

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penjelasan mengenai teori, penelitian terdahulu, dan penelitian sekarang akan dibahas pada bab ini. Selain itu, dijelaskan juga mengenai perbedaan dan persamaan mengenai penelitian terdahulu dan penelitian sekarang.

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan dalam membandingkan penelitian yang akan dilakukan sekarang. Penelitian yang dilakukan Guzel dan Asiabi (2020) pada sebuah perusahaan permesinan logam bertujuan untuk memperbaiki waktu *setup* sehingga penjualan dapat meningkat dan menurunkan biaya produksi. Tujuan ini dapat dicapai dengan menerapkan teknik manufaktur yang ramping, biaya rendah, kualitas tinggi dan pengiriman produk ke konsumen tepat waktu. Teknik yang digunakan yaitu SMED (*Single Minute Exchange of Die*) untuk memperbaiki waktu *setup*. Selain itu, digunakan juga metode 5S dan metode Kaizen pada produksi suku cadang menggunakan mesin bubut. Hasil dari penelitian ini yaitu pengurangan waktu *setup* sebesar 30% yang diperoleh karena adanya perbaikan waktu *setup* dengan cara penerapan standarisasi dalam pemegang alat, prosedur *setup*, dan kategori perkakas pada lemari alat.

Penelitian pada proses permesinan pengerjaan logam juga dilakukan oleh Monteiro dkk (2019) yang bertujuan untuk menghilangkan pemborosan dan meningkatkan produktivitas mesin perusahaan. Langkah pertama yang dilakukan yaitu melakukan identifikasi dan pemetaan masalah menggunakan diagram alur dan VSM (*Value Stream Mapping*). Selanjutnya dilakukan penyelesaian masalah dengan menerapkan metode SMED, analisis metode REBA, dan 5S. Hasil dari penelitian ini yaitu berkurangnya risiko MSDs pada pekerja, berkurangnya waktu *setup* sebesar 40% pada mesin penggilingan vertikal dan 57% pada mesin penggilingan horisontal perusahaan.

Terdapat sebuah Mesin Pond pada UPT Kemasan Jogjakarta yang diteliti oleh Pratiwi (2019) dengan tujuan untuk mengurangi waktu *setup* mesin tersebut. Adanya

berbagai variasi desain dan bentuk sebuah kemasan mengakibatkan proses *changeover* pada *setting* Mesin Pond membutuhkan waktu yang lama. Reduksi waktu *setup* dilakukan dengan menerapkan metode SMED (*Single Minute Exchange of Die*), dimana terjadi perubahan kegiatan *setup* internal menjadi *setup* eksternal, perbaikan metode *setup*, dan pergantian *part* mesin. Hasil penelitian yang diperoleh yaitu pengurangan waktu *setup* pada proses pembuatan kotak kado sebesar 667 detik dan 1207 detik pada proses pembuatan kotak bakpia.

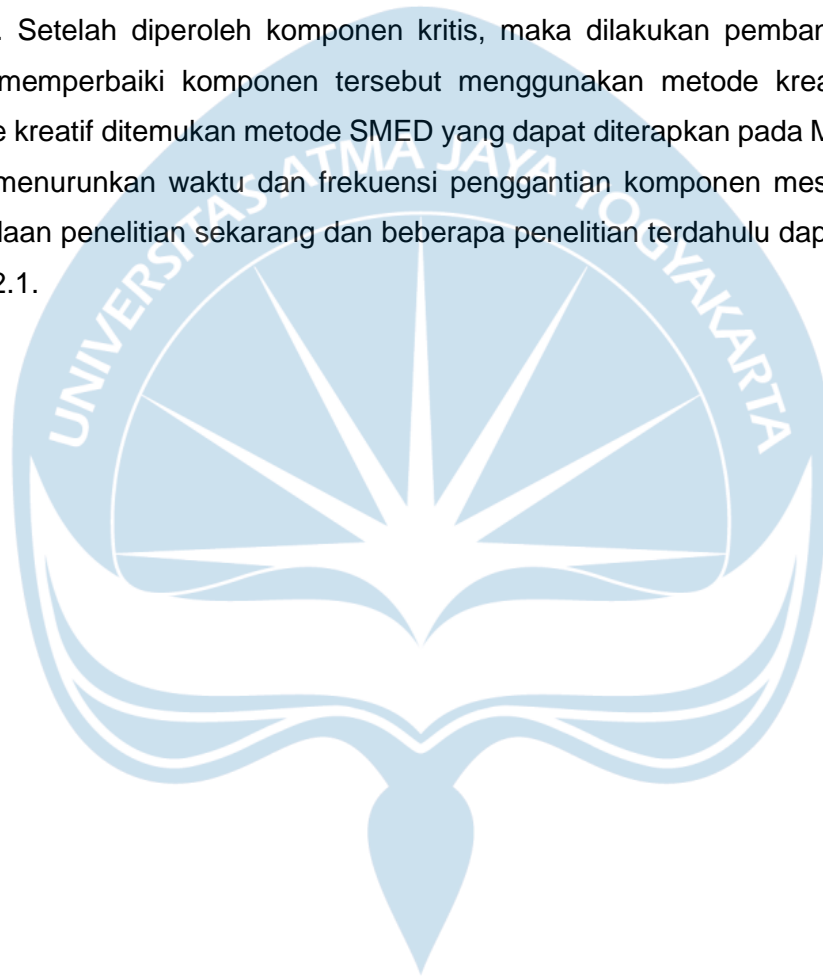
Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Brito dkk (2017) pada area produksi pembubutan sebuah perusahaan juga bertujuan untuk mengurangi waktu *setup* dan memperbaiki kondisi ergonomis lingkungan kerja pada waktu yang sama. Penelitian ini dilakukan karena adanya keluhan nyeri bau dan tendinitis yang tinggi dari pekerja akibat beberapa proses yang dilakukan secara manual dan tingginya waktu *setup* sehingga terjadi penundaan pemenuhan konsumen. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut yaitu menggunakan penerapan metode SMED dan analisis Ergonomi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *setup* berkurang sebesar 46% dan resiko MSD bagi pekerja juga berkurang.

