

**PENGARUH PREHEAT DENGAN PENGELASAN  
CARBON STEEL TERHADAP KEKUATAN TARIK  
MENGACU PADA STANDAR ASME**

**SKRIPSI**



**Oleh:**

**Ikayana Solihin**

**140410068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PUTERA BATAM**

**TAHUN 2018PENGARUH PREHEAT DENGAN  
PENGELASAN CARBON STEEL TERHADAP  
KEKUATAN TARIK MENGACU PADA STANDAR  
ASME**

**SKRIPSI**



**Oleh:**

**Ikayana Solihin**

**140410068**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PUTERA BATAM  
TAHUN 2018**

## SURAT 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, 05 Februari 2018  
Yang membuat pernyataan,

**Ikayana Solihin**  
140410068

**PENGARUH PREHEAT DENGAN PENGELASAN  
CARBON STEEL TERHADAP KEKUATAN TARIK  
MENGACU PADA STANDAR ASME**

**SKRIPSI**

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

**Oleh**

**Ikayana Solihin  
140410068**

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

**Batam, 05 Februari 2018**

**Adi Nugroho, S.T., M.Eng.**

**Pembimbing**

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapakah kekuatan yang dihasilkan dari baja karbon yang telah melalui proses *preheat* dengan pengelasan *carbon steel SA-350M LF2* dengan ketebalan material 30mm menggunakan metode pengelasan SMAW dengan Ampere 115-160, Volt 25-26, Travel Speed 6-7 cm/s dan Heat Input 24.6-35.6 KJ/cm, sambungan las yang digunakan adalah sambungan las tumpul (*Butt Weld Joint*) dengan alur berbentuk V tunggal serta *Filler metal* (bahan tambah) yang digunakan adalah LB-62. Masalah yang dapat diambil yaitu berapakah kekuatan tarik *carbon steel SA-350M LF2* ketika diberikan perlakuan *preheat*. Kemudian untuk pengujian yang dilakukan dengan pengujian merusak yaitu pengujian kekuatan tarik untuk mengetahui kekuatan hasil sambungan las dengan dimensi spesimen uji sesuai standar ASME Sec.IX. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimal tertinggi pada specimen T1 dengan suhu 90°C yaitu dengan nilai 653,72 Mpa, sedangkan nilai tegangan tarik maksimal terendah pada specimen T2 dengan suhu 45°C yaitu dengan nilai 538,14 Mpa dan masuk dalam acuan pada ASME Sec.IX.

**Kata kunci :** *Preheat, Pengelasan SMAW, Kekuatan Tarik , ASME Section IX*

### ***ABSTRACT***

This study aims to know what the power generated from carbon steel that has gone through the process of *preheat* welding the *carbon steel SA-350M LF2* material with a thickness of 30mm SMAW welding method with 115-160 Ampere, Volt 25-26, Traveling Speed 6-7 cm / s and Heat Input 24.6-35.6 KJ / cm, weld joints used are butt weld joint with a V-shaped groove singles and *filler metal* (additive) used is LB-62. Problems that can be taken is what is the tensile strength of *carbon steel SA-350M* awarded LF2 when treatment preheat. Then to tests performed by destructive testing is tensile strength test to determine the strength of the weld joint result of the test specimen with dimensions according to ASME standards Sec.IX. The results showed that the highest maximum tensile stress on the specimens T1 with a temperature of 90°C with a value 653.72 MPa, while the lowest maximum tensile stress value at T2 specimen with a temperature of 45°C with a value 538.14 MPa and included in the benchmark ASME Sec.IX.

***Keywords: Preheat, Welding SMAW, Tensile Strength, ASME Section IX***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan krpada 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. Ibu Nur Elfi Husda, S.Kom., M.M. selaku Rektor Universitas Putera Batam.
2. Pak Ganda Sirait, S.Si., M.SI. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Putera Batam.
3. Pak Welly Sugianto, S.T., M.M. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.
4. Pak Adi Nugroho, S.T., M.Eng selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.
5. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.
6. Keluarga besar saya, orang tua saya, adik saya terima kasih atas do'a dan restu, serta kesabaran, kasih sayang, didikan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis selama ini.
7. Terima kasih kepada istri saya tercinta, Sinta atas dukungan dan bantuan serta motivasinya dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini.
8. Pimpinan PT Toyo Kanetsu Indonesia.

9. Seluruh staff karyawan dan karyawan pada departemen welding yang telah membantu dan mendukung dalam penelitian ini.
10. Terima kasih kepada teman –teman seperjuangan di fakultas teknik khususnya Teknik Industri yang telah memberikan dukungan, motivasi, saran, bantuan serta do'a dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta taufik-Nya, Amin.

Batam, 05 Februari 2018

Penulis (Ikayana solihin)

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL DEPAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Konsep Teoritis.....	5
2.1.1 Pengelasan .....	5
2.1.2 Prosedur dan Teknik Pengelasan .....	6
2.1.3 Pengelasan <i>SMAW (Shielding Metal Arc Welding)</i> .....	7
2.1.4 Elektroda terbungkus ( <i>fluks</i> ).....	8
2.1.5 Bagian Dari Pengelasan <i>SMAW (Shielding Metal Arc Welding)</i> .....	9
2.1.6 <i>ASME Sec.IX</i> .....	10

2.1.7 <i>Preheat</i> .....	11
2.1.8 Uji Tarik.....	12
2.2 Penelitian Terdahulu.....	14
2.3 Kerangka Berfikir .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Bahan .....	19
3.2 Alat .....	19
3.3 Design Penelitian.....	20
3.4 Populasi dan Sampel.....	21
3.5 Proses Pelaksanaan Penelitian .....	21
3.5.1 Pembuatan Kampuh V .....	21
3.5.2 Pengelasan .....	22
3.5.3 Pembuatan Spesimen Uji.....	22
3.6 Teknik Pengumpulan Data .....	23
3.7 Metode analisis data .....	23
3.8 Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	24
3.8.1 Lokasi Penelitian.....	24
3.8.2 Jadwal Penelitian.....	24
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1 Deskripsi Objek Penelitian .....	26
4.1.1 Profil Singkat Perusahaan.....	26
4.1.2 Aktifitas Kegiatan Pada PT.Toyo Kanetsu Indonesia .....	27
4.2 Analisis Hasil Pengujian Kekuatan Tarik.....	32
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan.....	39
5.1 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>40</b>

