

**MENGOPTIMALKAN WAKTU *SETUP* MESIN CNC
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SINGLE
MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED)**

SKRIPSI



Oleh :
Deni Kasmita Ginanjar
130410053

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2018**

**MENGOPTIMALKAN WAKTU *SETUP* MESIN CNC
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SINGLE
MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED)**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Sarjana**



**Oleh :
Deni Kasmita Ginanjar
130410053**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
2018**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, dan/atau magister), baik di Universitas Putera Batam maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Batam, 03 Februari 2018

Yang membuat pernyataan,

Deni Kasmita Ginanjar

130410053

**MENGOPTIMALKAN WAKTU *SETUP* MESIN CNC
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SINGLE
MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED)**

**Oleh:
Deni kasmita Ginanjar
130410053**

SKRIPSI

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
Seperti tertera di bawah ini**

Batam, 03 Februari 2018

**Nofriani Fajrah, S.T., M.T.
Pembimbing**

ABSTRAK

Dalam dunia industri manufaktur persaingan yang dinamis dan cepat berubah, menuntut adanya peningkatan persaingan pengoperasian produksi yang efektif dan efisien. Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh suatu perusahaan manufaktur adalah bagaimana melaksanakan proses produksi seefisien dan seefektif mungkin tanpa adanya pemborosan waktu dan produksi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode SMED. SMED merupakan 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. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan waktu *Setup* sehingga penyelesaian produk lebih cepat dan mengetahui cara untuk mengurangi *lost time* pada waktu *Setup*. Hasil dari penelitian yang diperoleh adalah Proses setup sebelum perbaikan teridentifikasi sebanyak 29 aktivitas internal *setup* (mesin dalam keadaan berhenti). Berdasarkan analisa dan evaluasi ketergantungan aktivitas terhadap mesin, terdapat 7 aktivitas yang dapat dikonversi menjadi *eksternal setup* dari 29 aktivitas *internal setup*. Pada proses perbaikan waktu *setup*, terdapat 6 aktivitas yang dapat direduksi dengan cara kombinasi dan eliminasi. Penurunan waktu *setup* yang dapat dihasilkan dengan metode SMED adalah sebesar 66%.

Kata Kunci: Metode SMED, *Setup*, *Lost Time*

ABSTRACT

In manufacturing industry competition which has dynamic and fast changes characteristic, it is absolutely need improvement of operational competitiveness of production activity to be high effective and efficient. One of the major problem that faced by manufacturing industry nowadays is how to deliver integrated production activity with high effectiveness and high efficiency without wasting any time and other production resources. The method that used in this research is SMED method. SMED method is one of improvement method of lean manufacturing concept that used to speed up set up time or the necessary time to prepare the line to process the next order. Meanwhile, the main purpose of this research is to optimize set up time in order to make product completion become faster and also to understand how to eliminate the lost time during set up time. The main results that obtained from this research is initial set up process before any improvement with 29 internal set up activities in which machine in offline condition. According to analyses and dependency evaluation to machine activity, there is 7 set up activities that can be converted to be external set up activity from 29 internal set up activities. In improvement set up time, there is 6 activities that can be reduced using combination and elimination method approaches. Reducing set up time that can be obtained using this SMED method is 66%.

Keywords: SMED method, setup, lost time

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, Kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Putera Batam Ibu Nur Elfi Husda, S. Kom., M.SI.
2. Ketua Program Studi Teknik Industri Bapak Welly Sugiyanto, S.T., M.M.
3. Ibu Nofriani Fajrah, S.T., M.T. selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.
4. Dosen dan Staf Universitas Putera Batam.
5. Bapak, Ibu dan Istri tercinta yang telah memberikan dukungan baik dalam bentuk moril dan material.
6. Bapak Abi Gibran selaku pembimbing lapangan pada PT Hydril Indonesia Manufacturing Batam yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan pengarahan dan nasehat mengenai skripsi ini.
7. Bapak Agung Wijanarko selaku manajer produksi yang telah mendukung dan memberikan izin penelitian di PT Hydril Indonesia.
8. Semua teman-teman seperjuangan teknik industri Universitas Putera Batam angkatan 2013/2014.
9. Semua teman-teman operator Mesin yang turut membantu dalam proses pengambilan data dalam skripsi ini.
10. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung dan tidak langsung dalam pembuatan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta Taufiknya, Amin.

