

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Sejarah Mesin CNC

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) dibuat karena tuntutan produksi di industri. Pengerjaan dalam jumlah yang besar dalam waktu yang singkat dengan ketelitian ukuran yang tinggi sangat dibutuhkan. Tuntutan seperti itu sulit dipenuhi jika menggunakan mesin perkakas konvensional. Jumlah produksi yang banyak dengan kualitas yang sama hanya dimungkinkan dikerjakan dengan mesin CNC. Mesin CNC dapat melakukan hal tersebut karena penyetingan benda kerja dan alat kerja hanya dilakukan sekali pada awal kerja, selanjutnya pergerakan mesin diatur secara otomatis oleh komputer dan dapat secara berulang sesuai keinginan. Ketelitian yang tinggi akan dapat dicapai karena mesin CNC menggunakan mesin pergerakan dan alat penggerak yang mempunyai ketelitian tinggi juga. Saat ini sudah banyak sekali perusahaan menengah dan besar yang menggunakan mesin perkakas CNC untuk mengerjakan pekerjaan presisi (Syahroni, 2015).

Mesin CNC (*Computer Numerical Control*) adalah sebuah perangkat mesin perkakas yang dikendalikan dengan sistem komputer dengan gerak otomatis yang dikontrol atau diprogram dengan Bahasa *numeric*. Pada prinsipnya mesin dengan cara manual diganti dengan control numeric (B.Sentot Wijanarka, 2012).

Pada mesin perkakas CNC merubah cara mengendalikan gerak eretan dan putaran *spindle* konvensional operator mesin menentukan dan memutuskan beberapa parameter seperti kecepatan *spindle*, kecepatan penyayatan, kedalaman penyayatan berdasarkan jenis pekerjaan dan mengontrolnya dengan gerakan tangan, sedangkan pada mesin CNC penentuan parameter tersebut dilakukan dengan *motor servo* yang di kendalikan dengan program komputer (B.Sentot Wijanarka, 2012).

Pergerakan eretan dan spindle pada mesin perkakas konvensional digerakan secara manual, sedangkan pada mesin CNC pergerakan *spindle* diganti dengan sebuah *motor servo* yang dikendalikan oleh *servo driver* dengan Bahasa *numeric*. Mesin CNC akan bergerak apabila ada titik koordinat (*numeric*) yang akan dituju dan ada perintah dari computer berupa kode huruf dan angka. Jadi syarat utama mesin CNC bekerja adalah adanya koordinat dan kontrol (perintah).(B.Sentot Wijanarka, 2012)

1. Pengertian Mesin Bubut CNC

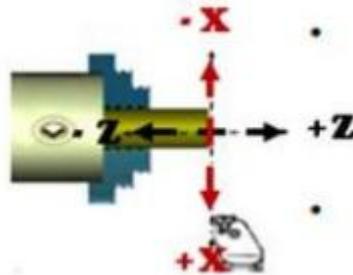
Mesin bubut CNC adalah mesin bubut yang dalam mengoperasikan proses penyayatan benda kerja oleh pahat dilakukan dengan pengendalian atau *control system numeric*. Untuk mengendalikan pergerakan pahat pada mesin perkakas menggunakan sistem koordinat. Sistem koordinat yang digunakan adalah menggunakan dua sumbu, yaitu sumbu X dan sumbu Z (B.Sentot Wijanarka, 2012).



Gambar 2.1 Mesin Bubut CNC
(Sumber: PT.Tenaris Hydril)

Sumbu X: sumbu yang tegak lurus dengan *spindle* mesin. Arahnya positif (+) jika menjauhi *spindle*, arah negative (-) jika mendekati *spindle*.

Sumbu Z: Sumbu yang sejajar dengan *spindle* mesin. Arahnya positif (+) jika menjauhi *spindle*, arahnya negative (-) jika mendekati *spindle*.