## **LAMPIRAN**

**Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup**

**Lampiran 2. Surat Keterangan Penelitian**

**Lampiran 3. Perhitungan Kekuatan Tarik**

**Lampiran 4. Sertifikat Material**

**Lampiran 5. Prosedur Pengelasan**

**Lampiran 6. Foto Kegiatan**

**Lampiran 7. Data Hasil Pengujian**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b>	Proses Pengelasan SMAW ..... 8
<b>Gambar 2.2</b>	Elektroda ..... 9
<b>Gambar 2.3</b>	Aplikasi Prapanas ..... 11
<b>Gambar 2.4</b>	Regangan ..... 13
<b>Gambar 2.5</b>	Kerangka Berfikir ..... 18
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alur Penelitian ..... 20
<b>Gambar 3.2</b>	Kampuh V Tunggal ..... 21
<b>Gambar 3.3</b>	Spesimen Uji Tarik Mengacu Standar ASME Sec. IX 2015 ..... 22
<b>Gambar 3.4</b>	Gambar Spesimen Uji Tarik ..... 23
<b>Gambar 4.1</b>	Profil Perusahaan ..... 26
<b>Gambar 4.2</b>	Kampuh V Tunggal ..... 27
<b>Gambar 4.3</b>	Proses <i>Preheat</i> ..... 28
<b>Gambar 4.4</b>	Proses Pengelasan ..... 29
<b>Gambar 4.5</b>	Material Setelah dilas ..... 29
<b>Gambar 4.6</b>	Material Setelah Dipotong ..... 30
<b>Gambar 4.7</b>	Spesimen Sebelum Pengujian ..... 30
<b>Gambar 4.8</b>	Pengujian Tarik ..... 31
<b>Gambar 4.9</b>	Spesimen Setelah Pengujian ..... 31
<b>Gambar 4.10</b>	Data Hasil Pengujian Tarik ..... 32
<b>Gambar 4.11</b>	Grafik Preheat 45 °C Spesimen T1 ..... 33
<b>Gambar 4.12</b>	Grafik Preheat 45 °C Spesimen T2 ..... 34
<b>Gambar 4.13</b>	Grafik Preheat 90 °C Spesimen T1 ..... 35
<b>Gambar 4.14</b>	Grafik Preheat 90 °C Spesimen T2 ..... 36
<b>Gambar 4.15</b>	Grafik Uji Kekuatan Tarik ..... 37
<b>Gambar 4.16</b>	Tabel Kualifikasi Logam Kekuatan Tarik ..... 38

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1</b>	Komposisi Kimia Carbon Steel SA350M LF2 (%) ..... 19
<b>Tabel 3.2</b>	Komposisi Kimia Filler Metal LB-62 (%) ..... 19
<b>Tabel 3.3</b>	Jadwal Penelitian..... 25
<b>Tabel 4.1</b>	Procedure Qualification Record ..... 28
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Pada PT. Hi-Test..... 37

## DAFTAR RUMUS

	Halaman
<b>Rumus 2.1</b> Tegangan Tarik .....	13

# **BABI**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi produksi dan bahan baku logam tidak dapat dipisahkan dari pemanfaatan teknologi pengelasan. Sehingga boleh dikatakan hampir tidak ada logam yang tidak dapat dilas (Naharuddin, 2015). Pada waktu ini teknik las telah dipergunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin (Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008:1). Luasnya penggunaan teknologi ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan mempergunakan teknik penyambungan ini menjadi lebih ringan dan proses pembuatannya juga lebih sederhana, sehingga biaya keseluruhannya menjadi lebih murah (Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008:1).

Berdasarkan definisi *Deutche Industri Normen (DIN)* pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan pada saat logam dalam keadaan cair (Yassyir Maulana, 2016). Sekarang ini pengelasan merupakan pelaksanaan pekerjaan yang amat penting dalam teknologi produksi dengan bahan baku logam. Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut (Naharuddin, 2015). Faktor produksi pengelasan adalah proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi : pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Naharuddin, 2015).

Pada struktur hasil pengelasan banyak tidak disadari bahwa akan terjadi tegangan sisa setelahnya. Tegangan sisa yang ekstrim akan menimbulkan perubahan bentuk permanen, bahkan akan menjadikan hasil pengelasan menjadi retak. Tegangan sisa tidak bisa terlihat maupun terukur, tegangan sisa bisa dilihat dengan cara menganalisis struktur mikro hasil las yang disebut dengan *Non-*

*Destructive Test (NDT)* dan dengan cara merusaknya atau dikenal dengan sebutan *Destructive Test (DT)*.

Penggunaan *preheat* ketika pengelasan baja dilakukan karena sejumlah alasan, dan ini membantu memahami mengapa *preheat* sering ditetapkan lebih dulu (The Welding Institute, 2010). Secara umum, material yang lebih tebal membutuhkan suhu *preheat* yang lebih tinggi, tetapi untuk setaraan karbon dan energi busur/input panas tertentu, suhu *preheat* diperkirakan tetap sama untuk ketebalan dinding hingga kurang dari 20mm (The Welding Institute, 2010).

PT. Toyo Kanetsu Indonesia adalah salah satu fabrikasi konstruksi tangki penyimpanan minyak, yang mana dalam pembuatan tangki minyak PT. Toyo Kanetsu Indonesia menggunakan material tebal yang lebih dari 30mm, untuk menggunakan produk tersebut, PT. Toyo Kanetsu Indonesia menggunakan plat Carbon Steel setebal 30mm. Alasan perusahaan menggunakan plat ini adalah untuk memenuhi permintaan konsumen, namun pada standar ASME ditetapkan material yang lebih tebal dari 20mm tanpa *preheat* dapat berpotensi retak pada produk yang akan dibuat.

Adapun mengapa *preheat* dilakukan untuk material yang tebal (*Thicker Material*), yaitu untuk memperlambat laju pendinginan las, mengurangi resiko pembentukan mikrostruktur yang mengeras, memberi kesempatan hidrogen yang terserap agar terdifusi, mengurangi potensi retak, memperbaiki keseluruhan karakteristik fusi selama pengelasan, memastikan pemuaian dan pengerutan yang lebih seragam, menurunkan tegangan antara lasan dan material induk (The Welding Institute, 2010).

Untuk memiliki kualitas yang Qualified dan memberi jaminan Kualitas International, perusahaan menggunakan standar ASME Sec IX yaitu berkaitan dengan baja bertekanan (*Pressure Vessel*) sesuai dengan produk yang dibuat oleh PT. Toyo Kanetsu Indonesia yaitu konstruksi tangki penyimpanan minyak, maka

dari itu perusahaan menggunakan material yang sudah ditetapkan ASME Sec.IX untuk produk yang bertekanan, salah satunya yaitu dengan material SA-350M LF2, mulai dari material yang tipis (*Thinner Material*) hingga material yang tebal (*Thicker Material*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *preheat* yang memproduksi baja karbon yang memiliki ketebalan 30mm. Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat mengetahui kekuatan tarik yang bisa di aplikasikan pada produk tangki.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas, maka dapat diidentifikasi masalah yaitu tebalnya material yang lebih dari 20mm membutuhkan suhu preheat yang lebih tinggi.

## 1.3 Rumusan Masalah

Dari latar belakang dan identifikasi masalah diatas, rumusan masalah yang dapat diambil yaitu berapakah kekuatan tarik *carbon steel SA-350M LF2* ketika diberikan perlakuan *preheat*.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus,sempurna, dan mendalam maka penelitian yang dilakukan perlu dibatasi yaitu :

- a. Material yang akan digunakan dalam penelitian adalah *carbon steel SA-350M LF2*.
- b. Pengelasan *carbon steel SA-350M LF2* menggunakan metode pengelasan SMAW dengan Ampere 115-160, Volt 25-26, Travel Speed 6-7 cm/s dan Heat Input 24.6-35.6 KJ/cm.