Suki dkk (2020) juga melakukan penelitian untuk mempersingkat waktu *setup* sehingga waktu tunggu produksi dapat diminimasi dan meningkatkan produktivitas. Penelitian dilakukan pada *Labelling Printing Company* yang melakukan produksi berdasarkan pesanan *Make to Order* (MTO) dengan variasi produk tinggi dan volume yang rendah. Masalah yang ditemukan yaitu tingginya waktu *setup* operasi pada proses persiapan tinta dan tes pencetakan. Untuk itu, dilakukan penerapan metode SMED sehingga dapat mengubah *setup* internal menjadi *setup* eksternal. Hasil penerapan metode SMED yaitu peningkatan pada produktivitas sebesar 29,15% dan pengurangan waktu *setup* operasi.

2.1.2. Penelitian Sekarang

Penelitian sekarang dilakukan di Mebel Wediken dengan tujuan untuk menurunkan waktu dan frekuensi penggantian komponen mesin serut kayu. Berdasarkan pengamatan dan wawancara langsung dengan pemilik dan pekerja, Mebel Wediken memiliki masalah mengenai lamanya waktu penggantian komponen mesin serut kayu yang disebabkan oleh karena penggunaan mesin terlalu lama, permukaan material

yang keras, kabel terjepit oleh kayu, mata serut yang tumpul, dan beberapa komponen mengalami keausan. Terdapat beberapa komponen mesin serut kayu yang sering mengalami kerusakan yaitu mata serut, *carbon brush*, saklar, kabel saklar luar, steker, karet *van belt*, dan lahar angker. Untuk itu, perlu dilakukan evaluasi pada prosedur proses penggantian komponen mesin serut kayu. Metode yang digunakan untuk menentukan komponen kritis dari mesin serut kayu yaitu menggunakan *tools* Diagram Pareto. Setelah diperoleh komponen kritis, maka dilakukan pembangkitan ide-ide untuk memperbaiki komponen tersebut menggunakan metode kreatif. Hasil dari metode kreatif ditemukan metode SMED yang dapat diterapkan pada Mebel Wediken untuk menurunkan waktu dan frekuensi penggantian komponen mesin serut kayu. Perbedaan penelitian sekarang dan beberapa penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Tabel 2.1. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Brito M., Ramos A.L., Carneiro P., Goncalves M.A.	2017	<i>Combining SMED Methodology and Ergonomics for Reduction of Setup in A Turning Production Area</i>	Mengurangi waktu <i>setup</i> dan memperbaiki kondisi ergonomis lingkungan kerja pada waktu yang sama	SMED dan Ergonomi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu <i>setup</i> berkurang sebesar 46% dan resiko MSD bagi pekerja juga berkurang.
Guzel D., & Asiabi A.Z.	2020	<i>Improvement Setup Time by Using SMED and 5S (An Application in SME)</i>	Memperbaiki waktu <i>setup</i> sehingga penjualan dapat meningkat dan menurunkan biaya produksi	5S, <i>Lean Manufacturing</i> , <i>Time Study</i> dan SMED	Hasil dari penelitian ini yaitu pengurangan waktu <i>setup</i> sebesar 30% yang diperoleh karena adanya perbaikan waktu <i>setup</i> dengan cara penerapan standarisasi dalam pemegang alat, prosedur <i>setup</i> , dan kategori perkakas pada lemari alat.
Monteiro C., Ferreira L.P., Fernandes N.O., Sa J.C., Ribeiro M.T., Silva F.J.G.	2019	<i>Improving the Machining Process of the Metalworking Industry Using the Lean Tool SMED</i>	Menghilangkan pemborosan dan meningkatkan produktivitas mesin perusahaan	<i>Lean Thinking</i> , <i>Continuous Improvement</i> dan SMED	Hasil dari penelitian ini yaitu berkurangnya risiko MSDs pada pekerja, berkurangnya waktu <i>setup</i> sebesar 40% pada mesin penggilingan vertikal dan 57% pada mesin penggilingan horisontal perusahaan

Tabel 2.1. Lanjutan

Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Pratiwi M.M	2019	Perbaikan Metode <i>Setup</i> Mesin Pond untuk Produksi Kemasan Bakpia dan Kado dengan Metode SMED di UPT Kemasan Jogjakarta	Mengurangi waktu <i>setup</i> Mesin Pond	SMED	Hasil penelitian yang diperoleh yaitu pengurangan waktu <i>setup</i> pada proses pembuatan kotak kado sebesar 667 detik dan 1207 detik pada proses pembuatan kotak bakpia
Suki N.S.A., Bakar E.A., Ansari E.I., Akhtar M.N.	2020	<i>Single Minute Exchange Die Approach for Optimising Setup Time in Labelling Printing Company</i>	Mempersingkat waktu <i>setup</i> sehingga waktu tunggu produksi dapat diminimasi dan meningkatkan produktivitas.	SMED	Hasil penerapan metode SMED yaitu peningkatan pada produktivitas sebesar 29,15% dan pengurangan waktu <i>setup</i> operasi
Geraldine Kondorura	2021	Implementasi Metode SMED untuk Menurunkan Waktu Penggantian Komponen Mesin Serut Kayu di Mebel Wediken	Menurunkan frekuensi dan waktu penggantian komponen mesin serut kayu	SMED	Hasil penerapan metode SMED dapat mengurangi waktu perbaikan mesin serut kayu sebesar 52%

2.2. Dasar Teori

Pada sub bab ini akan dibahas mengenai semua teori yang digunakan dalam melakukan penelitian.