Gambar 2.2 Sistem Persumbuan mesin Bubut CNC
(Sumber: slideshare.net)

Titik nol yang digunakan dalam mengoperasikan mesin CNC terdiri dari MCS (*Machine Coordinat System*) dan WCS (*Work Coordinat System*). MCS dapat dipindah titik nol untuk kepentingan pelaksanaan setting, pembuatan program *numeric control*, dan pergerakan pahat. Sedangkan WCS digunakan untuk panduan pembuatan program *numeric control*.

1. Bagian Mesin Bubut

Mesin bubut CNC dibagi menjadi 3 bagian utama, yaitu :

A. Mekanik

Komponen mekanik ini merupakan komponen pada mesin yang bergerak seperti *spindle*, *tooltoret*, *chuck*, *Insert*, *Head* dan *Bar*.

a) *Spindle*

Bagian mesin yang mengerjakan dan memutar *chuck* saat proses *machining* berlangsung. Putaran *spindle* dapat disetting sesuai kebutuhan, karena tingkat putaran *spindle* sangat berpengaruh pada hasil kehalusan benda kerja.



Gambar 2.3 Spindle
(Sumber: slideshare.net)

b) *Chuck* atau Cekam

Chuck adalah alat pencekam benda kerja pada saat proses *machining*, ukuran *chuck* dapat disesuaikan dengan ukuran diameter benda kerja. Pada umumnya *chuck* dikategorikan sesuai dengan jumlah cekamnya. Cekam terdapat dua jenis yaitu *chuck* dengan 3 rahang dan *chuck* dengan 4 rahang.

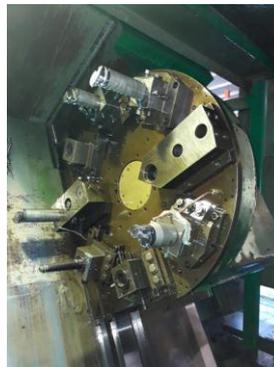


Gambar 2.4 *Chuck* Rahang 3 dan Rahang 4
(Sumber: PT. Tenaris Hydril)

Chuck rahang 3 umumnya digunakan untuk menjepit benda kerja yang berbentuk silindris karena ketiga rahang di gerakan secara bersamaan, sedangkan *chuck* rahang 4 digunakan untuk menjepit benda yang bentuknya tidak silindris karena setiap rahang digerakan secara terpisah.

c) *Tooltoret*

Tooltoret merupakan bagian mesin bubut CNC yang digunakan untuk memasang pahat atau *Bar. Tool* yang dipasang pada *turret* terdapat beberapa *tool*. Pemasangan disesuaikan dengan kebutuhan yaitu urutan proses machining dan program yang dimasukan.



Gambar 2.5 ToolTurret
(Sumber: PT. Tenaris Hydril)

d) *Head dan Bar*

Digunakan untuk memasang *insert* pada *toolturret*



Gambar 2.6 Head dan Bar
(Sumber: PT. Tenaris Hydril)

e) *Insert*

Insert adalah pahat sisipan atau alat potong yang di pasang pada *Head* dan *Bar*.



Gambar 2.7 *Insert*
(Sumber: PT. Tenaris Hydril)

B. Elektrik

Komponen elektrik ini merupakan komponen mesin yang memiliki fungsi memberikan tenaga kekomponen mekanik supaya bergerak sesuai perintah *controller*. Bagian ini terdiri dari motor servo, motor listrik utama, *spindle driver*, *power supply*, dan lain-lain.

a) Motor Listrik

Jenis motor listrik digunakan sebagai sumber putaran utama mesin bubut. Motor yang digunakan memiliki daya 3 HP 2772 rpm.



Gambar 2.8 Motor Listrik
(Sumber: PT. Tenaris Hydril)

b) Motor Servo

Motor servo digunakan untuk mengendalikan eretan memanjang (sumbu Z) dan eretan melintang (sumbu X).



