

**PENGENDALIAN KUALITAS *WELDING PROCESS*  
PADA PT CLADTEK BI-METAL MANUFACTURING**

**SKRIPSI**



**Oleh:  
FHEDRIYAN SAPUTRA EFENDY  
140410201**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER  
UNIVERSITAS PUTERA BATAM  
TAHUN 2019**

**PENGENDALIAN KUALITAS *WELDING PROCESS*  
PADA PT CLADTEK BI-METAL MANUFACTURING**

**SKRIPSI**

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



**Oleh  
FHEDRIYAN SAPUTRA EFENDY  
140410201**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER  
UNIVERSITAS PUTERA BATAM  
TAHUN 2019**

## HALAMAN 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, 11 Februari 2019

Yang membuat pernyataan,



Fhedriyan Saputra Efendy

140410201

**PENGENDALIAN KUALITAS *WELDING PROCESS*  
PADA PT CLADTEK BI-METAL MANUFACTURING**

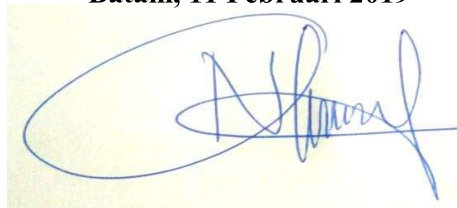
**SKRIPSI**

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

**Oleh  
Fhedriyan Saputra Efendy  
140410201**

**Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal  
seperti tertera di bawah ini**

**Batam, 11 Februari 2019**

A handwritten signature in blue ink on a yellow background. The signature is stylized and appears to be 'Nofriani Fajrah'.

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

## ABSTRAK

Permintaan perusahaan perpipaan tergantung pada perkembangan proyek pengeboran minyak (*oil and gas industry*). PT Cladtek BI-Metal Manufacturing bergerak dibidang industri manufaktur untuk berbagai pekerjaan mengenai material logam, khususnya proses *Cladding*, *Weld Overlay* dan *Lining* pada pipa bajakarbon untuk keperluan industri. Kualitas produk pipa baja empat bulan terakhir rendah yang ditunjukkan dengan adanya beberapa jenis *defect*. Rendahnya kualitas produk pipa baja (*defect*) mengakibatkan penurunan produksi pada bulan berikutnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengendalian kualitas produk pipa baja produk pipa baja pada proses *Weld Overlay* dapat memenuhi standar mutu *client* PT Cladtek BI-Metal Manufacturing. Analisa data dilakukan dengan menggunakan peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Adapun analisis faktor penyebab terjadinya *repair* yang tinggi menggunakan *fishbone diagram*. Berdasarkan hasil pengolahan data diatas diketahui bahwa jenis cacat yang di luar batas kendali adalah jenis cacat *Poor profile*, *Cluster porosity*, *Low clad*, *Linear*. Hal tersebut menunjukkan bahwa selama proses *Weld Overlay* berlangsung masih belum memperhatikan standar kualitas perusahaan. Adapun faktor penyebab ketidaksesuaian hasil proses produksi yaitu manusia, mesin, metode kerja, dan material. Berdasarkan kondisi tersebut sebaiknya perusahaan dapat memberikan komitmen dalam mendukung pelaksanaan pengendalian kualitas dalam proses *Weld Overlay* sehingga karyawan dapat bekerja dengan loyalitas dan kepedulian selama proses. Sehingga dapat memberikan dampak terhadap peningkatan produktifitas karyawan yang bekerja di proses *welding overlay*.

**Kata kunci** : *defect*, pengendalian kualitas, *welding overlay*

## ***ABSTRACT***

The demand for piping companies depends on the development of oil and gas industry projects. PT Cladtek BI-Metal Manufacturing is engaged in the manufacturing industry for various jobs concerning metal materials, specifically the process of Cladding, *Weld Overlay* and Lining on carbon steel pipes for industrial use. The quality of steel pipe products in the past four months is low, as indicated by the presence of several types of *defects*. The low quality of steel pipe products (*defects*) resulted in a decrease in production the following month. The purpose of this study was to analyze the quality control of steel pipe products in steel pipe products in the *Weld Overlay* process to meet PT Cladtek BI-Metal Manufacturing's client quality standards. Data analysis is done by using variable control maps and attribute control maps. The analysis of the factors causing high repair using fishbone diagrams. Based on the results of processing the data above it is known that the types of *defects* that are beyond the control limits are the type of *defect Poor profile, Cluster porosity, Low clad, Linear*. This shows that during the *Weld Overlay* process it still does not pay attention to the company's quality standards. The factors that cause the incompatibility of the production process are human, machine, work method, and material. Based on these conditions, the company should be able to make a commitment to support the implementation of quality control in the *Weld Overlay* process so that employees can work with loyalty and care during the process. So that it can have an impact on increasing the productivity of employees who work in the welding overlay process.

***Keywords*** : *defect, quality control, welding overlay*

## KATA PENGANTAR


Puji dan syukur ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengendalian Kualitas Welding Process pada PT Cladtek BI-Metal Manufacturing”.