2.2.1. Lean Production

Pada tahun 1902, Sakichi Toyoda menemukan sebuah alat tenun yang dapat berhenti dengan sendirinya ketika terdapat gangguan yang dikenal dengan sebutan jidoka. Penemuan inilah yang menjadi awal mula munculnya sistem produksi lean. Kemudian pada tahun 1930an, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo dan Kiichiro Toyoda menemukan sistem produksi *one-piece flow* dan *pull system* (sistem tarik). Shigeo Shingo kemudian mengembangkan sistem *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) pada tahun 1950. Dari penemuan dan pengembangan beberapa sistem tersebut, muncullah sistem *Just-In-Time*, *Kaizen* dan *Kanban* yang terus dikembangkan dalam hal mendukung terbentuknya *lean production system* (Pratiwi, 2019).

Menurut Pratiwi (2019), segala upaya yang dilakukan secara kontinyu atau terus menerus yang bertujuan untuk meminimasi atau bahkan menghilangkan *waste* (pemborosan) dan memberi peningkatan terhadap nilai dari sebuah produk merupakan pengertian dari *lean production* atau *lean manufacturing*. *Lean production* memiliki beberapa tujuan seperti mengurangi *waste* dalam bentuk usaha, material dan waktu pada sebuah proses produksi, dan meningkatkan kualitas produk serta biaya produksi dapat diminimasi. Selain itu, terdapat beberapa *tools lean* yang masing-masing memiliki fungsi dalam mengidentifikasi dan mengurangi atau bahkan menghilangkan *waste* pada proses tertentu. Menurut Shingo (1985), salah satu contoh dari *lean tools* yang spesifik untuk mengurangi *quick changeover* atau waktu *setup* yaitu sistem *Single Minute Exchange of Dies* (SMED).

2.2.2. Jenis-Jenis Waste

Menurut Besterfield (2013), terdapat empat jenis *waste* (pemborosan) sebagai berikut:

- a. *Non-value added* dan aktivitas yang tidak diperlukan agar sistem berfungsi. Contoh dari jenis pemborosan ini adalah administrasi, inspeksi, dan laporan pada produk atau layanan.
- b. *Non-value added*, tetapi diperlukan agar sistem dapat berfungsi. Misalnya, untuk menjual minyak ke luar negeri, harus diangkut dengan kapal laut, yang tidak

menambah nilai produk, atau biaya perjalanan konsultan perusahaan yang pergi ke Uganda tidak akan menjadi nilai tambah. Namun, baik biaya transportasi dan perjalanan diperlukan agar aktivitas tersebut terjadi.

- c. Ketidakrataan atau variasi dalam kualitas, biaya, atau pengiriman. Contoh dari konsep ini diberikan oleh fungsi kerugian Taguchi karena karakteristik kualitas bervariasi dari nilai target sehingga biaya meningkat dan sebuah *work center* yang mengirimkan rata-rata 50 unit per jam, tetapi memiliki kisaran 35 hingga 65 unit per jam.
- d. Pemborosan yang disebabkan oleh manusia, peralatan, atau sistem yang terlalu menekan. Menggunakan peralatan secara terus menerus tanpa perawatan yang tepat akan menyebabkan kerusakan. Begitupun pada pelaksanaan waktu lembur yang dilakukan secara terus menerus akan menyebabkan kinerja yang lebih buruk dan kelelahan bagi pekerja.

Penghapusan pemborosan dapat meningkatkan kualitas, waktu siklus, menurunkan biaya, dan yang terpenting adalah memperoleh kepuasan dari pelanggan.

2.2.3. Kategori Pemborosan (*Waste*)

Pemborosan (*waste*) dikategorikan menjadi tujuh kategori (Besterfield, 2013) yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kategori dan Pengertian *Waste*

No	Kategori <i>Waste</i>	Pengertian
1	<i>Overproduction</i>	Kegiatan memproduksi lebih banyak, lebih awal, atau lebih cepat dari yang dibutuhkan oleh proses selanjutnya yang menyebabkan persediaan, tenaga kerja, dan transportasi untuk mengakomodasi berlebihan.
2	<i>Waiting</i>	Setiap waktu <i>idle</i> atau penundaan yang terjadi saat operasi menunggu bahan, informasi, peralatan, dan sebagainya. Dengan kata lain, semua sumber daya yang menganggur merupakan pemborosan.

Tabel 2.2. Lanjutan

No	Kategori Waste	Pengertian
3	<i>Transportation</i>	Setiap pergerakan material di sekitar area kerja bukanlah nilai tambah dan merupakan pemborosan. Semakin banyak terjadi pemindahan materi, semakin besar peluang terjadi kerusakan dan kebutuhan ruang akan lebih banyak.
4	<i>Defects</i>	Produk atau layanan yang tidak sesuai dengan harapan pelanggan adalah pemborosan. Mereka mendatangkan ketidakpuasan pelanggan dan sering diproses ulang.
5	<i>Inventory</i>	Setiap inventaris dalam <i>value stream</i> bukanlah nilai tambah sehingga akan sia-sia. Inventaris membutuhkan ruang dan menyembunyikan limbah lainnya
6	<i>Motion</i>	Setiap gerakan tubuh seseorang yang tidak memiliki nilai tambah adalah pemborosan. Berjalan membutuhkan waktu untuk mengambil bahan-bahan yang tidak tersedia di sekitar area kerja.
7	<i>Extra Processing</i>	Pemrosesan ekstra apa pun yang tidak memiliki nilai tambah pada produk atau jasa adalah pemborosan.