Gambar 2.9 Motor Servo
(Sumber: PT. Tenaris Hydril)

c) *Servo Driver*

Servo driver digunakan untuk mengontrol *motor servo*. Setiap *servo* dicontrol oleh sebuah *servo driver*. Jadi *servo driver* tergantung jumlah *motor servo* yang digunakan.

C. *Control*

Bagian *controller* merupakan bagian mesin yang berfungsi mengatur seluruh kegiatan mesin. *Controller* merupakan otak dari mesin CNC. Merk Controller dari perusahaan yang membuatnya. Contohnya: *GSK, Fanuc, Mitsubishi, Sinumeric, Fagor*, dan Lain-lain.



Gambar 2.10 *Controller*
(Sumber : PT.Tenaris Hydril)

2.1.2 Definisi Kompleksitas Aksesoris

PT. Tenaris Hydril Batam sebagai penyedia jasa penguliran aksesoris OCTG mengklasifikasikan produk aksesoris sesuai dengan tingkat kompleksitas produk dari aksesoris tersebut. Kompleksitas produk menentukan tingkat kesulitan penguliran dari aksesoris. Kompleksitas aksesoris didefinisikan sebagai tingkat kerumitan suatu produk aksesoris yang dipresentasikan atau terlihat dari bentuk

geometri aksesoris tersebut yang menentukan tingkat kesulitan untuk melakukan proses penguliran pada aksesoris tersebut. Tenaris Hydril Batam membagi kompleksitas aksesoris menjadi 3 macam:

1. Aksesoris Kompleksitas 1

Aksesoris kompleksitas 1 adalah aksesoris dengan bentuk geometri *tubular* di mana aksesoris ini memiliki geometri tubular yang seragam dan simetris. Aksesoris kompleksitas 1 memiliki merupakan aksesoris dengan tipikal kemudahan dalam process penguliran di mesin CNC. Contoh: *pup joint, nipples, coupling, flow coupling, blast joint* dan lain sebagainya.



Gambar 2.11 *Upper Coupling*
(Sumber: PT. Tenaris Hydril)

2. Aksesoris Kompleksitas 2

Aksesoris kompleksitas 2 adalah aksesoris dengan bentuk non tubular di mana aksesoris ini memiliki bentuk geometri yang tidak seragam namun masih memiliki simetris dan eksentrisity. Artinya di satu ujung bisa memiliki diameter dan ketebalan tertentu namun di ujung lainnya memiliki diameter dan ketebalan lainnya namun masih dalam *simetrisitas geometry*. Aksesoris ini bisa diartikan sebagai aksesoris yang dikarenakan bentuknya tidak dapat diproduksi dari pipa. Aksesoris kompleksitas 2 ini memiliki tingkat kesulitan

menengah dalam process penguliran di mesin CNC. Contoh: *handling plug, lifting plug, sub, top, mandrel, test cap, test plug, float shoe, float collar, cross over, adapter, shoe.*



Gambar 2.12 ESP Mandrel
(Sumber: PT. Tenaris Hydril)

3. Aksesoris Kompleksitas 3

Aksesoris kompleksitas 3 adalah aksesories dengan bentuk kompleks artinya tidak memiliki simetris dan atau keseragaman eksentrisitas. Aksesories ini bentuknya tidak seragam dan tidak eksentris. Aksesories ini memiliki tingkat kesulitan yang sangat sulit untuk process penguliran di mesin *threading*. Contoh: *casing hanger, tubing hanger, swage, bushing.*



Gambar 2.13 Tree Cup Adapter
(Sumber: PT. Tenaris Hydril)

2.1.3 Metode SMED

SMED adalah salah satu metode *improvement* dari *Lean Manufacturing* yang digunakan untuk mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *Setup* pergantian dari memproduksi satu jenis produk ke model produk lainnya. Waktu pergantian *Setup* adalah salah satu bentuk *waste* / pemborosan dalam konsep Lean yang harus dihilangkan karena tidak memberi nilai tambah untuk pelanggan dan mengakibatkan proses tidak efisien. Kata “*Setup*” bukan berarti bahwa lama waktu *Setup* hanya membutuhkan waktu satu menit, tapi membutuhkan waktu di bawah 10 menit dengan kata lain “*Setup*” (Arvianto & Arista, 2011).