Penulis telah banyak memperoleh bantuan dan dukungan dari berbagai pihak dalam penyelesaian tugas akhir ini, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak di bawah ini:

1. Ibu Dr. Nur Elfida Husda, S.Kom., M.SI. sebagai rektor Universitas Putera Batam.
2. Bapak Welly Sugianto S.T., M.M sebagai ketua program studi Teknik Industri.
3. Ibu Nofriani Fajrah, S.T., M.T sebagai dosen pembimbing dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Staff Universitas Putera Batam yang mendukung penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Zainal Efendi dan Ibu Erlindawati sebagai kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik moril dan materil.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Industri Angkatan 2014 atas bantuan, dorongan dan semangat selama ini
7. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung dan tidak langsung dalam pembuatan tugas akhir ini

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi perusahaan umumnya, serta bagi kemajuan keilmuan teknik industri. Semoga Allah SWT memberkati usaha yang kita lakukan, Amin.

Batam, 11 Februari 2019



Penulis



# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL DEPAN</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	2
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
1.6.1 Manfaat Teoritis .....	5
1.6.2 Manfaat Praktis .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Teori Dasar .....	8
2.1.1 Proses <i>Welding</i> .....	8
2.1.2 Pengendalian Kualitas .....	10
2.1.3 Peta kendali ( <i>Control Chart</i> ).....	12
2.1.4 Diagram <i>Fishbone</i> .....	15
2.2 Penelitian Terdahulu .....	17
2.3 Kerangka Pemikiran.....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Desain Penelitian.....	20
3.2 Operasional Variabel.....	21
3.3 Populasi dan Sampel .....	21
3.3.1 Populasi .....	21

3.3.2	Sampel.....	21
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	22
3.5	Metode Analisa Data.....	22
3.6	Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	23
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pengumpulan Data .....	24
4.2	Pengolahan Data.....	33
4.2.1	Pengolahan Data Peta Kendali Variabel .....	34
4.2.2	Pengolahan Data Peta Kendali Atribut.....	45
4.2	Identifikasi Sebab Akibat.....	54
4.3	Analisis Sebab Akibat .....	31
4.4	Pembahasan Hasil Penelitian .....	66
4.5	Usulan Perbaikan .....	69
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Simpulan .....	71
5.2	Saran.....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>72</b>
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>LAMPIRAN 1. PENDUKUNG PENELITIAN</b>		
<b>LAMPIRAN 2. DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>		
<b>LAMPIRAN 3. SURAT KETERANGAN PENELITIAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> <i>Fishbone Diagram</i> .....	16
<b>Gambar 2.2</b> Model Kerangka Berfikir.....	19
<b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Penelitian .....	20
<b>Gambar 2.4</b> Model Kerangka Berfikir.....	18
<b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Penelitian .....	19
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Peta Kendali I-MR untuk <i>Defect Poor profile</i> .....	37
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Peta Kendali I-MR untuk <i>Defect Cluster porosity</i> .....	41
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Peta Kendali I-MR untuk <i>Defect Low clad</i> .....	45
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Peta Kendali c untuk <i>Defect Pin hole</i> .....	47
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Peta Kendali c untuk <i>Defect Linear</i> .....	49
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Peta Kendali c untuk <i>Defect Rounded</i> .....	51
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Peta Kendali c untuk <i>Defect Concavity</i> .....	53
<b>Gambar 4.8</b> Fishbone Diagram <i>Poor profile</i> .....	54
<b>Gambar 4.9</b> Fishbone Diagram <i>Cluster porosity</i> .....	58
<b>Gambar 4.10</b> Fishbone Diagram <i>Low clad</i> .....	61
<b>Gambar 4.11</b> Fishbone Diagram <i>Linear</i> .....	63

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1</b>	Jadwal Penelitian..... 23
<b>Tabel 4.1</b>	Jenis <i>Defect</i> Proses Produksi <i>Weld Overlay</i> .....24
<b>Tabel 4.2</b>	Output <i>Defect Poor profile</i> Proses Produksi <i>Weld Overlay</i> .....24
<b>Tabel 4.3</b>	Output <i>Defect Pin hole</i> Proses Produksi <i>Weld Overlay</i> .....26
<b>Tabel 4.4</b>	Output <i>Defect Linear</i> Proses Produksi <i>Weld Overlay</i> .....27
<b>Tabel 4.5</b>	Output <i>Defect Cluster porosity</i> Proses Produksi <i>Weld Overlay</i> .....29
<b>Tabel 4.6</b>	Output <i>Defect Low clad</i> Proses Produksi <i>Weld Overlay</i> .....30
<b>Tabel 4.7</b>	Output <i>Defect Rounded</i> Proses Produksi <i>Weld Overlay</i> .....31
<b>Tabel 4.8</b>	Output <i>Defect Concavity</i> Proses Produksi <i>Weld Overlay</i> .....33
<b>Tabel 4.9</b>	Pengolahan Data <i>Defect Poor profile</i> .....34
<b>Tabel 4.10</b>	Pengolahan Data <i>Defect Cluster porosity</i> ..... 38
<b>Tabel 4.11</b>	Pengolahan Data <i>Defect Low clad</i> .....42
<b>Tabel 4.12</b>	Pengolahan Data <i>Defect Pin hole</i> .....46
<b>Tabel 4.13</b>	Pengolahan Data <i>Defect Linear</i> .....48
<b>Tabel 4.14</b>	Pengolahan Data <i>Defect Rounded</i> .....50
<b>Tabel 4.15</b>	Pengolahan Data <i>Defect Concavity</i> .....52