Batam, 3 Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR RUMUS	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Teori Dasar	6
2.1.1 Sejarah Mesin CNC.....	6
2.1.2 Definisi Kompleksitas Aksesoris	13
2.1.3 Metode SMED.....	16
2.2 Penelitian terdahulu	23
2.3 Kerangka Pemikiran	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Desain Penelitian.....	28
3.2 Variabel Penelitian	29
3.3 Populasi dan Sampel	29
3.3.1 Populasi	29
3.3.2 Sampel.....	29
3.4 Teknik Pengumpulan Data	29
3.4.1 Studi Lapangan.....	29
3.4.2 Studi Pustaka.....	30
3.4.3 Observasi.....	30
3.5 Metode Analisis Data	30

3.5.1	Data Primer	30
3.5.2	Data Sekunder.....	31
3.6	Lokasi dan Jadwal Penelitian	31
3.6.1	Lokasi Penelitian	31
3.6.2	Waktu Penelitian.....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Hasil Penelitian.....	32
4.1.1	Tahap pertama	35
4.1.2	Tahap kedua.....	37
4.1.3	Tahap ketiga.....	39
4.1.4	Tahap Keempat.....	41
4.2	Pembahasan	42
BAB V SARAN DAN KESIMPULAN		86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
SURAT KETERANGAN PENELITIAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Proses <i>Setup</i>	19
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	31
Tabel 4.1 Jumlah Data waktu <i>setup</i> Juli- September 2017.....	32
Tabel 4.2 Data <i>setup Tsh Blue</i> Periode Juli-September 2017	33
Tabel 4.3 Data Waktu kegiatan <i>setup Eksternal</i> dan <i>Internal</i>	34
Tabel 4.4 Proses <i>Changeover</i> memisahkan <i>Eksternal Setup & Internal Setup</i> ...	36
Tabel 4.5 Proses <i>Changeover</i> pengubahan <i>Internal Setup</i> dan <i>Eksternal Setup</i> ...	38
Tabel 4.6 Proses <i>Changeover</i> mengeliminasi <i>Internal Event</i> dan <i>Eksternal Event</i>	41
Tabel 4.7 Data Waktu <i>Setup Preparation Program</i>	42
Tabel 4.8 Data Waktu <i>Setup Preparation Insert, Head, Bar</i> dan <i>Jaws</i>	45
Tabel 4.9 Data Waktu <i>Setup Preparation - Tool Gauge</i>	48
Tabel 4.10 Data Waktu <i>Setup Installation Tools insert</i>	51
Tabel 4.11 Data Waktu <i>Setup Installation Tools Head & Bar</i>	54
Tabel 4.12 Data Waktu <i>Setup Installation Tools Jaws</i>	57
Tabel 4.13 Data Waktu <i>Setup Preparation Material Test Piece</i>	60
Tabel 4.14 Data Waktu <i>Setup Test Piece Loading & Unloading</i>	63
Tabel 4.15 Data Waktu <i>Setup Test Piece Centering</i>	66
Tabel 4.16 Data Waktu <i>Setup Test Piece Setting z/x</i>	69
Tabel 4.17 Data Waktu <i>Setup Test Piece Adjust Parameter</i>	72
Tabel 4.18 Data Waktu <i>Setup Test Piece Machining</i>	75
Tabel 4.19 Data Waktu <i>Setup Test Piece Overlay Inspection</i>	78
Tabel 4.20 Data Waktu <i>Setup Test Piece Check & Inspection</i>	81
Tabel 4.21 Waktu <i>setup</i> setelah mengeliminasi <i>Eksternal</i> dan <i>Internal</i>	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Bubut CNC	8
Gambar 2.2 Sistem Persumbuan mesin Bubut CNC	8
Gambar 2.3 <i>Spindle</i>	9
Gambar 2.4 <i>Chuck</i> Rahang 3 dan Rahang 4.....	10
Gambar 2.5 <i>ToolTurret</i>	10
Gambar 2.6 <i>Head</i> dan <i>Bar</i>	11
Gambar 2.7 <i>Insert</i>	11
Gambar 2.8 Motor Listrik	12
Gambar 2.9 Motor <i>Servo</i>	12
Gambar 2.10 <i>Controller</i>	13
Gambar 2.11 <i>Upper Coupling</i>	14
Gambar 2.12 <i>ESP Mandrel</i>	15
Gambar 2.13 <i>Tree Cup Adapter</i>	15
Gambar 2.14 Kerangka Pemikiran	27
Gambar 3 1 Desain Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Susunan <i>Head, Bar, Insert & Jaw</i>	39
Gambar 4.2 <i>Material test piece</i> di samping Mesin.....	40
Gambar 4.3 <i>Material test piece</i> dikumpulkan di satu area.....	40
Gambar 4.4 <i>Preparation Program</i>	44
Gambar 4.5 <i>Preparation Insert, Head, Bar dan Jaws</i>	47
Gambar 4.6 <i>Preparation Tool Gauge</i>	50
Gambar 4.7 <i>Tools insert</i>	53
Gambar 4.8 <i>Installation Tools Head & Bar</i>	56
Gambar 4.9 <i>Installation Tools Jaws</i>	59
Gambar 4 10 <i>Preparation Material Test Piece</i>	62
Gambar 4 11 <i>Test Piece Loading & Unloading</i>	65
Gambar 4.12 <i>Test Piece Centering</i>	68
Gambar 4.13 <i>Test Piece Setting x/z</i>	71
Gambar 4.14 <i>Test Piece Adjust Parameter</i>	74
Gambar 4.15 <i>Test Piece Adjust Parameter</i>	77
Gambar 4.16 <i>Test Piece Overlay Inspection</i>	80
Gambar 4.17 <i>Test Piece Check & Inspection</i>	83