- c. Jenis sambungan las yang digunakan adalah sambungan las tumpul (*Butt Weld Joint*) dengan alur berbentuk V tunggal.
- d. *Filler metal* yang digunakan adalah *LB-62*
- e. Pengujian dilakukan dengan uji tarik untuk mengetahui kekuatan hasil sambungan las dengan dimensi spesimen uji sesuai standar *ASME Sec.IX*.

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Untuk mengetahui berapakah kekuatan yang dihasilkan dari baja karbon yang telah melalui proses *preheat*.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat bagi pembacanya. Manfaat dari penelitian ini diantaranya adalah manfaat teoritis dan manfaat praktis. Manfaat teoritis dan manfaat praktis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Manfaat Teoritis:
  - 1. Agar dapat menambah wawasan dan kemampuan berfikir mengenai penerapan kapan harus dilakukan *preheat* dan tanpa *preheat*.
  - 2. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai sarana dalam mencari sebab masalah atau kegagalan yang terjadi.
  - 3. Agar dapat dijadikan sebagai strategi dalam melakukan pengujian
- b. Manfaat Praktis:
  - 1. Memberikan rekomendasi pengaturan temperatur yang tepat untuk mendapatkan kekuatan tarik yang sesuai.
  - 2. Sebagai informasi untuk meningkatkan pengetahuan dalam bidang pengelasan dan pengujian bahan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Konsep Teoritis**

##### **2.1.1 Pengelasan**

Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energy panas, maka logam yang disekitar daerah las mengalami perubahan struktur metalurgi, deformasi dan tegangan termal (Duniawan, 2014). *The Welding Institute* (2010) mendefinisikan pengelasan adalah pekerjaan dimana dua atau lebih bagian disatukan dengan panas atau tekan atau kedua-duanya, sedemikian rupa sehingga ada kesinambungan dalam sifat logam diantara bagian-bagian ini. Penulis lain mendefinisikan Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinu (Naharuddin, 2015).

Untuk industri yang menyangkut logam atau baja, khususnya bidang pembuatan tangki minyak dengan menggunakan pengelasan dibutuhkan berbagai penelitian agar dapat sambungan las yang bermutu tinggi, karena menyangkut keselamatan dan umur pakai. Seiring dengan pemakaian sambungan las baja yang semakin meningkat, maka teknologi proses yang berkaitan dengan perubahan sifat dan karakteristik memiliki peranan yang penting.

Pengelasan berdasarkan klasifikasi cara kerja dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan, dan pematrian (Wiryosumarto dan toshie Okumura, 2008:7). Pengelasan cair adalah suatu cara pengelasan dimana benda yang akan disambung diapanaskan sampai mencair dengan sumber energi panas dari busur listrik (Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008:7). Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan gas. Jenis las busur listrik dibagi menjadi beberapa bagian

yaitu las busur dengan elektroda berselaput, las busur gas (*TIG, MIG*, las busur  $\text{CO}_2$ ). Jenis dari las busur elektroda adalah las *SMAW (Shielding Metal Arc Welding)* (Suwahyo dan Nur Muhammad Sidiq, 2011:3).

Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut (Naharuddin, 2015). Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Naharuddin, 2015).

### **2.1.2 Prosedur dan Teknik Pengelasan**

Menurut Wiryosumarto dan toshieokumura (2008: 211), Prosedur pengelasan adalah suatu perencanaan untuk pelaksanaan pengelasan yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasinya dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Karena itu mereka menentukan prosedur pengelasan harus mempunyai pengetahuan dalam teknologi las, dapat menggunakan pengetahuan tersebut dan mengerti tentang efisien dan ekonomi dari aktifitas produksi.

Rincian metode dan praktek yang digunakan untuk persiapan lasan disebut dengan spesifikasi prosedur pengelasan (*welding procedure specification*). Prosedur pengelasan meliputi proses pengelasan, jenis base metal, desain sambungan, posisi pengelasan, jenis pelindung (*shielding*), *preheating* dan *post-heating* yang dibutuhkan, dan *setting* mesin las (The Welding Institute, 2010).

Sudah menjadi praktek industri untuk menggunakan *welding procedure specification* yang terqualifikasi. Sebelum dibuatnya prosedur pengelasan dilakukan kualifikasi prosedur (*procedure qualification record*). Menurut (The

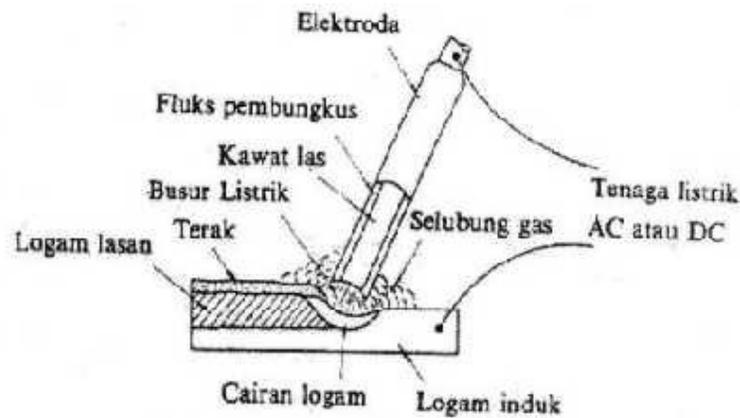
Welding Institute, 2010) menyatakan bahwa ada beberapa cara alternatif yang dapat digunakan untuk menulis *welding procedure specification* terkualifikasi untuk beberapa aplikasi, yaitu:

- a) Kualifikasi dengan mengadopsi prosedur pengelasan yang baku. Las uji yang sebelumnya dikualifikasi dan didokumentasi oleh pabrik pembuat lain.
- b) Kualifikasi didasarkan pada pengalaman pengelasan terdahulu. Sambungan las yang telah berulang kali dibuat dan terbukti memiliki sifat yang cocok menurut rekaman pemakaiannya.

Prosedur pengelasan digunakan untuk menghasilkan las yang sesuai kebutuhan kode yang umum digunakan. *American Welding Society (AWS)* menerbitkan *Structural Welding Code* yang digunakan untuk desain dan konstruksi struktur baja. Kode lain yang digunakan untuk konstruksi *boiler* uap dan tabung bertekanan telah diterbitkan oleh *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*.