Waktu *setup* 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 startupnya sendiri, melakukan *adjustment*, *trial run* sampai menghasilkan produk baik pertama (Sudargo, 2015).

Konsep SMED di munculkan di tahun 1960an oleh Shigeo Shingo sebagai salah satu *founder* dari *Toyota Production System*. Tujuan yang ingin dicapai adalah berusaha untuk mempercepat waktu setup diproses *moulding body* mobil. Waktu *changeover* yaitu pergantian dari 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 *changeover* yang berulang-ulang. Lama waktu *changeover* ini berhubungan langsung dengan biaya

produksi mengingat waktu operational produksi akan berkurang terkonsumsi oleh waktu *changeover* yang lama (Fathia RN, dkk).

Manfaat yang didapat dengan menerapkan SMED adalah sebagai berikut:

1. Lead time berkurang sehingga meningkatkan kemampuan responsif terhadap permintaan pelanggan.
2. Lebih fleksibel untuk merespon permintaan yang berubah-ubah.
3. Kualitas produk yang meningkat karena umpan balik yang cepat.
4. Kemampuan control visual meningkat dan komunikasi dipabrik menjadi lebih lancar
5. Biaya tak langsung yang menjadi akibat pergerakan material, penghitungan, dan proses transaksi berkurang.

Waktu *changeover* pada SMED dibedakan menjadi dua *event*, kedua *event* ini adalah *Internal event* dan *External event*. *External event* merupakan semua proses untuk melakukan *changeover* yang dilakukan saat mesin sedang beroperasi. Sedangkan *Internal event* merupakan semua proses untuk melakukan *changeover* yang dilakukan saat mesin sedang tidak beroperasi atau mati (Sudargo KR, dkk).

Langkah dalam melakukan SMED secara garis besar dibagi menjadi empat tahapan utama yaitu:

1. Tahap pertama

Mendokumentasikan waktu *changeover* mesin, lalu memisahkannya menjadi *external event* dan *internal event*. Operasi setup internal dilakukan saat mesin dalam keadaan tidak beroperasi, sedangkan setup eksternal

dilakukan saat mesin beroperasi. Berikut ini merupakan titik-titik yang efektif yang dapat digunakan untuk mengkategorikan suatu proses setup sebagai setup eksternal.

a. Menggunakan Daftar Cek (Checklist)

Buatlah sebuah daftar checklist dari semua part mesin dan langkah-langkah yang dibutuhkan dalam suatu operasi. Daftar ini berisi nama, spesifikasi, tekanan, temperature, dimensi dan angka-angka numeric untuk semua jenis ukuran mesin.

b. Memeriksa kinerja dan fungsi mesin.

Berdasarkan checklist yang ada dapat ditentukan apakah keseluruhan part mesin tersebut masih dapat berfungsi atau tidak.

c. Memperbaiki sistem Transportasi dan part-part lainnya.

dalam suatu proses produksi tertentu terdapat part-part yang akan dipindahkan dari penyimpanan ke mesin produksi dan part tersebut akan dikembalikan lagi ke bagian penyimpanan setelah atau lot produk telah diselesaikan. Kondisi ini akan mengakibatkan operator semakin sering melakukan transportasi saat mesin beroperasi. Oleh karena itu perlu diperbaiki system transportasi yang lebih efisien.

2. Tahap kedua

Sebisa mungkin melakukan perubahan internal *event* menjadi *external event*. Perubahan yang dimaksud adalah perubahan kegiatan yang bisa dilakukan ketika mesin tidak beroperasi menjadi kegiatan saat mesin beroperasi. Perubahan ini diharapkan telah dapat mengurangi waktu

changeover cukup banyak.