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Peningkatan permintaan pada industri *oil and gas* memberikan peluang besar bagi perusahaan perpipaan. Permintaan perusahaan perpipaan tergantung pada perkembangan proyek pengeboran minyak (*oil and gas industry*). Perusahaan perpipaan yang memproduksi produk pipa khususnya pipa baja yang digunakan dalam proyek pengeboran minyak. Perusahaan produksi pipa baja memiliki standar mutu yang sangat tinggi, karena menjaga keamanan dan keselamatan kerja bagi proyek pengeboran minyak (*oil and gas industry*). Berdasarkan kondisi tersebut perusahaan produksi pipa baja dituntut untuk melaksanakan proses produksi dengan pengendalian kualitas yang cukup ketat.

Menurut Sandi *et al.* (2017), kebutuhan konsumen pada produk manufaktur yang berkualitas menjadi hal utama bagi setiap perusahaan dalam mengembangkan produknya seperti produk pipa baja (Sandi *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Aravinth *et al.* (2012), pada proses welding TIG pada pipa, juga sering terjadi masalah *defect* seperti *porosity* dan *improper shielding*, sehingga perlu dilakukan *repair* pipa. Oleh karena itu, perlu adanya pengendalian kualitas *defect* pipa.

PT Cladtek BI-Metal Manufacturing bergerak dibidang industri manufaktur untuk berbagai pekerjaan mengenai material logam, khususnya proses *Cladding*,

*Weld Overlay* dan *Lining* pada pipa bajakarbon untuk keperluan industri. PT Cladtek BI-Metal Manufacturing merupakan perusahaan yang memiliki kuota produksi pipa *cladding* terbesar di Indonesia dan juga salah satu yang terbesar di dunia. Untuk meningkatkan dan melayani permintaan pasar, diperlukan untuk lebih meningkatkan kualitas. Perkembangan tersebut menyebabkan persaingan pasar yang ketat dan memerlukan upaya untuk memenangkan persaingan tersebut. Seiring dengan perkembangan industri perpipaan, sehingga mengakibatkan persaingan memenangkan tender proyek dari industri *oil and gas*. Salah satu kunci untuk memenangkan persaingan tersebut adalah perbaikan kualitas.

PT Cladtek BI-Metal Manufacturing menghasilkan 5 jenis produk pipa baja dengan masing-masing standar mutu yang disesuaikan dengan kebutuhan industri *oil and gas*. Berdasarkan data departemen kualitas masih terdapat beberapa unit yang mengalami cacat yang sering terjadi pada proses (*Weld Overlay*). Adapun jenis cacat yang sering terjadi pada proses (*Weld Overlay*) yaitu *pin hole, low clad, poor profile, miss weld bead, concavity, poor workmanship, spater, linear, cluster porosity, rounded, dan cross weld*. Kondisi ini terjadi pada empat bulan terakhir, sehingga mengakibatkan penurunan produksi dan keterlambatan *project*. Hal ini dikarenakan apabila ada temuan *defect* oleh *foreman*, lalu diserahkan ke *quality control*, maka harus dilakukan *repair* hingga sesuai dengan standar mutu.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan penelitian ini, untuk menganalisis pengendalian kualitas produk pipa baja pada PT Cladtek BI-Metal Manufacturing. Berdasarkan analisis pengendalian kualitas pada penelitian ini

diharapkan perusahaan dapat mengetahui *defect* yang terjadi pada produk pipa baja dan pengendalian kualitas yang harus dilaksanakan oleh perusahaan. Selain itu, dengan penelitian ini perusahaan dapat meningkatkan kualitas produk pipa baja sehingga dapat memenuhi standar mutu *client* dan dapat memenuhi jadwal *project*.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dari penelitian ini adalah kualitas produk pipa baja empat bulan terakhir rendah yang ditunjukkan dengan adanya beberapa jenis *defect*. Rendahnya kualitas produk pipa baja (*defect*) mengakibatkan penurunan produksi pada bulan berikutnya. Selain itu, permasalahan kualitas produk yang rendah juga mengakibatkan keterlambatan *project* hingga tiga bulan.