2.2.4. Konsep-Konsep Pemeliharaan (*Maintenance*)

a. Breakdown dan Downtime

Breakdown merupakan kebijakan perawatan karena adanya pengoperasian alat atau mesin yang rusak dan dilakukan perbaikan atau penggantian pada saat itu juga. Kebijakan ini dapat menimbulkan biaya tinggi, kehilangan kesempatan memperoleh *profit* oleh perusahaan, keselamatan kerja tidak terjamin, dan tidak adanya perencanaan waktu serta tenaga kerja yang efisien. *Breakdown maintenance* bersifat menunggu sampai fasilitas atau peralatan mengalami kerusakan terlebih dahulu, lalu dilakukan perbaikan agar dapat dioperasikan kembali. Jika *breakdown* terjadi, maka dapat menimbulkan biaya perawatan yang tinggi dan dapat menimbulkan pemborosan (*waste*) sehingga perlu adanya tindakan *preventive maintenance* agar biaya perawatan optimal dan minimasi pemborosan (Iqbal, 2017).

Sementara itu, *downtime* merupakan interval waktu ketika objek (produk atau pabrik) tidak beroperasi dan sedang beroperasi melakukan tindakan *preventive maintenance* atau *corrective maintenance*. *Downtime* terdiri dari tiga komponen utama yaitu administrasi waktu, waktu perbaikan aktif (aktual), dan waktu logistik. Waktu administratif merupakan waktu yang dihabiskan untuk mengatur aktivitas pemeliharaan. Waktu logistik merupakan porsi waktu henti selama aktivitas perbaikan menunggu pekerja perbaikan, fasilitas perbaikan, peralatan, suku cadang, instruksi penggantian, dan sebagainya. Waktu perbaikan disebut juga sebagai waktu aktif perbaikan, dimana pekerja perbaikan mengerjakan benda yang akan dibawa keluar dari kegiatan perbaikan yang diperlukan (Ben-Daya dkk, 2016). Semakin lama waktu *downtime* pada sebuah proses produksi, maka akan menimbulkan pemborosan (*waste*) sehingga perlu untuk diminimasi atau bahkan dihilangkan.

b. Keandalan (*Reliability*)

Menurut Ben-Daya dkk (2016), keandalan merupakan kemampuan item untuk menjalankan fungsi yang diperlukan sesuai dengan operasional dan keadaan lingkungan pada waktu tertentu. Keandalan item juga merupakan probabilitas item dalam menjalankan fungsi pada waktu tertentu ketika beroperasi dalam kondisi lingkungan yang normal. Jika asumsi kondisi nominal dari suatu objek sama dengan kondisi operasional, maka keandalan desain dijadikan sebagai acuan. Akan tetapi, pada saat proses produksi, keadaan operasional berbeda dari kondisi desain nominal maka keandalan disebut sebagai keandalan lapangan. Keandalan suatu item sangat bergantung pada interaksi proses manufaktur, desain teknik, penggunaan, hukum fisika, keputusan manajemen, dan kejadian acak.

2.2.5. Distribusi Kerusakan

Distribusi kerusakan adalah salah satu alat yang digunakan dalam menghitung waktu kerusakan dan waktu perbaikan dalam penerapan metode *preventive maintenance*. Jenis-jenis distribusi kerusakan dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.2.6. Pengujian Data

Menurut Laksono (2021), data mentah yang telah diperoleh dari sebuah penelitian harus diuji terlebih dahulu sehingga tingkat ketepatan dari data dapat diketahui. Dalam

penelitian ini, beberapa pengujian data akan dilakukan seperti uji kecukupan data, uji kenormalan data, dan uji keseragaman data.

a. Uji Kenormalan Data

Sebaran data pada sebuah kelompok data dapat diketahui dengan melakukan uji kenormalan data. Hasil dari uji kenormalan data akan memperlihatkan apakah sebaran data yang telah diperoleh sudah terdistribusi normal atau tidak. Data dapat dikatakan normal apabila nilai $P\text{-value} > \alpha$, dimana nilai $P\text{-value}$ diperoleh dari metode *Anderson-Darling* menggunakan *software Minitab 16*.

b. Uji Keseragaman Data

Data dapat dikatakan seragam apabila berada diantara batas kontrol atas dan batas kontrol bawah yang telah ditentukan. Uji keseragaman data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang telah diperoleh seragam atau tidak. Dalam melakukan uji keseragaman data, terdapat beberapa beberapa langkah dan rumus sebagai berikut.

i. Menghitung Jumlah *Sub-group*

Langkah pertama dalam melakukan uji keseragaman data yaitu menghitung jumlah *sub-group* dari data yang telah diperoleh menggunakan rumus 2.1.

$$k = 1 + 3,3 \log N \quad (2.1)$$

Keterangan:

k = jumlah *sub-group*

N = jumlah data

ii. Menghitung *Average* (Rata-Rata) dari Masing-Masing *Sub-group*

Langkah kedua dalam melakukan uji keseragaman data yaitu menghitung nilai *average* dari masing-masing *sub-group* menggunakan rumus 2.2.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\bar{\bar{x}}$ = rata-rata dari rata-rata *sub-group*

$\sum \bar{x}_i$ = jumlah rata-rata *sub-group*

k = jumlah *sub-group*

iii. Menghitung Standar Deviasi Waktu

Langkah ketiga dalam melakukan uji keseragaman data yaitu menghitung standar deviasi menggunakan rumus 2.3.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

s = standar deviasi

\bar{x} = rata-rata dari rata-rata *sub-group*

X_i = jumlah *sub-group*

N = jumlah data

iv. Menghitung Standar Deviasi dari Distribusi Harga *Average* (Rata-rata) *Sub-group*

Langkah keempat dalam melakukan uji keseragaman data yaitu menghitung standar deviasi dari distribusi harga *average* (rata-rata) *sub-group* menggunakan rumus 2.4.