3. Tahap ketiga

Melakukan streamline internal event dan *external event*. Streamline *internal event* adalah melakukan penyederhanaan, pengurangan dan penghilangan pergerakan. Streamline *external event* adalah mengorganisir keperluan material dan peralatan yang dibutuhkan.

4. Tahap keempat adalah mengeliminasi adjustment.

1. Rumus SMED

Tabel 2.1 Proses Setup

No	Description	Internal	Eksternal
1	Preparation – Insert		
2	Preparation – Program		
3	Preparation - Tools (insert)		
4	Preparation - Tools Head & Bar		
5	Preparation - Tools Jaws		
6	Test Piece - Loading & Unloading		
7	Test Piece – Centering		
8	Test Piece - Setting z/x		
9	Test Piece - Adjust Parameter		
10	Test Piece – Machining		
11	Test Piece - Overlay Inspection		
12	Test Piece - Check & Inspection		
13	Test Piece – Others		
14	Material - Loading & Unloading		
15	Material – Centering		
16	Material - Setting z/x		
17	Material – Insert		
18	Material - Adjust Parameter		
19	Material – Machining		
20	Material - Overlay Inspection		
21	Material - Check & Inspection		
22	Material – Others		

Total *internal* (menit/hari) = frekuensi/hari x waktu *setup* (menit)... **Rumus 2. 1**

Rata-rata waktu *setup* Tsh Blue = Total waktu / Data pengamatan.... **Rumus 2. 2**

Presentase Reduksi = $\frac{(\text{WS Lama} - \text{WS Baru})}{\text{WS Lama}} 100\%$ **Rumus 2. 3**

2. Uji kecukupan dan keseragaman data

- Uji keseragaman data

Uji keseragaman data bertujuan untuk menguji keseragaman dari data yang ada. Rumus keseragaman data adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 4}$$

$$\text{BKA} = \bar{x} + 3\sigma \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 5}$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - 3\sigma \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 6}$$

- Uji kecukupan data

Untuk menetapkan berapa jumlah data yang diperlukan, maka harus diputuskan terlebih dulu berapa tingkat kepercayaan (*confidence level*) dan derajat ketelitian (*degree of accuracy*) untuk pengukuran kerja ini. Rumus untuk mencari jumlah data yang diperlukan yaitu: (Noor, 2011).

$$N^* = \left[\frac{k \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2 \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 7}$$

Dimana:

X = waktu pengamatan dari setiap elemen kerja untuk masing – masing siklus yang di ukur.

K = angka deviasi standar untuk yang besarnya tergantung pada tingkat keyakinan (*confidence level*) yang diambil dimana:

- 90% *confidence level*: $k = 1,65$
- 95% *confidence level*: $k = 2,00$
- 99% *confidence level*: $k = 3,00$

S = derajat ketelitian dari data x yang dikehendaki, yang menunjukkan maksimum *presentase* penyimpangan yang biasa diterima dari nilai x yang sebenarnya. Nilai k/s dikenal sebagai "*confidence-precision ratio*" dari *time study* yang dilaksanakan.

N = jumlah siklus pengamatan/pengukuran awal yang telah dilakukan untuk elemen kegiatan tertentu yang dipilih.

N' = jumlah siklus pengamatan/pengukuran yang seharusnya dilaksanakan agar dapat diperoleh presentase kesalahan (*error*) minimum dalam mengestimasi x yaitu sebesar S .

3. *Waste* (Pemborosan)

Waste bisa diartikan sebagai segala macam kehilangan pada material, waktu, dan hasil moneter dari sebuah kegiatan tetapi tidak menambah nilai atau proses untuk produk. *Waste* termasuk dalam kedua masalah dari kehilangan material dan eksekusi dari pekerjaan yang tidak perlu, dimana menghasilkan biaya tambahan tetapi tidak menambah nilai suatu produk. *Waste* juga bisa diartikan sebagai segala macam kehilangan yang dihasilkan dari sebuah aktifitas yang

menghasilkan secara langsung maupun tidak secara langsung menghasilkan biaya, tetapi tidak menambah manfaat atau nilai suatu produk dari sudut pandang klien.