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Data yang dikumpulkan dari bulan November 2017 - Februari 2018.
2. Data yang dikumpulkan data produk pipa baja padaproses *Weld Overlay*.
3. Pengukuran kualitas produk pipa baja dengan menggunakan metode *Statistical Quality Control* yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut.
4. Analisis sebab akibat produk pipa baja yang *defect* menggunakan *Fishbone Diagram*.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, diketahui perumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah kualitas produk pipa baja pada proses *Weld Overlay* di PT Cladtek BI-Metal Manufacturing berada pada batas kendali standar mutu *client*.

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan identifikasi masalah dan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas produk pipa baja pada proses *Weld Overlay* di PT Cladtek BI-Metal Manufacturing agar dapat memenuhi batas kendali standar mutu *client*.

#### **1.6 Manfaat Penelitian**

##### **1.6.1 Manfaat Teoritis**

Adapun manfaat teoritis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan teori tentang pengendalian kualitas.
2. Pengembangan konsep mengenai pendekatan peta kontrol variabel.

##### **1.6.2 Manfaat Praktis**

Adapun manfaat praktis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Objek Penelitian

Terdapat 2 manfaat bagi objek penelitian yaitu:

- a. Sebagai masukan untuk meningkatkan kualitas produk pipa baja.



- b. Dapat memberikan informasi guna meningkatkan produktivitas proses *Weld Overlay*.

2. Bagi Universitas Putera Batam

Terdapat 2 manfaat bagi Universitas Putera Batam yaitu:

- a. Menjadi referensi metodologi bagi mahasiswa Universitas Putera Batam dalam melakukan penelitian dengan topik yang sama.
- b. Menjadi penelitian terdahulu bagi mahasiswa Universitas Putera Batam dalam melakukan penelitian dengan topik yang sama.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Dasar**

Sub Bab ini akan membahas mengenai tinjauan pustaka dari proses *welding*, konsep pengendalian kualitas, peta kontrol variabel, peta kontrol atribut dan diagram *fishbone*.

##### **2.1.1 Proses *Welding***

*Welding* (pengelasan) adalah proses menyatukan dua atau lebih bagian materil bersama-sama dengan menyatukan atom-atom dari setiap bagian sedemikian rupa sehingga terjadi ikatan atom, yaitu sekering yang terpisah bersama-sama untuk membentuk satu material. (Ruane dan T P O'Neill, 2004)

Proses ini tidak terbatas pada logam, banyak bahan seperti plastik dan kaca juga bisa dilas. Pengelasan pertama yang dilakukan disebut *forge welding*. Seperti namanya, itu digunakan dalam bengkel atau pandai besi oleh pembuat besi. Metode ini melibatkan memanaskan potongan-potongan besi untuk bergabung ke panas merah dan memalu mereka bersama-sama. Karena tidak ada peleburan bahan yang terlibat, proses ini disebut pengelasan fase padat panas atau pengelasan dengan tekanan. (Ruane dan T P O'Neill, 2004)

*Fussion welding* (pengelasan fusi) adalah proses alternatif untuk pengelasan dengan tekanan. Pengelasan dengan tekanan digunakan untuk mendapatkan sambungan las antara dua bahan tanpa melelehkannya. Prosesnya melibatkan

penggunaan tekanan tinggi untuk membawa bahan ke dalam kontak yang cukup dekat untuk mendapatkan ikatan atom. Untuk mencapai ikatan atom, tekanan yang diaplikasikan harus menyebabkan deformasi plastis permukaan yang dilas untuk memecah dan menghilangkan oksida pada permukaan. Lasan diperoleh dengan difusi atom diikuti oleh pertumbuhan kristal di permukaan yang bergabung. (Ruane dan T P O'Neill, 2004)

Aplikasi panas, atau pembentukan panas akibat efek gesekan, memiliki efek mengurangi jumlah deformasi plastis yang diperlukan untuk menghasilkan ikatan. Pengelasan dengan tekanan memiliki input panas yang rendah jika dibandingkan dengan pengelasan *fusion*, ini menguntungkan bagi banyak aplikasi pengelasan. Pengelasan dengan tekanan juga dapat bergabung bersama logam yang berbeda yang sulit untuk dilas dengan proses pengelasan *fusion*. Namun, proses pengelasan *fusion* lebih banyak digunakan daripada proses pengelasan yang terlibat dengan tekanan. (Ruane dan T P O'Neill, 2004)

Proses *fusion* bergantung pada sifat-sifat bahan cair untuk dengan mudah membentuk ikatan atom. ketika suatu bahan melelehkan struktur kisi yang membentuk bahan tersebut dihancurkan, memungkinkan atom untuk dengan mudah bercampur. Setelah pendinginan dan solidifikasi, atom-atom membentuk kembali menjadi struktur kisi baru. Struktur ini mungkin berbeda dengan kisi asli karena berbagai alasan, termasuk laju pemanasan, suhu yang dicapai, laju pendinginan, dan penambahan apa pun yang dibuat pada bahan cair. Oleh karena itu lasan jadi mungkin memiliki sifat yang sangat berbeda dari bahan induk. (Ruane dan T P O'Neill, 2004)