### **2.1.3 Pengelasan SMAW (*Shielding Metal Arc Welding*)**

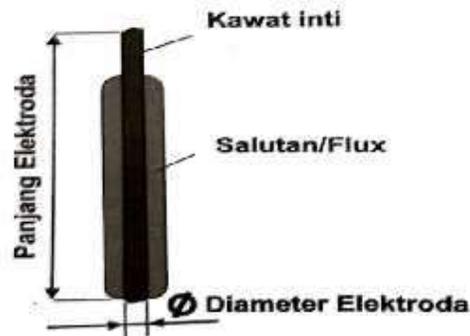
Las busur listrik manual termasuk dalam jenis las busur listrik, disebut manual dikarenakan dalam pelaksanaan proses pengelasan semua peralatan masih digerakkan/dikendalikan secara manual (Suwahyo dan Nur Muhammad Sidiq, 2011:3). Proses pengelasan SMAW yang umumnya disebut Las Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda (Kosasih & Hakim, 2017). Panas tersebut ditimbulkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas) dengan kata lain teknik pengelasan ini memanfaatkan panas busur listrik yang timbul karena perbedaan tegangan antara elektroda terbungkus dengan material yang akan disambung (Kosasih & Hakim, 2017).



**Gambar 2.1** Proses Pengelasan SMAW  
(sumber: teknologi pengelasan logam, 2008)

#### 2.1.4 Elektroda terbungkus (*fluks*)

Elektroda memiliki lapisan padat fluks kering yang telah terpasang yang menyelimuti hampir seluruh permukaannya, ujung yang pendek dibiarkan tidak berlapis dimana bagian ini terpasang pada pemegang elektroda, dan pada ujung yang berlawanan, bagian yang lancip yang disentuhkan pada benda kerja untuk mengawali busur (The Welding Institute, 2010). Begitu busur dimulai, fluks yang cepat terpanasi membentuk slag maupun penutup gas untuk melindungi lasan dari kontaminasi atmosfer (The Welding Institute, 2010). Pengelasan dengan menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari satu inti yang terbuat dari logam yang dilapisi lapisan dari campuran kimia. Fungsi dari elektroda sebagai pembangkit dan sebagai bahan tambah (Sabaruddin, 2016).



**Gambar 2.2** Elektroda

(sumber: las busur listrik manual, 2011)

### **2.1.5 Bagian Dari Pengelasan SMAW (*Shielding Metal Arc Welding*)**

Menurut The welding institute (2010), ada tiga parameter pada pengelasan, yaitu:

a. Tegangan Busur

Tegangan busur berhubungan dengan panjang busur. Untuk proses-proses dimana tegangan busur dikendalikan oleh sumber listrik dan dapat divariasikan secara independen dari arus, maka setting tegangan akan mempengaruhi profil las. Seiring dengan naiknya arus las, maka tegangan juga perlu dinaikkan untuk menyebarkan logam las dan menghasilkan deposit yang lebih lebar dan merata (The Welding Institute, 2010).

b. Arus Pengelasan

Arus pengelasan berpengaruh besar pada kedalaman fusi/penetrasi kedalam logam dasar lajur las didekatnya. Secara umum semakin tinggi arus semakin besar kedalaman penetrasi. Kedalaman penetrasi mempengaruhi pengenceran deposit las oleh logam induk dan penting ketika logam yang berbeda disambung (The Welding Institute, 2010).

c. Polaritas

Polaritas menentukan apakah sebagian besar energi busur panas terkonsentrasi pada permukaan kawat las dan permukaan material induk (The Welding Institute, 2010).

- d. Perlengkapan las *SMAW*
  - 1. Mesin las
  - 2. Holder las
  - 3. Meja las/Ragum/Stasioner
  - 4. Kabel massa
  
- e. APD (Alat Pelindung Diri)
  - 1. Cap Las
  - 2. Apron
  - 3. Masker
  - 4. Ear Plug
  - 5. Hand Glove
  - 6. Coverall
  - 7. Helm
  - 8. Safety Shoes

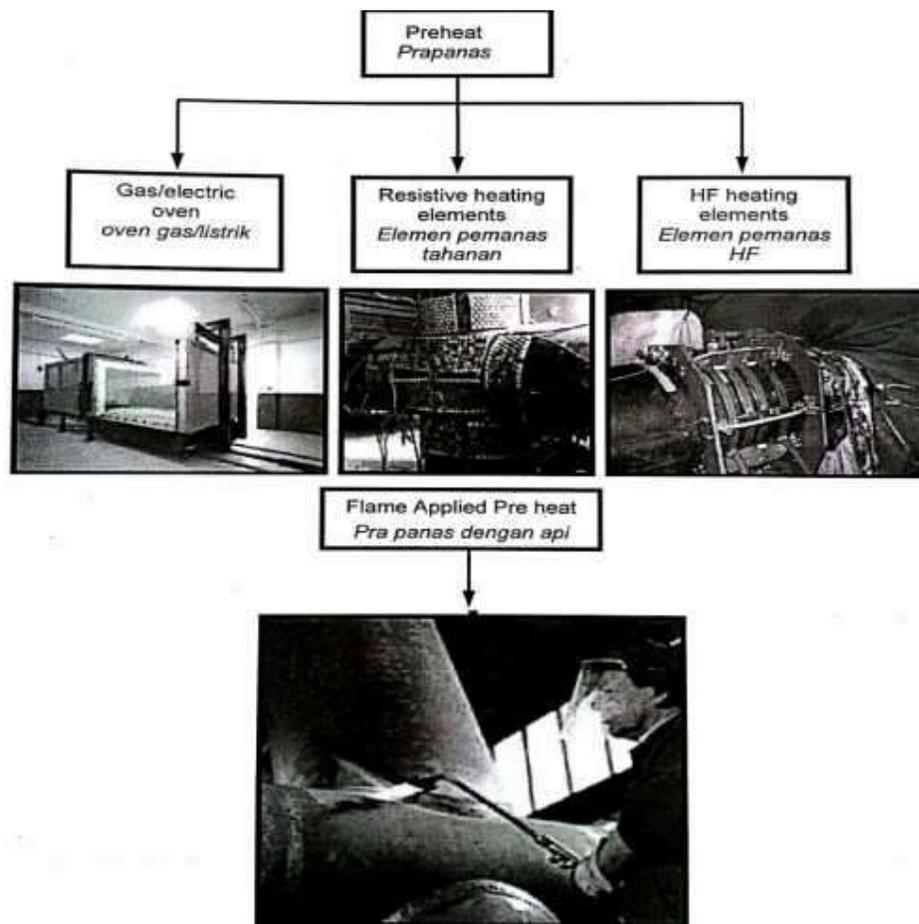
#### **2.1.6 ASME Sec.IX**

Menurut ASME Sec.IX (2015), *ASME Sec.IX* memberikan aturan untuk pembangunan boiler, bejana tekan, dan komponen nuklir. Ini termasuk persyaratan untuk bahan, desain, pembuatan, pemeriksaan, inspeksi, dan stamping. Bagian IX dari *ASME Boiler dan Bejana Kode* berkaitan dengan kualifikasi tukang las, operator pengelasan, mematri, operator mematri, dan operator sekering, dan juga prosedur yang digunakan dalam pengelasan, mematri, atau sekering plastik sesuai dengan Boiler *ASME* dan Bejana kode dan *ASME B31* kode untuk Tekanan Pipa.