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$s_{\bar{x}}$ = standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *sub-group*

s = standar deviasi

n = jumlah data

v. Tentukan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

Langkah ketiga dalam melakukan uji keseragaman data yaitu menghitung standar deviasi menggunakan rumus 2.5 dan 2.6.

$$BKA = \bar{\bar{x}} + Ks_{\bar{x}} \quad (2.5)$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - Ks_{\bar{x}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$\bar{\bar{x}}$ = rata-rata dari rata-rata *sub-group*

K = konstanta tingkat kepercayaan

$s_{\bar{x}}$ = standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *sub-group*

c. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data digunakan untuk mengetahui kecukupan terhadap data yang telah diperoleh apakah sudah cukup atau belum. Data dapat dikatakan cukup apabila hasil perhitungan, nilai $N' < N$ dan data tidak cukup apabila nilai $N' > N$ sehingga perlu dilakukan pengambilan data lagi. Uji keseragaman data dihitung dengan menggunakan rumus 2.7.

$$N' = \left[\frac{\frac{K}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \quad (2.7)$$

Keterangan:

K = konstanta tingkat kepercayaan

$s_{\bar{x}}$ = standar deviasi dari distribusi harga rata-rata *sub-group*

X_i = data pengamatan

N' = nilai jumlah data pengamatan

N = jumlah data

2.2.7. Waktu Setup

Waktu *setup* atau waktu pergantian adalah waktu antara potongan terakhir dari satu produk dan waktu mulai dari potongan pertama produk lain. Total waktu peralihan kedua kondisi tersebut merupakan kerugian. Waktu *setup* merupakan aktivitas *non-value added* yang tidak menambah nilai apa pun pada produk, pelanggan tidak membayar kerugiannya karena pelanggan hanya membayar untuk aktivitas nilai tambah. Selama melakukan *setup*, mesin harus selalu dalam keadaan OFF, termasuk persiapan, penggantian alat, penggantian cetakan, perubahan perlengkapan, penyesuaian, dll. Waktu *setup* adalah salah satu dari enam belas kerugian di TPM sehingga waktu *setup* harus diperbaiki seminimal mungkin (Rathi & Mendhe, 2017).

2.2.8. Langkah-Langkah Dasar dalam Prosedur Setup

Menurut Pratiwi (2019), prosedur *setup* biasanya dianggap sangat bervariasi, tergantung pada jenis peralatan dan operasi yang digunakan. Akan tetapi, jika prosedur *setup* dianalisis dari sudut pandang yang berbeda, dapat dilihat bahwa semua operasi penyiapan terdiri dari serangkaian langkah. Pengelompokkan aktivitas *setup* pada industri dapat dibagi menjadi:

- a. Persiapan, penyesuaian setelah proses, pemeriksaan material, pengecekan perkakas, membersihkan mesin, pengembalian peralatan, dan sebagainya. Dalam melakukan pengecekan perkakas, pastikan bahwa semua perkakas berada di tempat yang seharusnya dan berfungsi dengan baik.
- b. Memasang dan melepas bilah, perkakas, suku cadang, dll. Ini termasuk melepas suku cadang dan perkakas setelah pemrosesan selesai dan memasang suku cadang cetakan dan perkakas untuk lot berikutnya.
- c. Pengukuran, pengaturan, dan kalibrasi. Langkah ini mengacu pada semua pengukuran dan kalibrasi yang harus dilakukan untuk melakukan operasi produksi, seperti pemusatan, pengukuran dimensi, pengukuran suhu atau tekanan, dll.
- d. Uji coba dan penyesuaian. Dalam langkah-langkah ini, penyetelan dilakukan setelah benda uji dikerjakan. Semakin besar akurasi pengukuran dan kalibrasi pada langkah sebelumnya, semakin mudah penyesuaian ini.

Frekuensi dan lamanya uji coba dan prosedur penyesuaian bergantung pada keahlian insinyur penyiapan. Kesulitan terbesar dalam operasi penyetelan terletak pada penyetelan peralatan dengan benar. Sebagian besar waktu yang terkait dengan uji coba berasal dari masalah penyesuaian ini. Jika ingin membuat uji coba dan penyesuaian lebih mudah, perlu pemahaman bahwa pendekatan yang paling efektif adalah dengan meningkatkan presisi pengukuran dan kalibrasi sebelumnya.

Langkah-langkah dari proses *setup* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Langkah-Langkah Proses *Setup*

Operasi	Proporsi Waktu
Persiapan, pengecekan <i>raw material</i> , <i>blades</i> , <i>jig</i> , <i>dies</i> , perkakas, penyesuaian setelah proses, dll.	30%
Pelepasan dan pemasangan mata pisau, dan sebagainya	5%
Pengaturan, pengepasan dan pengukuran kondisi lain	15%
Penyesuaian dan uji coba	30%

2.2.9. Metode Kreatif

Metode kreatif adalah metode yang digunakan untuk meningkatkan stimulasi pemikiran kreatif dengan cara meningkatkan aliran ide, menghilangkan hambatan mental yang dapat menghambat kreativitas, atau memperluas area pencarian solusi terhadap suatu masalah tertentu. Lebih sederhananya, metode kreatif dapat didefinisikan sebagai cara untuk mengumpulkan semua ide dan masukan dari beberapa orang yang telah dipilih dalam sebuah kelompok tertentu. Terdapat tiga cara yang dapat dilakukan untuk menerapkan metode kreatif yaitu *synectic*, *brainstorming* dan memperluas ruang pencarian (*enlarging the search space*) (Cross, 2000).