Proses pengelasan *fussion* memerlukan aplikasi panas lokal untuk membawa material ke suhu di mana ia akan melebur, untuk baja ini sekitar 1400°C hingga 1500°C. Suhu dalam kolam lasan lebur mungkin dalam kisaran 2500°C sampai 3000°C. suhu rata-rata di busur adalah 6000°C. Energi panas ini dibuang ke atmosfer sekitar dan bahan induk di kedua sisi lasan. (Ruane dan T P O'Neill, 2004)

Penambahan pada lasan dapat dilakukan secara tidak sengaja dengan memaparkan bahan cair ke atmosfer. Gas-gas yang membentuk udara (terutama nitrogen dan oksigen) mudah dikombinasikan dengan logam cair dan nitrida dan oksida yang tidak diinginkan dapat dibentuk. Oleh karena itu diinginkan untuk melindungi logam las yang meleleh dari udara, sebagian besar proses pengelasan *fussion* menggabungkan sistem untuk melindungi kolam las dari kontaminasi atmosfer. (Ruane dan T P O'Neill, 2004)

### **2.1.2 Pengendalian Kualitas**

Menurut Gasperz (2001), kualitas merupakan suatu parameter penting yang perlu diperhatikan oleh perusahaan dalam meningkatkan daya saing produk yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan oleh kualitas menjadi pertimbangan tolok ukur nilai yang akan diperoleh konsumen dari biaya yang mereka keluarkan. Kualitas adalah segala sesuatu yang memberikan nilai sehingga dapat memenuhi atau memuaskan kebutuhan dan keinginan konsumen, dimana terpenuhinya spesifikasi konsumen terhadap produk maupun jasa yang dihasilkan.

Menurut Handayani (2009), pengendalian kualitas merupakan jaminan suatu produk atau jasa yang dihasilkan produsen standar yang telah ditetapkan perusahaan diperlukan suatu manajemen yang baik dari perusahaan. Manajemen tersebut mencakup semua sumber daya yang ada di perusahaan dan semua aktivitas yang mendukung terciptanya suatu produk yang berkualitas baik. Untuk mengurangi terjadinya produk cacat maka perlu adanya pengawasan kualitas. Bila suatu produk atau jasa yang dihasilkan perusahaan baik, maka perusahaan memiliki citra baik di mata konsumen serta perusahaan mendapatkan kepercayaan konsumen untuk mengkonsumsi produk yang dihasilkan perusahaan tersebut. Oleh sebab itu, untuk menghasilkan suatu produk atau jasa yang berkualitas baik diperlukan adanya pengendalian kualitas. Dengan adanya pengendalian kualitas yang baik perusahaan dapat mengetahui adanya suatu kesalahan sedini mungkin pada proses produksi, sehingga dapat dihindari adanya produk cacat dan tidak sesuai dengan standar perusahaan (Handayani, 2009).

Sedangkan fungsi pengendalian kualitas mengandung pelaksanaan, pengukuran dan pola tindakan korektif yang meyakinkan tercapainya tujuan secara luas akibat pengendalian, sebagai berikut :

1. Melakukan pengukuran pelaksanaan tujuan atau rencana kegiatan kebijakan yang telah diterapkan terlebih dahulu
2. Menganalisis pelaksanaan kegiatan, tujuan, rencana dan kebijakan untuk mencari penyebabnya
3. Mempertimbangkan alternatif atas dasar arah tindakan yang dapat diambil dapat mengoreksi semua gejala-gejala yang ada didalamnya

4. Menilai dan melengkapi alternatif yang baik dan sesuai dengan kemampuan di dalam pengendalian kualitas yang baik tentang hasil rencana dan kebijakan tentang pengendalian kualitas yang dapat dikomunikasikan dengan baik dan lengkap.

### **2.1.3 Peta Kendali (*Control Chart*)**

Peta kendali merupakan sebuah alat grafik yang digunakan untuk melakukan pengawasan dari sebuah proses yang sedang berjalan. Nilai dari karakteristik kualitas diplot sepanjang garis vertikal, dan garis horizontal mewakili sampel atau subgrup (berdasarkan waktu) di mana karakteristik dari kualitas ditemukan (Montgomery, 2009).

Peta kendali digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan dengan cara menetapkan batas-batas kendali:

- 1) *Upper control limit*/batas kendali atas (UCL) Merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan.
- 2) *Central line*/garis pusat atau tengah (CL) Merupakan garis yang melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel.
- 3) *Lower control limit*/batas kendali bawah (LCL) Merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

#### **a. Peta Kendali Variabel**

Peta kendali variabel adalah peta kendali dimana data yang dikumpulkan dan akan dianalisis adalah data variabel (hasil pengukuran dengan alat ukur). Peta

kendali variabel digunakan untuk pengukuran produk yang karakteristik kualitasnya dapat diukur secara kuantitatif. Seperti : ketebalan, panjang, berat, diameter, dan volume. Peta kendali variabel biasanya digunakan untuk pengendalian proses yang berhubungan dengan sebuah mesin (Besterfield, 2009).