Pemborosan (*Waste*) diklasifikasi dalam 7 kategori:

1. *Waste of Waiting*, waktu menunggu adalah pemborosan (misalnya : menunggu material yang datang, menunggu keputusan/intruksi).
2. *Waste of Over Production*, membuat produk yang lebih banyak dari permintaan pelanggan adalah pemborosan.
3. *Waste of Over Processing*, proses yang lebih dari yang diinginkan pelanggan adalah pemborosan. Misal inventory yang rusak akibat penyimpanan atau transportasi sehingga memerlukan proses tambahan repacking.
4. *Waste of Defect, Reject*, atau *Repair*, merupakan pemborosan yang dapat secara langsung bisa dilihat.
5. *Waste of Motion*, gerakan yang tidak perlu dan tidak ergonomis sehingga menambah waktu proses adalah pemborosan.
6. *Waste of Inventory*, semakin banyak persediaan disimpan, akan semakin banyak pemborosan terjadi. Pemborosan itu berupa: nilai persediaan yang diam (tidak produktif). Nilai ruang yang harus disediakan untuk menyimpan, beban administrasi pengelolaan, beban kerja untuk proses penerimaan, penyimpanan, pengeluaran kembali, barang yang rusak atau kadaluarsa selama penyimpanan, dan lain-lain.
7. *Waste of transportation*, pemborosan yang disebabkan oleh transportasi yang tidak teratur.

4. Sampel

Simple Random Sampling (SRS) merupakan dasar dalam pengambilan sampel random yang lain. Pada prinsipnya simple Random sampling dilakukan dengan cara undian atau lottere. Dalam pelaksanaannya dapat berbentuk replacement yaitu dengan cara mengembalikan responden terpilih sebagai sampel kepada kelompok populasi untuk dipilih menjadi calon responden berikutnya dan without replacement, yaitu cara pengambilan sampel dengan tidak mengembalikan responden terpilih pada kelompok populasi.

Dengan pengembalian pada kelompok popuasi, berarti setiap individu mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih kembali pada pemilihan calon sampel berikutnya, sehingga jumlah populasi tetap sama sampai semua responden terpilih sesuai dengan ukuran sampel yang diinginkan. Ini berarti apabila seorang anggota popuasi sebagai sampel pertama, maka dalam pemilihan untuk menentukan sampel kedua, sampel pertama diikutsertakan lagi untuk dipilih dalam undian.

Cara penarikan sampel dapat dilakukan dengan undian atau lotere secara tradisional, maupun dengan menggunakan table random *number* ataupun melalui random number dalam mesin hitungan.

2.2 Penelitian terdahulu

Berikut ini adalah beberapa penelitian terkait yang relevan dengan topik penelitian yang akan dilakukan dan disajikan dalam bentuk tabel.

Prasetyowati, Rahman, Farela, & Tantrika, 2015, dalam penelitiannya yang berjudul “Perbaikan Waktu *Setup* Dengan Menggunakan Metode SMED”.

Berkesimpulan dengan menerapkan SMED pada proses pembuatan kursi lipat biasa menghemat waktu dari 1761 menit/hari menjadi 1469 menit/hari. Penerapan SMED dilakukan dengan cara menambah satu asisten untuk melayani semua stasiun kerja pembuatan kursi lipat. Asisten menangani kegiatan *setup eksternal*.