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Total <i>Internal Setup</i>	20
Rumus 2.2	Rata-Rata Waktu <i>Setup</i>	20
Rumus 2.3	Presentase reduksi.....	20
Rumus 2.4	Standar Deviasi	20
Rumus 2.5	Batas Kontrol Atas.....	20
Rumus 2.6	Batas Kontrol Bawah.....	20
Rumus 2.7	Uji Kecukupan Data	20

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini dalam dunia industri manufaktur persaingan yang dinamis dan cepat berubah, menuntut adanya peningkatan persaingan pengoperasian produksi yang efektif dan efisien. Salah satu permasalahan yang dihadapi oleh suatu perusahaan manufaktur adalah bagaimana melaksanakan proses produksi lebih cepat tanpa adanya pemborosan waktu.

PT Tenaris Hydril merupakan perusahaan manufaktur bergerak di bidang *oil* dan *gas*. Perusahaan yang memproduksi penguliran pipa yang memberikan *service* ke berbagai *customer* perusahaan *oil* dan *gas*, seperti Halliburton, Baker, Chevron, Aramco. Pada umumnya tujuan dari perusahaan adalah untuk mencapai keuntungan maksimal. Dalam usaha untuk mencapai tujuan tersebut, perusahaan harus mengaturnya dengan sebaik mungkin. Sebagai suatu perusahaan yang melakukan proses produksi berdasarkan pesanan dari konsumen, maka ketepatan waktu penyelesaian produk dan kualitas produk yang dihasilkan sangatlah penting. Perusahaan diberi batas waktu untuk menyelesaikan pesanan. Supaya perusahaan dapat menyelesaikan pesanan tepat waktu, perusahaan harus mempunyai perencanaan produksi. Penyelesaian pesanan sesuai dengan jangka waktu yang telah ditentukan akan menjamin kepuasan konsumen. Kepuasan

konsumen merupakan salah satu cara untuk mendapatkan kepercayaan dari konsumen.

Teknologi proses pemesinan mengalami perubahan sejalan dengan penemuan baru yang semakin banyak. Penemuan baru itu merupakan jawaban dari tuntutan industri akan produk yang berkualitas meliputi keakurasian yang tinggi, kepresisian tinggi, bentuk benda yang kompleks dan kemampuan menghasilkan produk secara massal. Mesin CNC (*Computer Numeric Control*) *Turning 2-axis* digunakan pada industri untuk mengerjakan produk berbentuk kompleks, Namun masih mempunyai keterbatasan dan waktu *setup* yang masih mendominasi total waktu proses.

