}}$$

$$\sigma = 1,207 \text{ detik}$$

- Menentukan batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) dengan menggunakan persamaan 8 dan 9.

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

$$BKA = 10,7 + (3 \times 1,207)$$

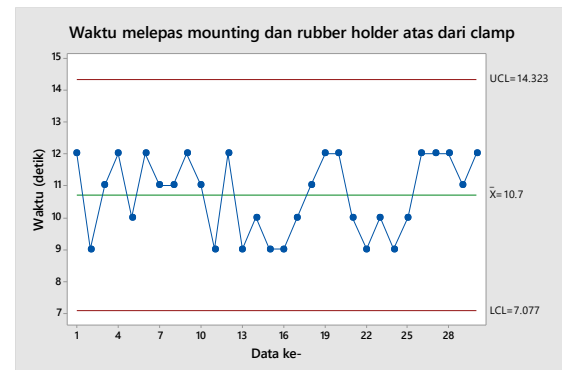
$$= 14,323 \text{ detik}$$

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

$$BKB = 10,7 - (3 \times 1,207)$$

$$= 7,077 \text{ detik}$$

Hasil uji keseragaman data dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil uji keseragaman data kegiatan 2 setelah penerapan SMED

3.4. Perhitungan Nilai OEE

1. Nilai OEE sebelum penerapan SMED

Pada bab ini penulis menampilkan hasil kajian dan pembahasan dari pengumpulan data yang telah dilakukan. Pengumpulan data dilakukan dengan merekap data laporan harian mesin BXS 03-09 selama tiga bulan yaitu desember 2020, januari 2021, dan februari 2021 berupa data *loss time*, data produksi dan data produk cacat dengan perhitungan mesin berproduksi selama 24 jam per hari yang terbagi dalam 3 *shift*. Data *loss time* pada mesin BXS 03-09 selama 3 bulan ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Data *Losstime* Bulan Desember 2020 - Februari 2021 Mesin BXS 03-09

<i>Planned Closing Time</i>	Desember 2020	Januari 2021	Februari 2021
Hari libur nasional	-	-	-
Stop pabrik	4320	2880	-
No schedule	1920	2880	960
Total	6240	5760	960
<i>Planned Downtime</i>	Desember 2020	Januari 2021	Februari 2021
Preventive Maintenance	180	-	-
Rest, Sholat, Toilet	4800	4860	4800
Daily Check	1200	1215	1200
Total	6180	6075	6000
<i>Unplanned Downtime</i>	Desember 2020	Januari 2021	Februari 2021
Pergantian size	5437	5505	5573
Total	5437	5505	5573

Berdasarkan tabel 15, terdapat total waktu *planned downtime* dan *Unplanned Downtime* yang digunakan untuk mencari *Loading time* dan *operating time* sebagai dasar untuk perhitungan nilai OEE. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 16, 17, dan 18.

Tabel 16. Data Perhitungan Bulan Desember 2020

Kategori	Perhitungan	Hasil
Available Time (menit)	80 shift x 480 menit	38400
Planned Downtime (menit)	6180	6180
Loading time (menit)	38400 - 6180	32220
Unplanned Downtime (menit)	5437	5437
Operating time (menit)	32220 - 5437	26783
Processed Amount (pcs)	Total produksi green tube	49942
Ideal cycle time (menit/pcs)	Rata-rata cycle time	0,267
Defect Amount (pcs)	Total defect green tube	12

Tabel 17. Data Perhitungan Bulan Januari 2020

Kategori	Perhitungan	Hasil
Available Time (menit)	81 shift x 480 menit	38880
Planned Downtime (menit)	6075	6075
Loading time (menit)	38880 - 6075	32805
Unplanned Downtime (menit)	5505	5573
Operating time (menit)	32805 - 5505	27300
Processed Amount (pcs)	Total produksi green tube	59272
Ideal cycle time (menit/pcs)	Rata-rata cycle time	0,267
Defect Amount (pcs)	Total defect green tube	29

Tabel 18. Data Perhitungan Bulan Februari 2020

Kategori	Perhitungan	Hasil
Available Time (menit)	82 shift x 480 menit	39360
Planned Downtime (menit)	6000	6000
Loading time (menit)	39360 - 6180	33360
Unplanned Downtime (menit)	5437	5437
Operating time (menit)	33360 - 5437	27787
Processed Amount (pcs)	Total produksi green tube	61943
Ideal cycle time (menit/pcs)	Rata-rata cycle time	0,267
Defect Amount (pcs)	Total defect green tube	42

Berdasarkan data pada tabel 16, 17, dan 18 dapat disimpulkan pada tabel 19 di bawah ini.