Peta kendali variabel dibagi menjadi (Besterfield, 2009):

1. Peta kendali rata – rata ( $\bar{X}$  chart)

Digunakan untuk mengetahui rata – rata pengukuran antar subgrup yang diperiksa.

2. Peta kendali rentang ( $R$  chart)

Digunakan untuk mengetahui besarnya rentang atau selisih antara nilai pengukuran yang terbesar dengan nilai pengukuran terkecil di dalam subgrup yang di periksa.

Menurut (Montgomery, 2009), Peta kendali  $\bar{X}$  menggambarkan apakah perubahan telah terjadi dalam ukuran titik pusat (central tendency) atau rata-rata dari suatu proses. Dan peta kendali  $R$  menggambarkan apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran variasi, dengan demikian berkaitan dengan perubahan homogenitas produk yang dihasilkan melalui suatu proses. Biasanya peta kendali  $\bar{x}$  dan  $R$  digunakan untuk pengamatan yang mempunyai jumlah sampel banyak. Rumus yang digunakan menghitung rata-rata dan bataskontrol sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

=rata-rata pengukuran untuk setiap kali observasi

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{k}$$

=Garis pusat peta pengendalian rata-rata

$R1 = X_i \text{ max} - X_i \text{ min} = \text{jangkauan}$

$R =$  = garis pusat untuk peta pengendali jarak

$UCL = + A_2R$

$LCL = -A_2R$

$UCLR = D_4R$

$LCLR = D_3R$

### **b. Peta Kendali Atribut**

Peta kendali atribut merupakan peta kendali yang digunakan untuk kualitas produk yang dapat dibedakan dalam karakteristik baik atau buruk, berhasil atau gagal tetapi dapat di hitung. *Control chart* digunakan untuk karakteristik kualitas yang tidak mudah dinyatakan dalam bentuk numeric (Besterfield, 2009)

Peta kendali atribut dibagi menjadi 2, yaitu (Besterfield, 2009):

#### 1. Peta kendali kerusakan (*p chart*)

Merupakan peta kendali yang digunakan untuk menganalisis banyaknya barang yang ditolak yang di temukan dalam pemeriksaan atau sederetan pemeriksaan terhadap total barang yang diperiksa.

#### 2. Peta kendali ketidaksesuaian (*C chart*)

Merupakan peta kendali yangdigunakan untuk menganalisis dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian dengan spesifikasi.



Dalam penelitian ini untuk menganalisis data yang digunakan adalah peta kendali (*C chart*). Diagram C digunakan untuk menunjukkan jumlah ketidaksesuaian suatu unit seperti unit *defect*, pipa, dll. Diagram C bertujuan menghitung jumlah *defect* unit produk yang tetap. Contohnya menghitung jumlah kerusakan pada tiap pipa dari beberapa sampel.

Garis tengah (*Central line*) :

$$\bar{c} = \frac{\text{Jumlah Produk deffective}}{\text{Jumlah Produk diobservasi}}$$

Garis batas untuk c :

$$UCL = \bar{c} + 3Sc$$

$$LCL = \bar{c} - 3Sc$$

#### **2.1.4. Diagram *Fishbone***

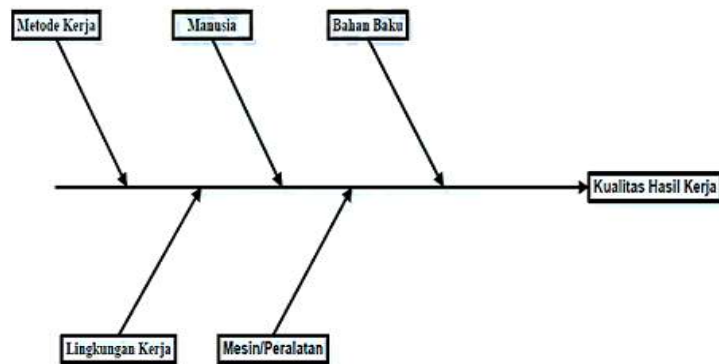
Diagram sebab akibat adalah gambar pengubahan dari garis dan simbol yang didesain untuk mewakili hubungan yang bermakna antara akibat dan penyebabnya. Dikembangkan oleh Dr. Kouru Ishikawa pada tahun 1943 dan terkadang dikenal dengan diagram Ishikawa. Diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan analisis yang lebih terperinci untuk menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian dan kesenjangan yang ada. Diagram sebab akibat dapat digunakan apabila pertemuan diskusi dengan menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi, diperlukan analisis lebih terperinci dari suatu masalah dan terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dan akibat. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja maka orang akan

selalumenapatkan bahwa lima faktor penyebab utama signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu (Hasriyono, 2009):

1. Manusia (*Man*)
2. Metode Kerja (*WorkMethod*)
3. Mesin/Peralatan Kerja Lainnya (*Machine/Equipment*)
4. Bahan Baku (*RawMaterial*)

Diagram sebab akibat seperti Gambar 3 dapat digunakan untuk mengetahui beberapa hal yaitu:

1. Untuk menyimpulkan sebab-akibat variasi dalam proses
2. Untuk mengidentifikasi kategori dan sub-kategori sebab-sebab yang mempengaruhi karakteristik kualitas tertentu.