a. *Synectic*

Synectic merupakan kegiatan yang menggunakan pemikiran analogis formal yang dilakukan oleh beberapa orang tertentu untuk mencapai solusi dari permasalahan yang telah ditetapkan. Pemikiran analogis digunakan untuk membuka solusi permasalahan sekreatif mungkin. Beberapa orang yang berkumpul dalam sebuah kelompok tidak menghasilkan sejumlah besar ide untuk solusi permasalahan yang ada, akan tetapi saling bekerjasama secara kolektif untuk mencapai solusi tertentu. Kegiatan *synectic* membutuhkan waktu yang lebih lama daripada *brainstorming* dan lebih menuntut.

b. *Brainstorming*

Kegiatan *brainstorming* dilakukan untuk membangkitkan dan mengumpulkan beberapa ide dari sekelompok orang yang disebut sebagai tim kreatif. Tim kreatif terdiri dari semua orang yang memahami permasalahan yang akan diselesaikan. Hasil dari *brainstorming* merupakan ide yang telah dipilih, dievaluasi, dan disetujui oleh semua anggota kelompok. Dalam melakukan kegiatan ini, terdapat beberapa aturan yang perlu diperhatikan oleh semua anggota dalam tim kreatif yaitu:

- i. Terdapat ketua kelompok yang mengarahkan jalannya kegiatan
- ii. Tidak diperbolehkan untuk mengkritik ide dari semua anggota
- iii. Semua anggota tim kreatif dapat memberikan ide mereka
- iv. Ide yang diberikan harus singkat dan jelas
- v. Cobalah untuk menggabungkan dan meningkatkan ide antar sesama anggota tim kreatif

c. Memperluas Ruang Pencarian (*Enlarging the Search Space*)

Memperluas ruang pencarian merupakan kegiatan yang dilakukan ketika terjadi hambatan atau kesulitan dalam menemukan ide dan pemikiran kreatif untuk menyelesaikan suatu masalah. Terdapat beberapa cara yang dapat digunakan untuk memperluas ruang pencarian yaitu *random input*, *transformation*, *counter planning* dan *why?*.

2.2.10. Single Minute Exchange of Dies (SMED)

Menurut Pratiwi (2019) *Single-Minute Exchange of Die* (SMED) merupakan sebuah metode dari *lean manufacturing* yang bertujuan untuk mempercepat waktu *setup* pergantian. Dalam konsep *lean*, waktu *setup* pergantian merupakan salah satu bentuk pemborosan yang tidak memiliki nilai tambah sehingga harus diminimasi atau dihilangkan.

Single-Minute Exchange of Die (SMED) merupakan sebuah metode yang digunakan pada operasi *setup* dalam waktu kurang dari sepuluh menit atau dalam sejumlah menit yang dinyatakan dalam satu digit. Meskipun tidak setiap penyiapan benar-benar dapat diselesaikan dalam satu digit menit, ini adalah tujuan dari sistem yang dijelaskan di sini, dan dapat dipenuhi dalam persentase kasus yang sangat tinggi. Bahkan jika tidak bisa, pengurangan dramatis dalam waktu *setup* dapat dicapai (Shingo, 1985).

Awalnya, metode *Single-Minute Exchange of Die* (SMED) dikembangkan melalui penelitian pada proses pergantian *dies* yang diamati dan dievaluasi dengan tujuan meningkatkan keakuratan dan kecepatan *changeover* pergantian *dies*. Shingo merupakan pelopor yang berhasil menemukan metode SMED yang merupakan dasar untuk mempercepat waktu *setup* atau *changeover*. Dimana, pada tahun 1950 di Toyo Kogyo's Mazda Plant pada mesin *Moulding Press*, Dr. Shigeo Shingo melakukan *improvement* dengan cara membuat *dies* dan *tools* menjadi mudah dirakit, perpindahan alat kerja dan operator yang lebih singkat. Hasil dari *improvement* yang diterapkan yaitu proses *setup* dan *changeover* dapat dipercepat dari 4 jam menjadi 1,5 jam (Shingo, 1985).

Shingo (1985), mengeluarkan pendapat bahwa "Mesin bisa diam, tetapi para pekerja tidak". Pendapat ini diperoleh dari kunjungan lebih dari seratus Pabrik Jepang selama lima tahun. Sementara biaya tenaga kerja pada umumnya lebih mahal daripada mesin, sehingga membuat Pabrik Jepang memiliki pekerja yang menganggur. Sistem

Toyota memberikan gagasan bahwa setiap pekerja secara kreatif dan aktif terlibat dalam proses produksi. Selain itu, ada beberapa hal penting yang dikemukakan oleh Shingo (1985) untuk membuka pikiran dalam mewujudkan proses produksi yang efisien dan efektif yaitu:

- a. Manajer produksi harus menentukan strategi yang tepat terhadap produk yang akan dijual. Metode SMED memungkinkan untuk merespon dengan cepat fluktuasi permintaan, menciptakan kondisi untuk mengurangi *lead time*, dan menciptakan produksi yang fleksibel.
- b. Membentuk sistem produksi yang dapat merespons perubahan pasar tanpa pemborosan dan bertujuan untuk mengurangi biaya produksi.
- c. Barang yang diproduksi merupakan barang yang akan terjual dengan cepat dengan sistem produksi *Just in Time* dan otomatisasi dengan pekerja.
- d. Perubahan *setup* harus memungkinkan produk bebas cacat dan berkualitas dihasilkan dari proses produksi.
- e. Menerapkan metode *Single Minute Exchange of Dies* dan *One Touch Exchange of Dies* untuk *setup* dalam waktu kurang dari sepuluh menit.
- f. Pengaturan *setup* yang ideal adalah dilakukan dengan gerakan '*one-touch*' motion.
- g. Sangat penting untuk mempersingkat waktu *setup* dan memperkecil ukuran lot.
- h. Apabila sistem dan proses yang bekerja tidak dapat diketahui, maka proses produksi masih dapat dihemat dan disederhanakan (*cut cost*).