Tabel 19. Data Hasil Perhitungan Periode Desember 2020-Februari 2021

Bulan	Loading time (menit)	Operating time (menit)	Processed Amount (pcs)	Defect Amount (pcs)
Desember	32220	26783	49942	12
Januari	32805	27300	59272	29
Februari	33360	27787	61943	42

Tahap pertama sebelum mendapatkan nilai OEE ialah melakukan perhitungan nilai persentase *Availability*, *Performance* dan *quality rate*. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai OEE dilakukan dengan cara mengkalikan ketiga nilai tersebut. Berikut merupakan perhitungan nilai *Availability*, *Performance*, *quality rate*, dan OEE.

a. *Availability rate*

Berdasarkan Persamaan 1, maka nilai *Availability rate* bulan April 2021 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Availability rate} &= \frac{\text{Operating time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{26783}{32220} \times 100\% \\ &= 83,13\% \end{aligned}$$

b. *Performance rate*

Berdasarkan Persamaan 2, maka nilai *Performance rate* bulan April 2021 dengan *Ideal cycle time* 0,267 menit/pcs adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Performance rate} &= \frac{\text{Processed amount} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\% \\ &= \frac{49942 \times 0,267}{26783} \times 100\% \\ &= 49,73\% \end{aligned}$$

c. *Quality rate*

Berdasarkan Persamaan 3, maka nilai *quality rate* bulan April 2021 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Quality rate} &= \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{49942 - 12}{49942} \times 100\% \\ &= 99,98\% \end{aligned}$$

d. *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*

Berdasarkan Persamaan 4, maka nilai OEE bulan April 2021 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability rate} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality rate} \\ &= 83,13\% \times 49,73\% \times 99,98\% \\ &= 41,32\% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, perhitungan *Availability*, *Performance*, *quality*, dan OEE pada bulan Desember 2020 – Februari 2021 dapat dilihat pada tabel 20.

Tabel 20. Nilai OEE Periode Desember 2020 – Februari 2021

Bulan	Availability	Performance	Quality	OEE
Desember	83.13%	49.73%	99.98%	41.32%
Januari	83.22%	57.90%	99.95%	48.16%
Februari	83.29%	59.45%	99.93%	49.48%
Rata-rata	83.21%	55.69%	99.95%	46.32%

Berdasarkan tabel 20, nilai rata-rata OEE adalah sebesar 46,32%. Dengan nilai *Availability* 83,21%, *Performance* 55,69% dan *quality* 99,95%.

2. Nilai OEE setelah penerapan SMED

Pengumpulan data dilakukan kembali dengan merekap data laporan harian mesin BXS 03-09 setelah penerapan SMED selama tiga bulan yaitu April – Juni 2021 berupa data *loss time*, data produksi dan data produk cacat dengan perhitungan mesin berproduksi selama 24 jam per hari yang terbagi dalam 3 *shift*. Data *loss time* pada mesin BXS 03-09 selama 3 bulan ditunjukkan pada Tabel 21.

Tabel 21. Data Losstime Bulan April 2021 - Juni 2021 Mesin BXS 03-09

<i>Planned Closing Time</i>	April 2021	Mei 2021	Juni 2021
Hari libur nasional	1440	1440	-
Stop pabrik	-	15480	-
No schedule	2400	1440	6720
Total	3840	18360	6720
<i>Planned Downtime</i>	April 2021	Mei 2021	Juni 2021
Preventive Maintenance	-	-	-
Rest, Sholat, Toilet	4920	3240	4560
Daily Check	1230	810	1140
Total	6150	4050	5700
<i>Unplanned Downtime</i>	April 2021	Mei 2021	Juni 2021
Pergantian size	2340	1541	2169
Perbaikan <i>adjuster 2nd</i> cutter	480	-	-
Touchscreen error	-	-	60
Touchscreen rusak	-	-	360
Total	2820	1541	2589

Berdasarkan tabel 21, terdapat total waktu *planned downtime* dan *unplanned Downtime* yang digunakan untuk mencari *Loading time* dan *operating time* untuk dasar perhitungan nilai OEE. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 22, 23, dan 24 di bawah ini.