**Gambar 2.1** *Fishbone Diagram* (Rahayu, 2014)

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dari penelitian ini mengenai pengendalian kualitas. Selain itu, penelitian terdahulu yang digunakan mengenai penggunaan pendekatan

peta kontrol dalam analisis pengendalian kualitas. Adapun penelitian terdahulu dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

Penelitian mengenai pengendalian kualitas juga telah dilakukan oleh Amrina dan Fajrah (2015). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis ketidaksesuaian produk air minum kemasan botol 600 ml merek PRIM-A. Kemudian *diagram fishbone* digunakan untuk menganalisis penyebab ketidaksesuaian produk. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat data yang keluar batas kontrol dan sebagian besar produk berada didekat garis tengah dari Peta kendali p. Dari *diagram fishbone* didapatkan bahwa faktor manusia, mesin, bahan baku, metode, dan lingkungan merupakan penyebab ketidaksesuaian produk air minum kemasan botol 600 ml merek PRIM-A (Amrina & Fajrah, 2015).

Penelitian terdahulu mengenai usulan perbaikan kualitas produk pipa baja las spiral menggunakan metode six sigma berdasarkan *design of experiment* di PT XYZ yang telah dilakukan oleh Sandi *et al.* (2017). Penelitian tersebut membahas mengenai permasalahan pipa hasil produksi dari beberapa karakteristik yang berpotensi terjadinya cacat atau disebut dengan *critical to quality* dengan jumlah kecacatan sebanyak 131. Penelitian tersebut menggunakan perhitungan nilai rata-rata tingkat kemampuan sigma dan klasifikasinya pada produk pipa baja las spiral di PT XYZ. Berdasarkan hasil penelitian diketahui, tingkat kemampuan sigma yang telah dicapai PT XYZ sebesar 3,608. Kondisi tersebut disebabkan oleh faktor mesin yang memiliki resiko paling tinggi menyebabkan kecacatan dominan (*high-low*).

Penelitian lainnya telah membahas mengenai analisis *defect* pada pengelasan dengan *gas shielded arc* pada baja AISI1040 dengan pendekatan metode Taguchi yang dilakukan oleh Kishore *et al.* (2010). Kishore *et al.* (2010) meneliti material welding seperti baja yang masih mengalami *defect* khususnya pada baja AISI1040. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kontribusi dari beberapa parameter kecacatan memberikan pengaruh yang rendah kepada produk *defect*.

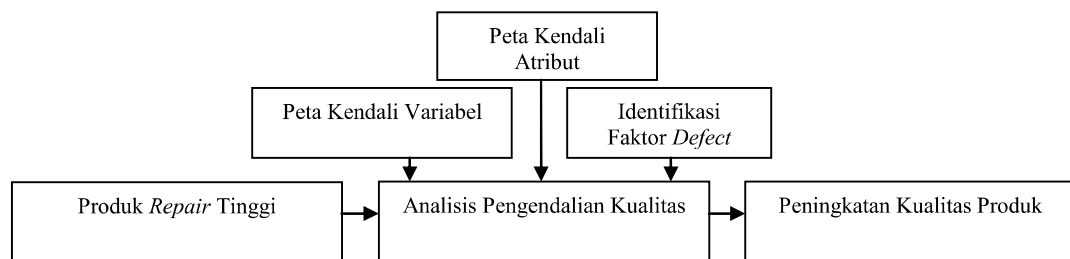
Penelitian berikutnya membahas mengenai mengurangi *defect welding* dengan menggunakan metode Six Sigma yang dilakukan oleh Soni *et al.* (2013). Soni *et al.* (2013) meneliti kualitas dan perbaikan produktivitas pada perusahaan manufaktur dengan melakukan studi kasus. Penelitian tersebut menggunakan aplikasi DMAIC yang memberikan kerangka untuk mengidentifikasi, menghitung, dan mengeliminasi sumber variasi pada proses. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kinerja perusahaan meningkat menjadi lebih baik setelah penerapan DMAIC, memperoleh kepuasan pelanggan dan dapat mengeliminasi *defect*.

Penelitian mengenai pengendalian kualitas juga dilakukan oleh Aravinth *et al.* (2012) yang membahas analisis efek dan mode kegagalan proses pada proses *welding TIG* dengan pendekatan studi kasus. Penelitian ini mengidentifikasi nilai prioritas *defect* yang terjadi pada proses *welding TIG* dengan menghitung nilai RPN. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa nilai RPN tertinggi pada *defect porosity* yang menyebabkan resiko tertinggi.