Aktivitas *Setup* yang tidak tepat waktu disebabkan karena peralatan (*Head, Bar, Jaw dan Insert*) penunjang mesin CNC sudah usang, banyak alat-alat yang sudah tidak layak masih digunakan. Penempatan alat yang belum tersusun rapi sehingga membutuhkan waktu lama untuk mempersiapkan alat-alat saat mau digunakan. selain peralatan, *Material test piece* yang tidak sesuai dengan kompleksitas produk *customer* juga sebagai penyebab lamanya *set-up*. Material yang datang dari *customer* mempunyai bentuk yang rumit dan kekerasan yang tinggi (kompleksitas 3). Dengan tingginya spesifikasi material dari *customer*, perusahaan belum mampu menyediakan material *test piece* yang sesuai. Masalah yang terjadi karena *test piece* tidak sesuai adalah cacat *chatter* (permukaan bergelombang pada area ulir) dan *Taper out* (kemiringan sudut material di luar toleransi ukuran) . Untuk memperbaiki masalah cacat *chatter* dan *taper out* operator mesin harus mengedit program dan mengubah sudut *bar, head* dan

mengcheck kembali kondisi *chuck*. Sehingga mengulang-ulang proses *test piece* sampai menghasilkan produk baik.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis ingin melakukan penelitian tentang mengoptimalkan waktu Setup mesin CNC dengan menggunakan metode Single Minute Exchange of Dies.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, dapat dibuat perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengatasi masalah cacat *chatter* dan *Taper out* untuk mempercepat proses *setup*.
2. Bagaimana mengatasi material *test piece* yang tidak sesuai dengan kompleksitas material.
3. Bagaimana mengatasi peralatan (*Head, Bar, jaws* dan *Insert*) yang layak untuk digunakan.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari luasnya permasalahan maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada mesin CNC *Turning* merk Cincinnati Millacron di PT Tenaris Hydril.
2. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur waktu set-up pada mesin CNC *Turning*.

3. Penelitian ini hanya mengukur waktu *Setup* untuk material kompleksitas 2 dan kompleksitas 3.

1.4 Rumusan Masalah

Untuk dapat mempertajam analisa pembahasan, penelitian ini mempunyai permasalahan yang ini diketahui yaitu: Apakah dengan mengoptimalkan waktu *Setup* dapat meningkatkan *Cycle Time* dan mengurangi produk cacat?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini antaranya:

1. Untuk mengoptimalkan waktu *Setup* sehingga penyelesaian produk lebih cepat.
2. Mengetahui cara untuk mengurangi *lost time* pada waktu *Setup*.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat ataupun tambahan pengetahuan antara lain:

1. Manfaat Praktis

Bagi penulis manfaat praktis yang diharapkan adalah bahwa seluruh tahapan penelitian serta hasil penelitian yang diperoleh dapat memperluas wawasan dan sekaligus memperoleh pengetahuan tentang menghemat waktu *Setup* untuk PT. Tenaris Hydril.

2. Manfaat Akademis

Manfaat akademis yang di harapkan adalah bahwa hasil penelitian dapat dijadikan rujukan bagi upaya pengembangan ilmu dan berguna juga untuk menjadi referensi bagi mahasiswa yang ingin melakukan penelitian.

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

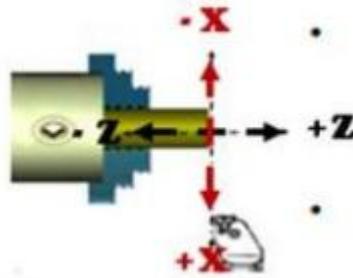
Mesin bubut CNC adalah mesin bubut yang dalam mengoperasikan proses penyayatan benda kerja oleh pahat dilakukan dengan pengendalian atau *control system numeric*. Untuk mengendalikan pergerakan pahat pada mesin perkakas menggunakan sistem koordinat. Sistem koordinat yang digunakan adalah menggunakan 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 eksentrisitas. 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 dikonsumsi 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 mengategorikan 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.