Dengan demikian, ini merupakan judul dokumen aktif ulasan konstan, interpretasi, dan perbaikan untuk mengenali perkembangan baru dan data penelitian. Bagian IX adalah dokumen yang direferensikan untuk kualifikasi bahan bergabung proses dengan berbagai kode konstruksi seperti bagian I, III, IV, VIII, XII, dll (ASME Sec.IX, 2015).

### 2.1.7 Preheat

*Preheat* adalah aplikasi panas pada sambungan persis sebelum pengelasan, dan biasanya diaplikasikan dengan gas torch ataupun sistem induksi, meskipun banyak cara lain yang dapat digunakan (The Welding Institute, 2010). Suhu Prapanas (*preheat temperature*) umumnya dinyatakan sebagai minimum, tetapi dapat juga ditetapkan sebagai kisaran. Suhu antar jalur (*interpas temperature*) umumnya dinyatakan sebagai maksimum, tetapi tidak boleh turun dibawah suhu prapanas minimum, dan suhu pemeliharaan prapanas (*preheat maintenance temperature*) adalah suhu minimum di zona las yang harus dipelihara jika pengelasan terputus (The Welding Institute, 2010).

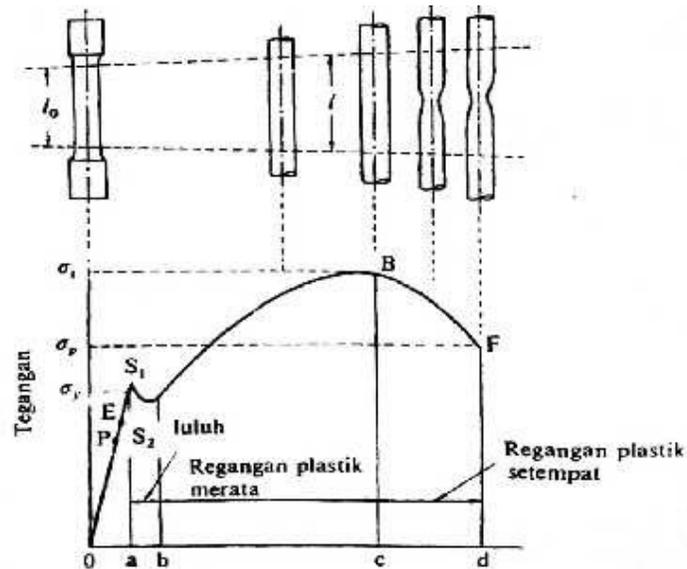


**Gambar 2.3** Aplikasi prapanas  
(sumber: The welding institute, 2010)

Proses *preheat* dilakukan untuk memperlambat laju pendinginan, mengurangi tegangan penyusutan dan distorsi akibat pengelasan, meningkatkan penyatuan logam induk dengan lasan, dan menghilangkan kelembaban (Yunaidi, 2013). Menurut (The Welding Institute, 2010). Adapun mengapa preheat dilakukan untuk material yang tebal (*Thicker Material*), yaitu untuk memperlambat laju pendinginan las, mengurangi resiko pembentukan mikrostruktur yang mengeras, memberi kesempatan hidrogen yang terserap agar terdifusi, mengurangi potensi retak, memperbaiki keseluruhan karakteristik fusi selama pengelasan, memastikan pemuaihan dan pengerutan yang lebih seragam, menurunkan tegangan antara lasan dan material induk.

### **2.1.8 Uji Tarik**

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material (Yassyir Maulana, 2016). Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji (Yassyir Maulana, 2016). Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu logam terhadap tarikan dari bahan yang akan di uji (Naharuddin, 2015). Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus, sehingga bahan (perpanjangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus, dengan tujuan menentukan nilai tarik (Yassyir Maulana, 2016).



**Gambar 2.4** Regangan

(sumber: teknologi pengelasan logam, 2008)

Menurut Teknologi pengelasan logam (2008: 181), sifat-sifat tarikannya dapat dihitung:

- Tegangan Tarik

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

( Rumus : 2.1 )

Dimana :

$\sigma$  = Tegangan tarik dalam  $\text{kg/mm}^2$  ( $\text{N/mm}^2$ )

F = Beban maximum pada waktu pengujian dalam kg (kN)

$A_0$  = Luas penampang dalam  $\text{mm}^2$

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai landasan/patokan pada penelitian yang akan dilakukan. Oleh karena itu akan lebih relevan apabila mengulas tentang hasil penelitian yang sudah ada sehingga dapat dilakukan sebagai acuan untuk penelitian yang akan dilakukan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sudibyo dan Purboputro (2013), dengan judul “*Pengaruh Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) Dengan Variasi Pendinginan Air Dan Udara Pada Stainless Steel 304 Terhadap Uji Komposisi Kimia, Struktur Mikro, Kekerasan Dan Uji Impact*”. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kandungan unsur setelah spesimen *stainless steel* dasar dan daerah HAZ, mengetahui pengaruh proses pengelasan daerah dasar dan HAZ pada pengelasan pendinginan udara dan air, mengetahui pengaruh proses pengelasan terhadap kekerasan dan untuk mengetahui kekuatan impak sebelum dan setelah pengelasan.

Pada penelitian ini selain dilakukan dengan variasi perbedaan media pendingin, yaitu air dan udara, namun variasi juga terdapat pada arus yang digunakan untuk pengelasan, yaitu 100 *Ampere* dan 250 *Ampere*. Data dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah dari hasil pengujian kekerasan *Brinell*, diperoleh hasil kekerasan rata-rata pendinginan air, arus 100 *Ampere*, sebesar 315,6 Kg/mm<sup>2</sup> kemudian dengan pendinginan udara didapat harga kekerasan rata-rata sebesar 118,1 Kg/mm<sup>2</sup> sedangkan untuk pendinginan air, arus 250 *Ampere* diperoleh harga kekerasan rata-rata sebesar 298,6 Kg/mm<sup>2</sup> kemudian dengan pendinginan udara, arus 250 *Ampere*, harga kekerasan rata-rata sebesar 120,7Kg/mm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian Impak, diperoleh hasil impak rata-rata pendinginan air, arus 100 *Ampere* adalah sebesar 1,100 J/mm<sup>2</sup> kemudian setelah mengalami proses pendinginan udara didapat harga impak rata-rata sebesar 1,320 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk pendinginan air, arus 250 *Ampere* harga impak rata-rata sebesar 1,038J/mm<sup>2</sup> kemudian yang mengalami proses pendinginan udara harga impak rata-rata sebesar 1,977J/mm<sup>2</sup>. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa material poros roda depan sepeda motor setelah mengalami proses *annealing*

maka akan semakin ulet. Untuk pengujian komposisi kimia dapat di ketahui bahwa sebelum dan sesudah mengalami pengelasan logam memiliki prosentase karbon (C) kadar karbon (C) = 0,224 % dan (C) = 0,223 %, sehingga material ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah ( $< 0,30 \% C$ ), termasuk juga dalam kategori baja *hypoeutectoid* (baja dengan kadar karbon ( $< 0,8 \%$ )).