2.2.11. Manfaat *Single-Minute Exchange of Die* (SMED)

Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *setup* sangat bergantung pada prosedur *setup* yang dilakukan. Metode SMED dapat diterapkan untuk menghasilkan prosedur *setup* yang sesuai dengan kebutuhannya. Jika waktu *setup* dapat diminimalkan, maka produktivitas dari mesin produksi maupun proses produksi dapat ditingkatkan. Selain itu, menurut Shingo (1985) metode SMED juga memiliki beberapa manfaat sebagai berikut:

a. *Stockless Production*

Sistem SMED dapat menghasilkan produk bervariasi tinggi, produksi lot kecil, dan *inventory* yang minimal.

b. *Increased Machine Work Rates and Productive Capacity*

Jika waktu pengaturan dikurangi secara drastis, maka kecepatan kerja mesin dan produktivitas akan meningkat meskipun jumlah operasi pengaturan meningkat.

c. *Elimination of Setup Errors*

Meminimalkan kesalahan *setup*, dan penghapusan uji coba sehingga dapat menurunkan *defect*.

d. *Improved Quality*

Pengaturan pengoperasian yang telah diatur dapat meningkatkan kualitas.

e. *Increased Safety*

Pengaturan yang lebih sederhana menghasilkan pengoperasian yang lebih aman.

f. *Simplified Housekeeping*

Standardisasi pengurangan jumlah alat yang dibutuhkan, dan pengaturan alat yang lebih lebih fungsional.

g. *Decreased Setup Time*

Jumlah total waktu *setup* (pengaturan *internal* dan *setup* eksternal) dapat berkurang.

h. *Lower Expense*

Penerapan SMED dapat meningkatkan efisiensi investasi dengan memungkinkan peningkatan secara dramatis dalam produktivitas yang relatif.

i. *Operator Preference*

Adanya perubahan perkakas yang sederhana dan aplikasi yang cepat.

j. *Lower Skill Level Requirement*

Pekerja paruh waktu dapat melakukan *setup* dalam waktu yang singkat.

k. *Reduced Production Time*

Waktu produksi bisa dipersingkat secara drastis dengan cara menghilangkan waktu tunggu proses, waktu tunggu, dan lot ukuran kecil.

l. *New Attitudes*

Penerapan SMED dapat menghasilkan kebiasaan baru dalam proses produksi yang lebih efisien.

2.2.12. Teknik Penerapan SMED

Menurut Shingo (1985), terdapat beberapa empat tahapan untuk menerapkan metode SMED pada sebuah industri sebagai berikut:

a. Tahap Awal: *Internal and External Setup Conditions Are Not Distinguished*

Pada tahap ini, aktivitas internal dan eksternal *setup* tidak dibedakan, atau dengan kata lain, pelaksanaan kedua aktivitas tersebut dilakukan pada saat yang sama. Aktivitas yang dilakukan sebelum memulai *setup* yaitu pengecekan peralatan, material, membersihkan mesin, dan dokumentasi menggunakan kamera untuk mengetahui keseluruhan aktivitas yang terjadi. Selain dokumentasi, wawancara dan diskusi dengan operator *setup* dapat digunakan untuk mengetahui semua aktivitas *setup* yang dilakukan.

b. Tahap Pertama: Klasifikasi Setup Internal dan Eksternal

Pada tahap pertama, dilakukan pemeriksaan terhadap operasi menggunakan daftar periksa (*checklist*). Daftar periksa digunakan untuk mengecek keadaan setiap operasi maupun mesin yang digunakan. Data penting yang harus ada pada *checklist* yaitu nama mesin/operasi, dimensi, spesifikasi, jumlah *part*, cetakan, tekanan, suhu, dan pengaturan lainnya. Kemudian dilakukan pemeriksaan fungsi berdasarkan data yang telah diperoleh pada *checklist*. Selanjutnya, dilakukan peningkatan transportasi *dies* dan suku cadang lainnya. Peningkatan yang dimaksud yaitu perpindahan *dies* atau *part* dari tempat penyimpanan ke mesin yang dituju dan pengembaliannya setelah digunakan. Kegiatan perpindahan ini harus dilakukan sebagai aktivitas eksternal *setup* oleh operator. Pada tahap ini juga, segala aktivitas yang dilakukan harus dipahami dengan baik mengenai pengaturan setup eksternal dan internal. Selain *checklist*, alat bantu yang dapat digunakan untuk menganalisis operasi yaitu menggunakan *stopwatch* dan kamera dokumentasi. Setelah itu, dilakukan pemisahan antara aktivitas setup internal atau eksternal yang merupakan tahapan terpenting dalam aplikasi SMED. Aktivitas-aktivitas yang harus dilakukan ketika mesin mati merupakan aktivitas internal, dimana waktu yang dibutuhkan sama dengan waktu mesin *shutdown*. Aktivitas eksternal merupakan aktivitas-aktivitas yang dilakukan ketika proses produksi sementara berlangsung. Untuk mengetahui aktivitas setup internal dan eksternal, dilakukan pengamatan secara detail pada prosedur *setup*, wawancara dengan operator, dan evaluasi terhadap dokumentasi dan data yang telah diperoleh pada tahap pertama. Kemudian, dilakukan identifikasi aktivitas setup internal dan eksternal serta pemisahan antara kedua aktivitas tersebut.