Arvianto & Arista, 2011. Dalam penelitian yang berjudul “Usulan Perbaikan *Opertation Point Sheet* pada mesin *Feeder Aida 1100 PT.XXX* dengan menggunakan Metode SMED”. Berkesimpulan sumber penyebab tingginya waktu *set-up* mesin *feeder AIDA 1100 T*, yaitu: Tidak dibedakannya *Internal set-up* dan *eksternal set-up*, Penyesuaian Setting yang tidak tetap, Peralatan yang belum maksimal, Kerjasama antar operator kurang. Metoder SMED merupakan metode yang cukup efisien dan efektif untuk mereduksi waktu *set-up*. Hal ini dapat dilihat dari percepatan waktu baku baru hingga 1002,54 detik, sedangkan waktu baku lama adalah 1800. Dengan menggunakan meyode SMED, maka diperoleh persentase penghematan waktu *set-up* yaitu sebesar 52,9%. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mereduksi waktu *set-up* yaitu: Menganti system penggantian dies konvensional menjadi otomatis, Mengganti Handlifer dengan Dual Station Handlifer yang lebih efisien, Menggunakan Andon Ligth Visual Control, Menggunakan Rack Tools dan Tools yang kualitasnya lebih baik, Training dan pengenalan Lean manufacturing pada seluruh operator. Relayout mesin feeder AIDA 1100 T mendukung diterapkannya standar operasi baru dan juga mengurangi manpower yang dapat menghemat biaya hingga. Biaya 1 orang per-bulan: Rp. 5.252.544,-. Biaya 1 orang per-tahun: Rp. 63.030.528,-. Hasil perbaikan metode ini perlu diperhatikan oleh perusahaan sehingga dapat

diterapkan pada pelaksanaan operasi set-up sehingga perusahaan dapat menghasilkan produk yang lebih banyak dengan tipe yang berbeda dan juga dapat menghemat biaya produksi. Perusahaan sebaiknya lebih sering melakukan penelitian dan control secara terus menerus terhadap upaya-upaya untuk mereduksi waktu set-up semua mesin produksi.