Penelitian berikutnya yang menjadi rujukan adalah Yunaidi (2014), “*Pengaruh Preheat Dan Static – Transient Thermal Tensioning Terhadap Laju Perambatan Retak Fatik Pada Sambungan Las TIG AL 6061-T6*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *preheat*, *static thermal tensioning* (STT), dan *transient thermal tensioning* (TTT) terhadap laju perambatan retak fatik sambungan las TIG Al 6061-T6. Proses las TIG menggunakan parameter arus listrik AC dengan (I) : 134 ampere, tegangan (V) : 15 volt, aliran gas : 10 liter/menit, kecepatan pengelasan (v) : 175 mm/menit dan masukan panas (Q) : 689 J/mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *preheat*, STT, dan TTT dapat mengubah ukuran dan bentuk butiran pada daerah las dan daerah HAZ. Metode *preheat*, STT, dan TTT dapat meningkatkan umur fatik dan ketahanan laju retak fatik. Laju perambatan retak fatik paling rendah terjadi pada specimen STT yaitu  $da/dN = 7,745E-12 (\Delta K) 4,099$  m/siklus, sedangkan laju perambatan retak fatik tertinggi terjadi pada specimen tanpa perlakuan yaitu  $da/dN = 4,503E 13 (\Delta K) 6,992$  m/siklus.

Penelitian berikutnya adalah Yassyir Maulana (2016), “*Analisis Kekuatan Tarik Baja ST37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan SMAW*”. Proses pendinginan dilakukan terhadap hasil pengelasan baja ST 37, menggunakan media pendingin air kelapa, air garam serta oli bekas. Proses ini berguna untuk memperbaiki kekuatan tarik dari hasil pengelasan ST 37 tanpa mengubah komposisi kimia secara menyeluruh. Proses ini mencakup pengelasan dan di ikuti oleh pendinginan dengan kecepatan tertentu untuk mendapatkan sifat-sifat yang diinginkan, dari proses pendinginan tersebut didapatkan nilai kekuatan tarik yang berbeda-beda antara media pendingin yang

digunakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi air pendingin terhadap kekuatan tarik benda. Dari hasil penelitian di ketahui bahwa semua benda hasil pengelasan yang sudah didinginkan di uji nilai kekuatan tariknya, masing- masing media pendingin mempunyai nilai kekuaran tarik berbeda. Dari 3 media pendingin yang digunakan dapat terlihat, bahwa media pendingin yang bagus adalah media pendingin oli bekas, ini terlihat dari rata-rata kekuatan tarik nya yaitu 53,415 kg/mm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk media pendingin yang menghasilkan kekuatan tarik terendah adalah media pendingin air kelapa dengan rata-rata pengujian tariknya adalah 49,764 kg/mm<sup>2</sup>.

Selanjutnya adalah Naharuddin dkk (2015), "*Kekuatan Tarik dan Bending Sambungan Las Pada Material Baja SM 490 Dengan Metode Pengelasan SMAW dan SAW*". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan sambungan las baja SM490. Proses pengelasan SAW menggunakan arus pengelasan 100 – 125 Amper dan SMAW 300 Amper. Elektroda yang digunakan dalam metode pengelasan ini adalah E 7018 (SMAW) dan F7A4EM12K (SAW). Jenis kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut 60. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik dan bending. Kekuatan tarik sambungan las tertinggi terjadi pada metode pengelasan SMAW dengan nilai rata-rata tegangan tarik sebesar 666,05 MPa dibandingkan dengan metode pengelasan SAW sebesar 621,78 MPa dan raw material sebesar 608,28 MPa. Kekuatan bending pada sambungan las metode pengelasan SMAW sebesar 109,46 MPa lebih besar dibandingkan dengan nilai kekuatan bending pada metode SAW sebesar 76,68 MPa, dan raw material atau tanpa pengelasan sebesar 68,28 MPa.

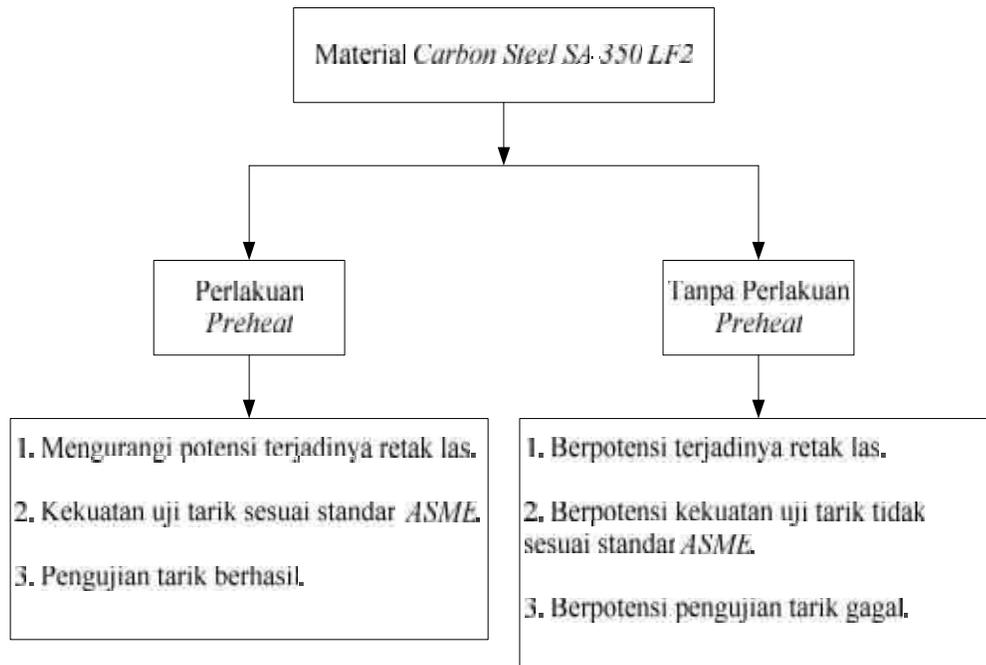
Selanjutnya adalah La Ode Sabaruddin (2016), "*Pengaruh Sudut Elektroda Pada Proses Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah*". Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat pengaruh kekuatan Tarik dan sifat kekerasan baja karbon rendah atau baja paduan. Penelitian ini menggunakan eksperimen yang bersifat komparasi terhadap penggunaan kampuh las V dengan menggunakan variasi sudut elektroda 50°, 70° dan 90°. Bahan yang digunakan

adalah baja karbon rendah yang telah di uji kandungan komposisinya, kampuh yang digunakan adalah kampuh las V dengan sudut bukaan kampuh  $60^\circ$ , Elektroda yang digunakan adalah elektroda merk ESAB seri AWSE6013 dengan diameter 3.2 mm dengan arus sebesar 110 ampere. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik baja karbon rendah terbesar terdapat pada sudut  $70^\circ$  yakni sebesar  $407.41 \text{ N/mm}^2$ , sedangkan pada sudut elektroda  $50^\circ$  nilai kekuatan tarik baja karbon rendah sebesar  $382.04 \text{ N/mm}^2$  dan pada sudut  $90^\circ$  kekuatan tarik sebesar  $374.60 \text{ N/mm}^2$ . Nilai kekerasan baja karbon tertinggi terdapat pada sudut elektroda  $70^\circ$  yakni pada logam induk sebesar  $133,26 \text{ Kg/mm}^2$ , pada logam las sebesar  $156,97 \text{ Kg/mm}^2$  dan pada HAZ sebesar  $170,77 \text{ Kg/mm}^2$ . Hal ini disebabkan distribusi panas terhadap material pengelasan sehingga terbentuk struktur ferit kasar, bainit dan ferit halus.