c. Tahap Kedua: Konversi Aktivitas Setup Internal Menjadi Setup Eksternal

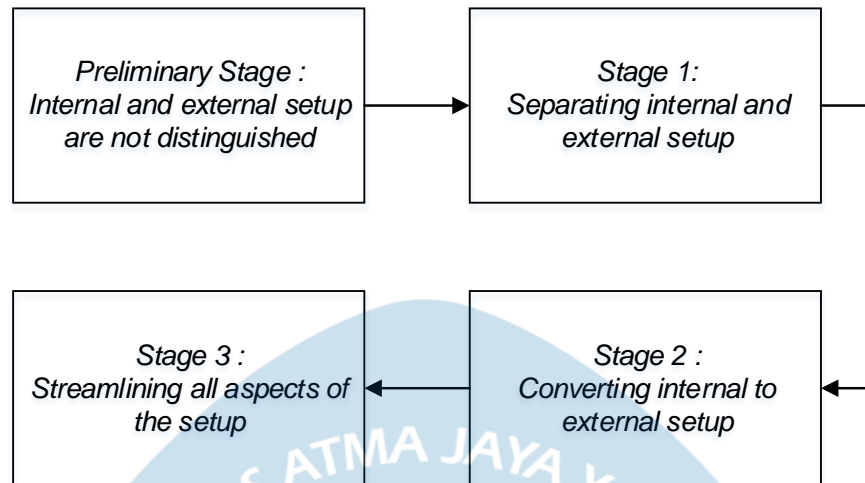
Tahap kedua merupakan tahapan untuk mengubah aktivitas setup internal menjadi aktivitas setup eksternal. Untuk mencapai salah satu tujuan dari metode SMED yaitu waktu *setup* kurang dari 10 menit (*single minute*), dapat dilakukan dengan dua cara sebagai berikut:

- i. Untuk melihat kembali apakah terdapat langkah-langkah *setup* keliru yang dianggap sebagai aktivitas internal *setup*, maka dilakukan pemeriksaan ulang pada operasi. Jika memungkinkan, maka aktivitas internal dapat dikelompokkan menjadi aktivitas eksternal.
- ii. Menemukan cara untuk mengubah langkah-langkah aktivitas setup internal menjadi eksternal.

d. Tahap Ketiga: Perampingan Semua Aspek Operasi *Setup*

Pada tahap ini, dilakukan pengurangan atau perampingan semua aspek operasi *setup* yang dilakukan dengan cara mengevaluasi semua prosedur *setup* secara rinci. Saat melakukan evaluasi, hal terpenting yang harus dilakukan yaitu memperhatikan dengan jelas aktivitas setup internal yang dilakukan saat mesin berhenti. Sebagian besar industri menambah pekerja untuk melakukan setup internal sehingga waktu setup internal dapat berkurang. Sementara itu, penerapan setup internal pada mesin yang besar melibatkan pekerja memiliki *moving* yang tinggi karena proses *setup* dilakukan pada keseluruhan bagian mesin (bagian atas, bagian bawah, depan dan belakang) untuk membersihkan, mengganti, melepas komponen dan sebagainya. Jika jumlah pekerja ditambah, maka perbandingan antar biaya jumlah pekerja dengan waktu *setup* yang berkurang harus lebih menguntungkan.

Keempat tahapan dari aplikasi metode SMED secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Tahapan Metode SMED

2.2.13. *Profit* dan *Break Event Point*

a. Perhitungan *Profit*

Menurut Hansen (2007), *profit* merupakan pendapatan yang diperoleh sebuah perusahaan dari keseluruhan total pendapatan dikurangi dengan total biaya pengeluaran. Menurut fungsinya, biaya dapat dibedakan menjadi 3 yaitu:

i. Biaya Produksi

Biaya produksi merupakan biaya yang diperlukan dalam proses pengelolaan bahan baku menjadi produk jadi yang terdiri dari biaya tenaga kerja dan biaya bahan baku.

ii. Biaya Pemasaran

Biaya pemasaran adalah semua biaya yang diperlukan dalam memasarkan produk. Contoh dari biaya ini yaitu biaya pengiriman dan promosi.

iii. Biaya Administrasi dan Umum

Biaya administrasi dan umum adalah semua biaya yang diperlukan untuk mengkoordinasikan kegiatan produksi dan pemasaran produk. Contoh biaya ini yaitu gaji karyawan.

Perhitungan *profit* sebuah perusahaan dapat diperoleh dengan rumus 2.8

$$\text{Profit} = \text{Total Pendapatan} - \text{Total Biaya Pengeluaran} \quad (2.8)$$

b. Perhitungan *Break Event Point (BEP)*

Menurut Hansen (2007), *break event point* merupakan titik dimana total pendapatan sama dengan biaya total yang dikeluarkan atau titik *profit* sama dengan nol. Dalam menghitung BEP, terdapat beberapa komponen biaya yang dipertimbangkan yaitu:

- i. Biaya tetap (*fixed cost*), merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan secara tetap. Contohnya biaya untuk membeli alat, mesin dan sebagainya.
- ii. Biaya variabel (*variable cost*), merupakan biaya yang bersifat dinamis karena bergantung pada volume produksi. Semakin tinggi volume produksi, maka biaya variabel juga semakin meningkat.
- iii. Harga jual (*selling price*), merupakan harga jual dari barang atau jasa yang diproduksi atau disediakan.

Perhitungan BEP dapat dilihat pada rumus 2.9.

$$\text{Break Event Point} = \frac{\text{Biaya Tetap}}{(\text{Harga Jual-Unit Biaya Variabel})} \quad (2.9)$$

Dalam beberapa penerapan BEP pada implementasi alat bantu, parameter yang dapat digunakan untuk menghitung BEP yaitu biaya pengadaan alat dan *profit* yang diperoleh dari *saving* waktu pekerja karena adanya implementasi alat bantu. BEP yang dihasilkan dapat dinyatakan dalam satuan hari, bulan atau tahun.