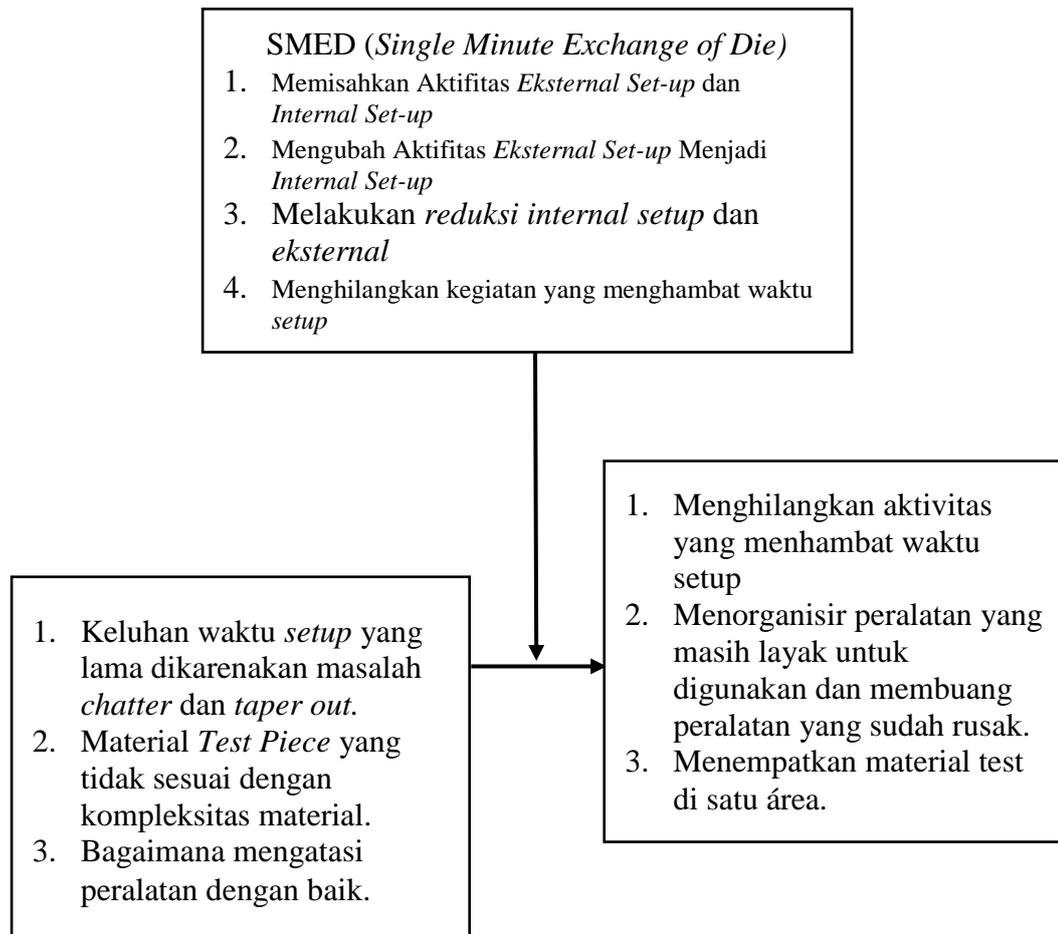
Tanzil, Damayanti, & Suryadhini, 2015. Dalam penelitian yang berjudul “Usulan perbaikan waktu *set-up* dalam meminimasi keterlambatan penyelesaian order pada komponen isolating cock dengan metode SMED di PT Pindad (Persero). Berkesimpulan usulan rancangan proses setup pada pembuatan komponen isolating 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