Selanjutnya yang terakhir adalah perbedaan pada penelitian ini adalah "*Pengaruh preheat dengan pengelasan carbon steel terhadap kekuatan tarik mengacu pada standar ASME*". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapakah kekuatan yang dihasilkan dari baja karbon yang telah melalui proses *preheat* dengan pengelasan *carbon steel SA-350M LF2* dengan ketebalan material 30mm menggunakan metode pengelasan SMAW dengan Ampere 115-160, Volt 25-26, Travel Speed 6-7 cm/s dan Heat Input 24.6-35.6 KJ/cm, sambungan las yang digunakan adalah sambungan las tumpul (*Butt Weld Joint*) dengan alur berbentuk V tunggal serta *Filler metal* (bahan tambah) yang digunakan adalah LB-62. Masalah yang dapat diambil yaitu berapakah kekuatan tarik *carbon steel SA-350M LF2* ketika diberikan perlakuan *preheat*. Kemudian untuk pengujian yang dilakukan dengan pengujian merusak yaitu uji tarik untuk mengetahui kekuatan hasil sambungan las dengan dimensi spesimen uji sesuai standar ASME Sec.IX. Penelitian ini berkaitan dengan baja bertekanan (*Pressure Vessel*) sesuai dengan produk yang dibuat oleh PT. Toyo Kanetsu Indonesia yaitu konstruksi tangki penyimpanan minyak.

### 2.3 Kerangka Berfikir

Kerangka pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.5** Kerangka Berfikir

### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah material *Carbon Steel SA 350M LF2* dan bahan pengisi (*Filler metal*) yang digunakan adalah *LB-62* yang sejenis.

**Tabel 3.1** Komposisi Kimia *Carbon Steel SA350M LF2* (%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
0,25	0,30	1,35	0,035	0,040	0,40	0,30	0,12	0,40	0,02	0,08

**Tabel 3.2** Komposisi Kimia *Filler Metal LB-62* (%)

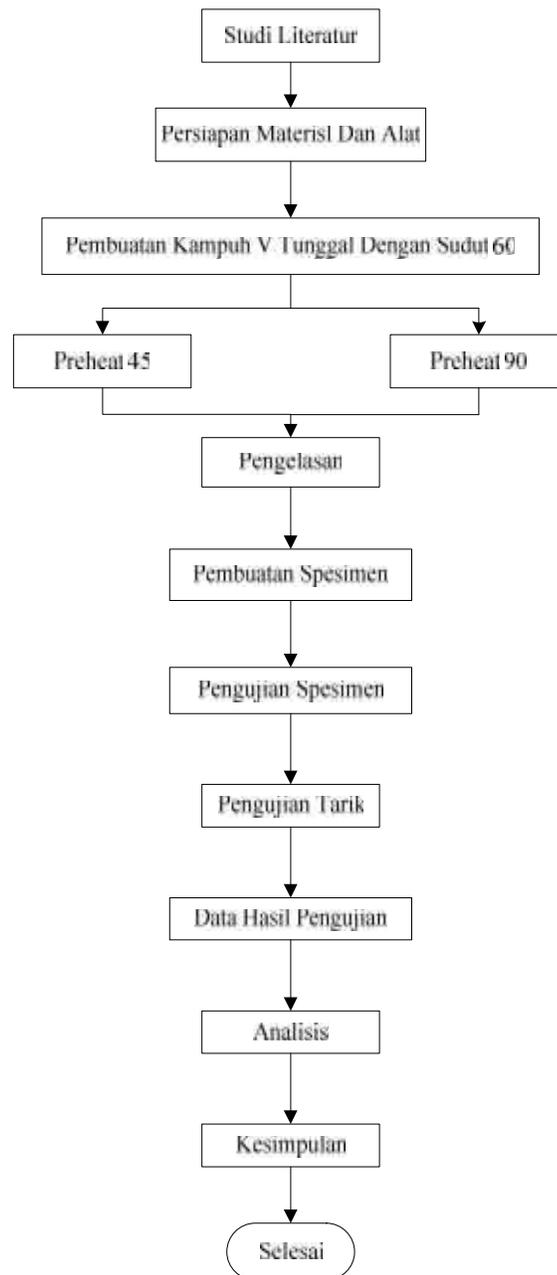
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
0,06	0,68	1,11	0,009	0,003	0,68	0,02	0,28

#### 3.2 Alat

Peralatan-peralatan yang digunakan untuk penelitian sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditentukan. Berikut ini adalah peralatan yang digunakan untuk penelitian.

1. Mesin Las SMAW
2. Peralatan pengelasan
3. Meteran
4. Jangka sorong
5. Bevel (pengukur sudut)
6. Digital Temperatur
7. Alat uji tarik( Universal Testing Machine)

### 3.3 Design Penelitian



**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

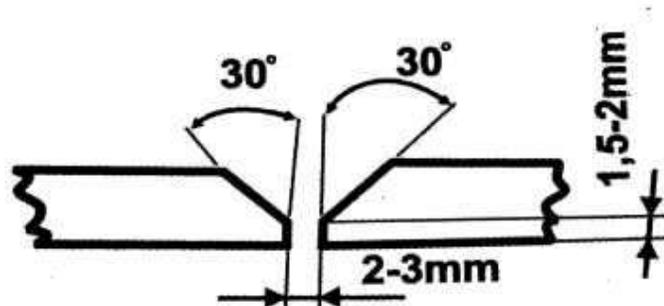
### 3.4 Populasi dan Sampel

Populasi Dan Sampel dalam penelitian ini adalah semua hasil dari proses pengelasan *SMAW* pada material *carbon steel SA-350M LF2* dengan menggunakan bahan pengisi ( *Filler metal* ) *LB-62* yang sejenis. Jumlah sampel dalam penelitian ini terdiri dari 2 spesimen yaitu material pengelasan yang diberikan perlakuan *preheat* 45°C dan 90°C.