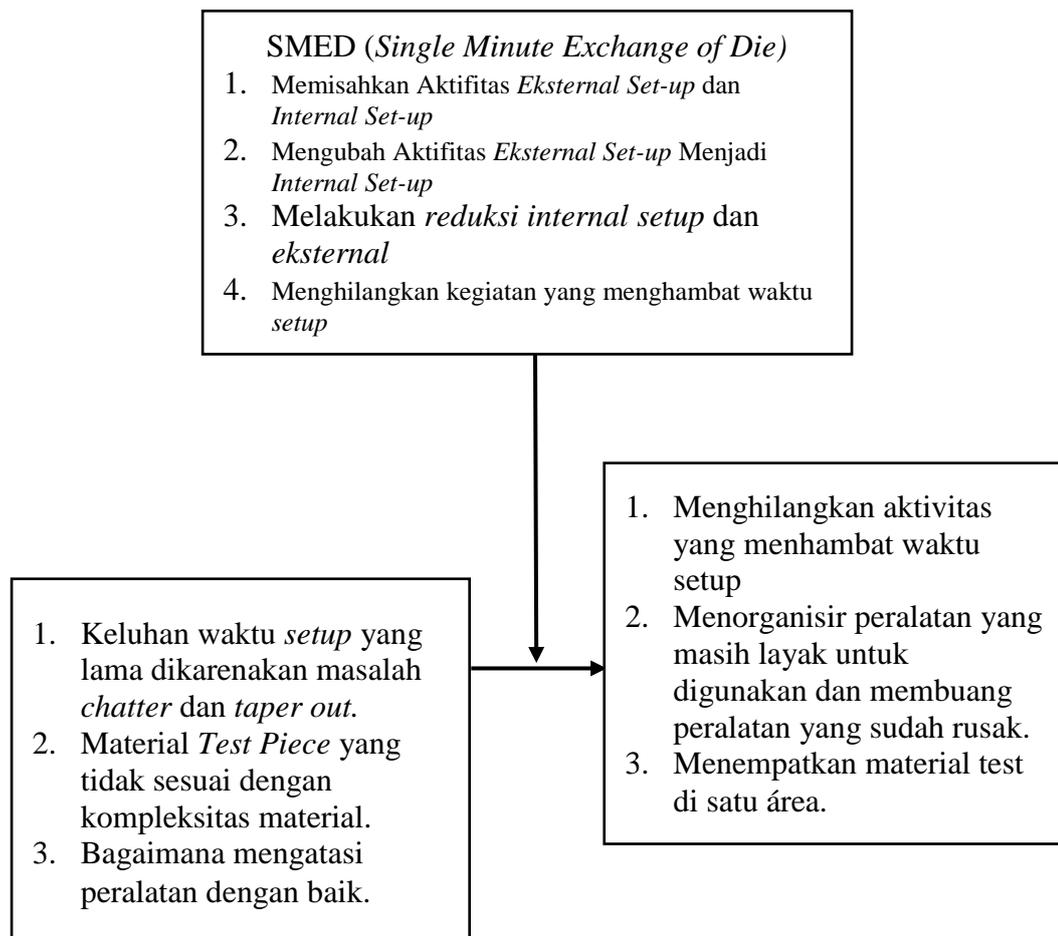
Tanzil, Damayanti, & Suryadhini, 2015. Dalam penelitian yang berjudul “Usulan perbaikan waktu *set-up* dalam meminimasi keterlambatan penyelesaian order pada komponen isolating cock dengan metode SMED di PT Pindad (Persero). Berkesimpulan usulan rancangan proses setup pada pembuatan komponen isolating Cock dilakukan dengan menerapkan Metode Lean Manufacturing dengan tools SMED. Adapun usulan rancangannya adalah dengan mengkonversi aktivitas Internal setup menjadi eksternal setup. Selanjutnya penyederhanaan penggantian peralatan, yaitu menghilangkan aktivitas mengambil pengunci chuck dan toolpost yang digantikan dengan penggunaan pengunci dengan handle. Penyederhanaan kedua adalah pada penyesuaian tools, yaitu menghilangkan aktivitas penyesuaian pada pemasangan pahat di mesin bubut konvensional dengan menambahkan penggunaan plat. Kemudian menerapkan operasi parallel yaitu dengan menggunakan 2 operator. Sehingga total waktu setup yang dapat di reduksi adalah sebesar 84,2 menit atau 57,42%.

Sudargo, 2015. Dalam penelitian yang berjudul “Penurunan waktu Changeover dengan metode SMED di PT *Schneider Electric Manufacturing* Batam-Plant Electro Mechanic”. Berkesimpulan Implementasi yang bias dilakukan adalah pada

Bench Auto Tampo Print. hasil yang didapat setelah implementasi adalah rata-rata waktu changeover pada bench ini berubah dari 1321 detik menjadi 827 detik. Implementasi pada bench printing body XB7-2 life tidak bias sepenuhnya dilakukan. Implementasi hanya bias dilakukan sampai tahap pembaharuan stasiun kerja dan percobaan sebanyak satu kali. Hasil dari percobaan yang didapat adalah rata-rata waktu changeover berkurang dari 1002 detik menjadi 248 detik. Implementasi pada ketiga bench lainnya belum dapat dilakukan, hanya estimasi perubahan waktu changeover yang bias didapatkan. Rata-rata waktu *changeover* di *bench* manual checker diestimasi berkurang dari 1246 detik menjadi 692 detik. Rata-rata waktu changeover di *bench coil winding and testing MARSILI* diestimasi berkurang dari 1938 detik menjadi 1534 detik. Rata-rata waktu *changeover* di *bench coil winding DETZO* diestimasi berkurang dari 3083 detik menjadi 2854 detik.

2.3 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran ini memuat pemikiran terhadap alur yang dialami sebagai acuan dalam pemecahan masalah yang diteliti secara logis dan sistematis.



Gambar 2.14 Kerangka Pemikiran