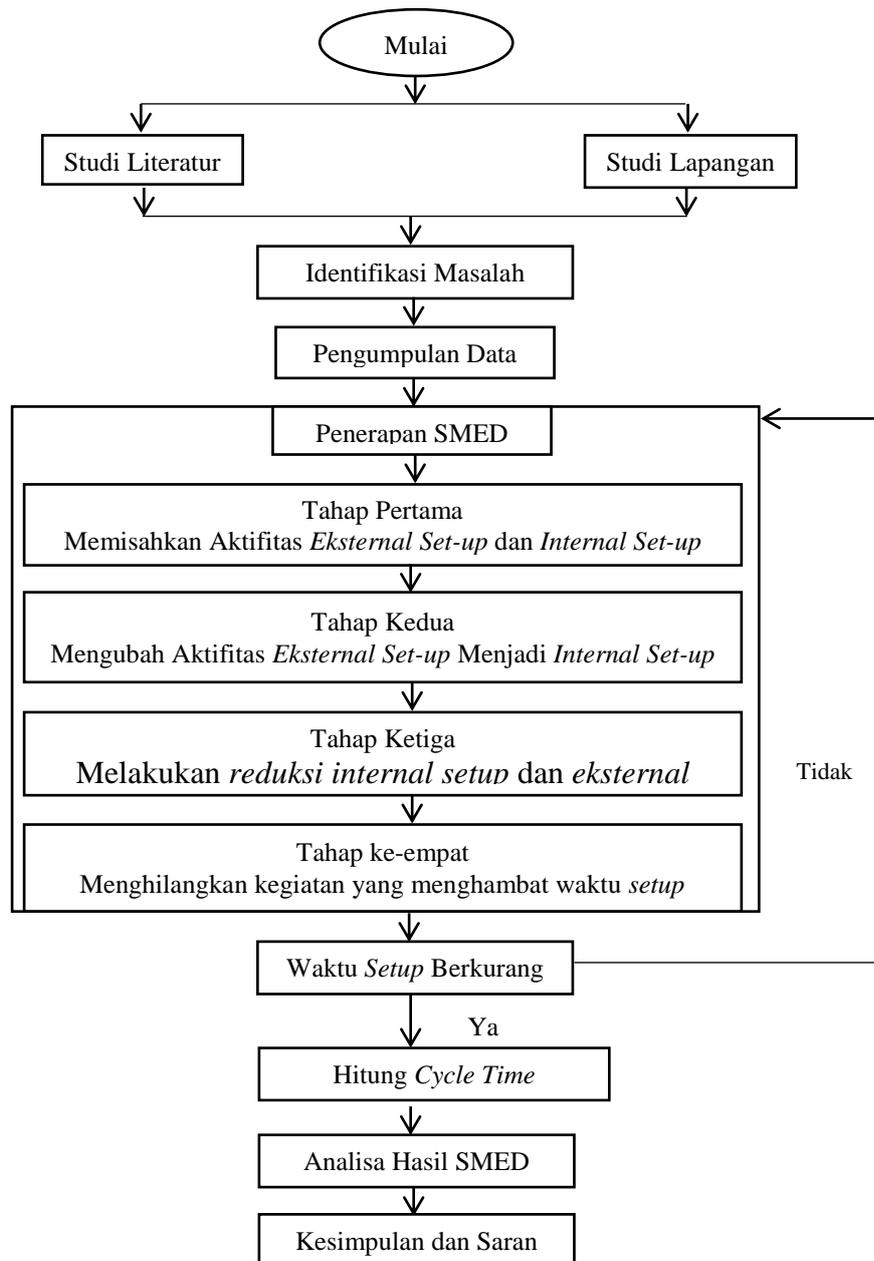
Kerangka pemikiran ini memuat pemikiran terhadap alur yang dialami sebagai acuan dalam pemecahan masalah yang diteliti secara logis dan sistematis.



Gambar 2.14 Kerangka Pemikiran

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian



Gambar 3 1 Desain Penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Variabel Independen dan Variable Dependen. Dimana variabel independennya adalah Waktu *Setup* di mesin CNC. Variable Dependennya adalah *Cycle Time*.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh aktifitas proses produksi di PT Tenaris Hydril. Adapun aktifitas proses produksi di PT Tenaris Hydril seperti Penguliran pipa dan Aksesoris untuk digunakan pada pengeboran minyak dan Gas.

3.3.2 Sampel

Untuk menentukan jumlah sample pada penelitian ini menggunakan Simple Random Sampling yaitu setiap individu mempunyai kesempatan yang sama untuk dipilih kembali pada pemilihan sample berikutnya (Muri Yusuf,2014:154). Pengambilan sampel pada penelitian ini adalah waktu *setup* pada aktivitas *setup* di mesin Cincinnati Milacron NC 2 dengan menggunakan *stopwatch*.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

3.4.1 Studi Lapangan

Tahap ini merupakan langkah awal untuk memulai penelitian. Studi lapangan merupakan studi yang secara langsung dilaksanakan oleh peneliti melalui berbagai cara, seperti pengalamana langsung dan juga wawancara dengan

operator terkait dengan proses *changeover* mesin. Dari studi ini diharapkan peneliti dapat mengidentifikasi masalah yang muncul dan menghambat proses *changeover*.

3.4.2 Studi Pustaka

Studi kepustakaan dilakukan untuk mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan pemborosan pada proses produksi, SMED, pengukuran waktu kerja dan analisa gerakan kerja.

3.4.3 Observasi

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode peninjauan langsung pada proses aktivitas *setup* untuk memperoleh data melalui pengamatan langsung pada objek yang akan diteliti. Data yang dikumpulkan berupa data waktu proses *setup*.

3.5 Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik pengukuran kuantitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

3.5.1 Data Primer

Data primer merupakan data pengamatan langsung waktu *change over* di mesin CNC. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap semua hasil yang diperoleh. Analisis tersebut mengenai waktu *set-up* sebelum penerapan SMED dan sesudah penerapan SMED.