### 3.5 Proses Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Pembuatan Kampuh V

Proses yang pertama dilakukan adalah dengan membuat spesimen dengan kampuh V tunggal. Proses ini dilaksanakan Workshop PT. Toyo Kanetsu Indonesia untuk melakukan pemotongan dan pembentukan spesimen *Carbon Steel SA-350M LF2*. Pada proses pembuatan kampuh V, mula-mula plat dipotong sebanyak 4 buah plat yang nantinya akan menjadi 2 pasang plat yang akan dilas. Pemotongan plat dilakukan dengan menggunakan mesin gergaji. Plat yang sudah dipotong sesuai ukuran, kemudian difrais kedua sisi plat dengan sudut 60° setebal ±30 mm.



**Gambar 3.2** Kampuh V Tunggal

(sumber: las busur listrik manual, 2011)

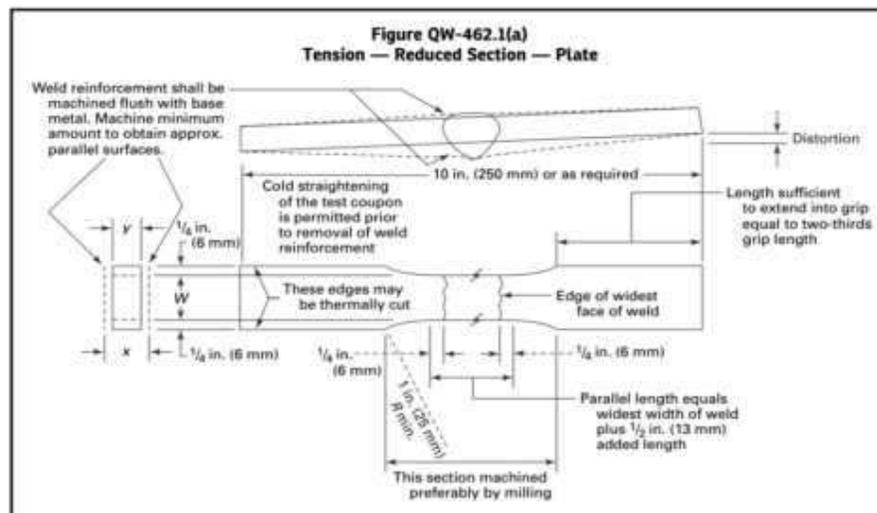
### 3.5.2 Pengelasan

Proses pengelasan dilakukan pada di Workshop Welding PT Toyo Kanetsu Indonesia untuk melakukan pengelasan material Carbon Steel SA-350M LF2. Pengelasan dilakukan oleh tenaga ahli (*Welder*) yang memiliki sertifikasi las sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan yaitu pengelasan SMAW. Sebelum proses pengelasan dilakukan, yaitu dilakukan *preheating*.

Langkah pertama yaitu mempersiapkan tabung gas untuk pemanasan dan *setting* pada suhu 45°C dan 90°C. Setelah benda kerja di *preheat* lalu benda kerja dilas menggunakan metode *SMAW*, dengan *interpass* kedua benda kerja max 195°C.

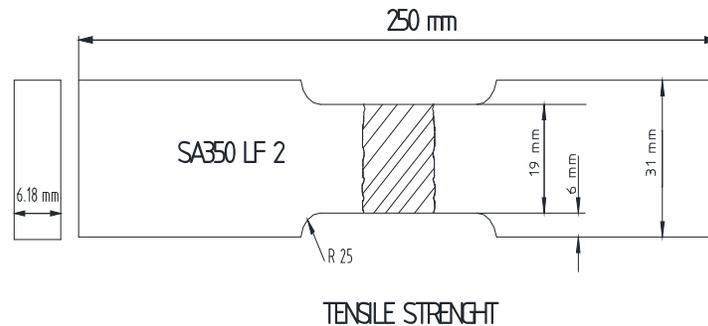
### 3.5.3 Pembuatan Spesimen Uji

Pembuatan spesimen uji dilaksanakan PT Toyo Kanetsu Indonesia dan untuk pengujian tarik dilakukan di Laboratory of Mechanical Testing PT Hi-Test. Peneliti membuat 4 jenis spesimen, yaitu 2 spesimen uji tarik dengan *preheat* 45°C dan 2 spesimen uji tarik dengan *preheat* 90°C. Pembuatan spesimen uji tarik mengacu pada standar *ASME Sec.IX 2015*.



**Gambar 3.3** Spesimen Uji Tarik Mengacu Standar *ASME Sec.IX 2015*

(sumber: *ASME Sec.IX 2015*)



**Gambar 3.4** Gambar Spesimen Uji Tarik

(sumber: *ASME Sec.IX 2015*)

### 3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah :

#### 1. Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah dilakukan. Dokumen bisa berbentuk tulisan dan gambar. Peneliti mencatat hal-hal terpenting dalam setiap tahap penelitian dan mendokumentasikan dalam bentuk gambar dari setiap objek yang diteliti. Datanya berupa data *Procedure Qualification Record (PQR)* dan seluruh aktifitas pengerjaan dari awal hingga akhir.

#### 2. Uji Laboratorium

Data uji tarik dilakukan pengujian di laboratorium PT.Hi-test (Laboratory of Mechanical Testing) Batam. Data yang diperoleh dari hasil pengujian berupa data hasil *testing report* kemudian dianalisis dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik, kemudian disimpulkan hasilnya.

### 3.7 Metode analisis data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif yaitu menganalisis, menggambarkan, dan meringkas berbagai kondisi,

situasi dari berbagai data dalam bentuk angka-angka yang dikumpulkan dari hasil analisis dan pengamatan mengenai masalah yang diteliti yang terjadi di lapangan.

Analisis data dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif. Data yang dianalisis adalah hasil pengujian tarik (*tensile strength*). Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data yang diperoleh dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan diinterpretasikan. Data dari hasil pengujian dimasukkan tabel data sehingga diperoleh data yang bersifat deskriptif.

### **3.8 Lokasi dan Jadwal Penelitian**

#### **3.8.1 Lokasi Penelitian**

1. Workshop PT. Toyo Kanetsu Indonesia untuk melakukan pemotongan dan pembentukan spesimen *Carbon Steel SA-350M LF2*.
2. Workshop Welding PT. Toyo Kanetsu Indonesia untuk melakukan pengelasan materia *Carbon Steel SA-350M LF2*.
3. Laboratory of Mechanical Testing PT. Hi-Test untuk pengujian *Tensile Strength*.

#### **3.8.2 Jadwal Penelitian**

Jadwal pelaksanaan penelitian mulai dari bulan September 2017 sampai dengan januari 2018. Rincian jadwal Penelitian yang dilakukan penulis dapat dilihat pada tabel jadwal penelitian berikut ini:

**Tabel 3.3** Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	September				Oktober				November				Desember				Januari 2018			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Judul		■	■	■																
2	Proposal				■	■	■														
3	Pelaksanaan					■	■	■	■												
4	Pengolahan Data								■	■	■	■	■								
5	Analisis Data													■	■	■	■				
6	Penyelesaian Penelitian																	■	■	■	■