Penelitian berikutnya mengenai pengendalian kualitas proses *welding* yang dilakukan oleh Raazick *et al.* (2016) dengan judul mengurangi *defect* pada proses *welding arc* dengan menggunakan diagram sebab akibat. Penelitian ini membahas mengenai proses *welding* dan beberapa jenis *defect* yang terjadi pada proses *welding* sehingga perlu adanya pengujian kualitas *welding*. Berdasarkan hasil penelitian diketahui tingkat *defect* tertinggi terjadi karena rendahnya keahlian pekerja dan standar produksi yang tidak tepat.

### 2.3 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dari penelitian ini adalah kualitas produk pipa baja yang masih rendah karena banyaknya produk *repair*. Oleh karena itu, perlu dianalisis pengendalian kualitas produk pipa baja pada proses *Weld Overlay* di PT Cladtek BI-Metal Manufacturing. Analisis pengendalian kualitas dilakukan dengan menggunakan pendekatan peta kontrol variabel, pengukuran kapabilitas proses dan identifikasi faktor *defect*



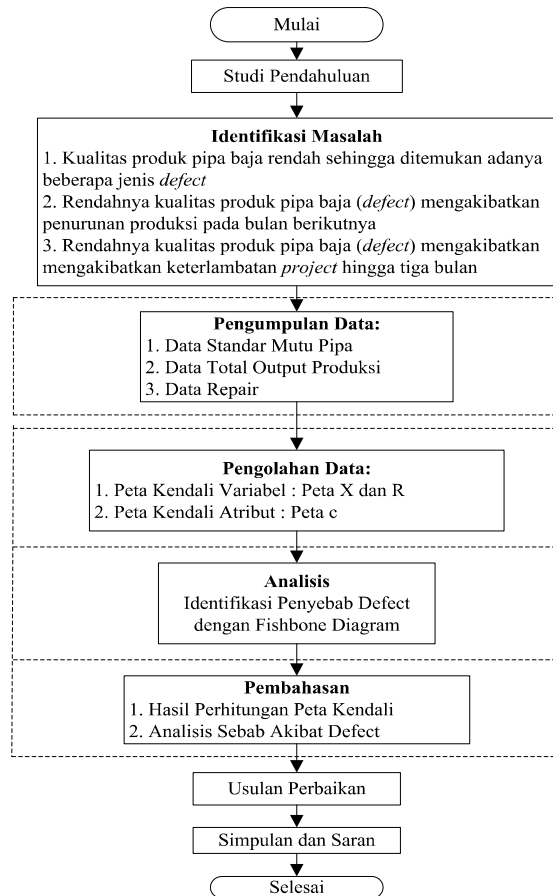
**Gambar 2.2** Model Kerangka Berfikir

# BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Desain Penelitian

Adapun desain penelitian menggambarkan tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Gambar 3.1 akan menunjukkan *flowchart* penelitian ini.



**Gambar 3.1** *Flowchart* Penelitian

### **3.2 Operasional Variabel**

Operasional variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis pengendalian kualitas produk pipa baja pada PT Cladtek BI-Metal Manufacturing. Adapun operasional variabel dari penelitian ini adalah variabel independen yaitu kualitas produk pipa baja terhadap beberapa jenis *defect* yang terjadi pada produk pipa baja. Sedangkan variabel dependen dari penelitian ini yaitu pengendalian kualitas produk pipa baja.

### **3.3 Populasi dan Sampel**

#### **3.3.1 Populasi**

Populasi sebagai objek generalisasi yang akan dibahas dalam penelitian. Adapun populasi dari penelitian ini adalah seluruh hasil produksi pipa baja pada proses *Weld Overlay* periode November 2017 – Februari 2018.

#### **3.3.2 Sampel**

Adapun sampel dari penelitian ini adalah produk pipa baja dari proses *Weld Overlay* yang mengalami *defect* tertinggi. Teknik pengambilan sampel dari penelitian ini adalah *non-probability sampling* yaitu dengan metode *purposive sampling*. Metode ini digunakan karena sampel penelitian yang digunakan terhadap data proyek pipa yang terakhir.

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah observasi untuk mengumpulkan data kuantitatif berupa data sekunder. Data sekunder diperoleh langsung dari data historis perusahaan. Data *output* produksi, jumlah *repair* dan data standar mutu perusahaan digunakan sebagai data analisis pada peta kendali variabel dan peta kendali atribut.

### 3.5 Metode Analisis Data

Teknik analisa data untuk penelitian ini adalah analisis kuantitatif dari data hasil pengukuran. Analisa data dilakukan dengan menggunakan peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Adapun analisis faktor penyebab terjadinya *repair* yang tinggi menggunakan *fishbone diagram*.

Peta kendali variabel yang digunakan adalah peta kendali X dan peta kendali R. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\text{Moving Range (MR)} = |x_i - x_{i-1}|$$

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{i=2}^n MR_i}{n - 1}$$

$$UCL_{MR} = D_4 \cdot \overline{MR}$$

$$LCL_{MR} = D_3 \cdot \overline{MR}$$

$$UCL_x = \bar{X} + 3 \cdot \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

$$LCL_x = \bar{X} - 3 \cdot \frac{\overline{MR}}{d_2}$$