Tabel 22. Data Perhitungan Bulan April 2021

Kategori	Perhitungan	Hasil
<i>Available Time (menit)</i>	82 shift x 480 menit	39360
<i>Planned Downtime (menit)</i>	6150	6150
<i>Loading time (menit)</i>	39360 - 6150	33210
<i>Unplanned Downtime (menit)</i>	2820	2820

<i>Operating time (menit)</i>	33210 – 2820	30390
<i>Processed Amount (pcs)</i>	Total produksi <i>green tube</i>	71838
<i>Ideal cycle time (menit/pcs)</i>	Rata-rata <i>cycle time</i>	0,267
<i>Defect Amount (pcs)</i>	Total defect <i>green tube</i>	110

Tabel 23. Data Perhitungan Bulan Mei 2021

Kategori	Perhitungan	Hasil
<i>Available Time (menit)</i>	54 shift x 480 menit	25920
<i>Planned Downtime (menit)</i>	4050	4050
<i>Loading time (menit)</i>	25920 - 4050	21870
<i>Unplanned Downtime (menit)</i>	1541	1541
<i>Operating time (menit)</i>	21870 - 1541	20329
<i>Processed Amount (pcs)</i>	Total produksi <i>green tube</i>	46243
<i>Ideal cycle time (menit/pcs)</i>	Rata-rata <i>cycle time</i>	0,267
<i>Defect Amount (pcs)</i>	Total defect <i>green tube</i>	15

Tabel 24. Data Perhitungan Bulan Juni 2021

Kategori	Perhitungan	Hasil
<i>Available Time (menit)</i>	76 shift x 480 menit	36480
<i>Planned Downtime (menit)</i>	5700	5700
<i>Loading time (menit)</i>	36480 - 5700	30780
<i>Unplanned Downtime (menit)</i>	2589	2589
<i>Operating time (menit)</i>	30780 - 2589	28191
<i>Processed Amount (pcs)</i>	Total produksi <i>green tube</i>	66198
<i>Ideal cycle time (menit/pcs)</i>	Rata-rata <i>cycle time</i>	0,267
<i>Defect Amount (pcs)</i>	Total defect <i>green tube</i>	0

Berdasarkan data pada tabel 22, 23, dan 24, dapat disimpulkan pada tabel 25 di bawah ini.

Tabel 25. Data Hasil Perhitungan Periode April 2021 - Juni 2021

Bulan	<i>Loading time (menit)</i>	<i>Operating time (menit)</i>	<i>Processed Amount (pcs)</i>	<i>Defect Amount (pcs)</i>
April	33210	30390	71838	110
Mei	21870	20329	46243	15
Juni	30780	28191	66198	0

Tahap pertama sebelum mendapatkan nilai OEE ialah melakukan perhitungan nilai persentase *Availability*, *Performance* dan *quality rate*. Selanjutnya untuk mendapatkan nilai OEE dilakukan dengan cara mengkalikan ketiga nilai tersebut. Berikut merupakan perhitungan nilai *Availability*, *Performance*, *quality rate*, dan OEE.

Berdasarkan Persamaan 1, maka nilai *Availability rate* bulan April 2021 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Availability rate} &= \frac{\text{Operating time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{30390}{33210} \times 100\% \\ &= 91,51\% \end{aligned}$$

a. *Performance rate*

Berdasarkan Persamaan 2, maka nilai *Performance rate* bulan April 2021 dengan *Ideal cycle time* 0,267 menit/pes adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Performance rate} &= \frac{\text{Processed amount} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\% \\ &= \frac{71838 \times 0,267}{30390} \times 100\% \\ &= 63,04\% \end{aligned}$$

b. *Quality rate*

Berdasarkan Persamaan 3, maka nilai *quality rate* bulan April 2021 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Quality rate} &= \frac{\text{Processed amount} - \text{Defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{71838 - 110}{71838} \times 100\% \\ &= 99,85\% \end{aligned}$$

c. *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*

Berdasarkan Persamaan 4, maka nilai OEE bulan April 2021 adalah sebagai berikut:

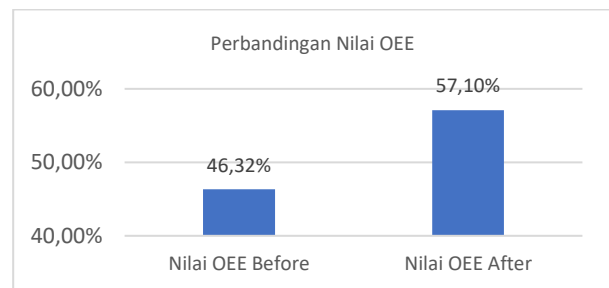
$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality rate} \\ &= 91,51\% \times 63,04\% \times 99,85\% \\ &= 57,60\% \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, perhitungan *Availability*, *Performance*, *quality*, dan OEE pada bulan April – Juni 2021 dapat dilihat pada tabel 26.

Tabel 26. Nilai OEE Periode April 2021 – Juni 2021

Bulan	Availability	Performance	Quality	OEE
April	91.51%	63.04%	99.85%	57.60%
Mei	92.95%	60.66%	99.97%	56.37%
Juni	91.59%	62.62%	100.00%	57.35%
Rata-rata	92.02%	62.10%	99.94%	57.10%

Berdasarkan tabel 26, nilai rata-rata OEE adalah sebesar 57,10%. Dengan nilai *Availability* 92,02%, *Performance* 62,10% dan *quality* 99,94%. Perbandingan nilai OEE sebelum dan setelah penerapan SMED dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan nilai OEE sebelum dan setelah penerapan SMED

Berdasarkan gambar 8, nilai OEE setelah penerapan SMED menjadi 57,10%, meningkat sebesar 10,78%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil yang telah dilakukan pada PT DEF Tbk. yaitu di mesin *splicing* BXS 03-09, maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai OEE mesin *splicing* BXS 03-09 meningkat dari 48,37% menjadi 56,98% setelah menerapkan metode SMED

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. H. Triwardani, A. Rahman, C. Farela, and M. Tantrika, "ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DALAM MEMINIMALISASI SIX BIG LOSSES PADA MESIN PRODUKSI DUAL FILTERS DD07 (Studi kasus : PT. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur) ANALYSIS OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS TO REDUCE SIX BIG LOSSES ON PRO," vol. 07, pp. 379–391.
- [2] R. M. Jannah, S. Supriyadi, and A. Nalhadi, "Analisis Efektivitas pada Mesin Centrifugal dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE)," *Pros. Semin. Nas. Ris. Ter. SENASSET*, no. 2013, pp. 170–175, 2017, [Online]. Available: <https://ejurnal.lppmunsera.org/index.php/senasset/arti>

- cle/view/444.
- [3] D. Diniaty, “Analisis Total Produktive Maintenance (Tpm) Pada Stasiun Kernel Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Di Pt. Surya Agrolika Reksa,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 2, p. 66, 2017, doi: 10.24014/jti.v3i2.5561.
 - [4] N. A. Aulia, “Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan Fishbone Diagram (Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang),” *J. Mhs. Jur. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, p. PP-649, 2016.
 - [5] H. N. A. Kuswardana, Andikha, Novi Eka Mayangsari, “Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA (Fishbone Diagram Method And 5 – Why Analysis) di PT . PAL Indonesia,” *Conf. Saf. Eng. Its Appl.*, no. 2581, pp. 141–146, 2017, [Online]. Available: <http://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/download/236/194/>.
 - [6] A. Mulyana and S. Hasibuan, “Implementasi Single Minute Exchange of Dies (Smed) Untuk Optimasi Waktu Changeover Model Pada Produksi Panel Telekomunikasi,” *Sinergi*, vol. 21, no. 2, p. 107, 2017, doi: 10.22441/sinergi.2017.2.005.
 - [7] H. Surahman, M. Gelar, S. Satu, P. F. Teknik, P. Studi, and T. Industri, “Peningkatan Efisiensi Mesin Cnc Milling Di Pt . Twintect Precision,” 2017.
 - [8] A. Purbasari and Reginaldi, “Pengukuran Waktu Baku pada Proses Pemasangan IC program Menggunakan Metode Jam Henti,” vol. 8, no. 2, 2020.
 - [9] A. S. Mariawati, “Pengukuran Waktu Baku Pelayanan Obat Bebas Pada Pekerjaan Kefarmasian Di Apotek Ct,” *J. Ind. Serv.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–3, 2019, doi: 10.36055/jiss.v5i1.6491.