

**PENGARUH VARIASI RAPAT ARUS DAN ELEKTRODA  
DARI PENGELOASAN SMAW PADA MATERIAL ASTM A213  
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN DISTRIBUSI  
KEKERASAN HASIL PENGELOASAN**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Zikri Imannudin Arsyad**

**14.303.0054**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2019**

# LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**“PENGARUH VARIASI RAPAT ARUS DAN ELEKTRODA DARI  
PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL ASTM A213 TERHADAP  
STRUKTUR MIKRO DAN DISTRIBUSI KEKERASAN HASIL  
PENGELASAN”**

---



Nama : Zikri Imannudin Arsyad

NRP : 143030054

Dosen pembimbing I

Dr. Ir. Hery Sonawan M.T.

Dosen pembimbing II

Ir. Widiyanti Kwintarini M.T.

## ABSTRAK

Pengelasan adalah sebuah ikatan karena adanya proses metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Dari pengertian tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa pengertian las adalah sebuah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. *Superheater* adalah bagian dari boiler yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya uap jenuh ( $\pm 304^{\circ}\text{C}$ ) hingga menjadi uap superpanas ( $\pm 541^{\circ}\text{C}$ ). Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan energi panas yang terkandung di dalam uap, sehingga efisiensi termal mesin akan ikut meningkat. Banyaknya kerusakan yang terjadi pada pipa *superheater* mendorong penulis untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pipa *superheater* tersebut, maka dari itu tujuan dari tugas akhir ini adalah mengetahui struktur mikro dan makro pada pipa *superheater*, mengetahui distribusi kekuatan di daerah pengelasan dan mengetahui parameter pengelasan dengan batasan pengelasan tersebut menggunakan elektroda E7016 dan E7018 posisi 2G. Adapun pengujian yang digunakan adalah pengujian Metalografi, Uji Kekerasan (*Vickers*) dan menggunakan variasi arus dari 70 A-90 A. Maka dari itu penulis mengusulkan beberapa penelitian tentang pipa *superheater* yang dilas menggunakan SMAW dengan berbagai variasi arus yang dipakai.

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN .....                               | i    |
| ABSTRAK .....   | ii   |
| KATA PENGANTAR .....                                  | iii  |
| DAFTAR ISI.....                                       | v    |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | viii |
| DAFTAR TABEL.....                                     | x    |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                             | 2    |
| 1.3 Tujuan.....                                       | 2    |
| 1.4 Batasan Masalah.....                              | 3    |
| BAB II TEORI DASAR .....                              | 4    |
| 2.1 <i>Superheater</i> .....                          | 4    |
| 2.1.1 Macam-macam <i>Superheater</i> pada Boiler..... | 6    |
| 2.2 Pengelasan .....                                  | 8    |
| 2.2.1 Pengelasan SMAW .....                           | 10   |
| 2.2.2 Mesin Las SMAW .....                            | 11   |
| 2.2.3 Macam-macam Posisi Pengelasan .....             | 12   |
| 2.2.4 Prosedur Pengelasan SMAW .....                  | 13   |
| 2.2.5 Elektroda.....                                  | 15   |

|                                |  |    |
|--------------------------------|--|----|
| 2.3                            | Uji Keras ( <i>Hardness Test</i> ).....            | 18 |
| 2.3.1                          | Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> .....                | 18 |
| 2.3.2                          | Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....                 | 19 |
| 2.3.3                          | Metode Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....    | 21 |
| 2.4                            | Uji Metalografi .....                              | 22 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... |  | 26 |
| 3.1                            | Diagram Alir.....                                  | 26 |
| 3.2                            | Persiapan Spesimen Las .....                       | 27 |
| 3.2.1                          | Data Material .....                                | 27 |
| 3.3                            | Prosedur Pengujian.....                            | 28 |
| 3.4                            | Alat dan Bahan .....                               | 28 |
| 3.5                            | Hasil Latihan .....                                | 29 |
| 3.5.1                          | Hasil Latihan pada Plat .....                      | 29 |
| 3.5.2                          | Hasil Latihan pada Pipa .....                      | 30 |
| BAB IV ANALISA DAN DATA.....   |  | 58 |
| 4.1                            | Hasil Pengukuran .....                             | 58 |
| 4.1.1                          | Welding Parameter .....                            | 58 |
| 4.1.2                          | Hasil Pengelasan .....                             | 60 |
| 4.2                            | Hasil Pengujian.....                               | 61 |
| 4.2.1                          | Pengamatan Metalografi .....                       | 62 |
| 4.2.2                          | Hasil Uji Keras dengan Metode <i>Vickers</i> ..... | 67 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.3 Hasil Uji Keras dengan Metode <i>Brinell</i> ..... | 77 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....                          | 64 |
| 5.1 Kesimpulan.....                                      | 64 |
| 5.2 Saran.....   | 65 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                     | 66 |





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jenis pengelasan semakin banyak dengan adanya kemajuan teknologi, baik proses pengelasan yang menggunakan bahan tambah atau filler maupun yang tanpa menggunakan bahan tambah. Yang terbaru adalah proses pengelasan yang menggunakan energi putaran yang nantinya akan terjadi gesekan dan menimbulkan panas yang tinggi dan dapat digunakan untuk proses pengelasan yang biasanya disebut dengan proses las *friction welding*.

Pengertian pengelasan adalah sebuah ikatan karena adanya proses metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Dari pengertian tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa pengertian las adalah sebuah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas

*Superheater* adalah bagian dari boiler yang berfungsi sebagai tempat mengalirnya uap jenuh ( $\pm 304^{\circ}\text{C}$ ) hingga menjadi uap superpanas ( $\pm 541^{\circ}\text{C}$ ). Teknologi superheater sudah digunakan sejak awal penggunaan mesin uap di sekitar awal abad 20. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan energi panas yang terkandung di dalam uap, sehingga efisiensi termal mesin akan ikut meningkat. Hingga saat ini penggunaan superheater masih sangat populer, terutama pada boiler-boiler pipa-air besar pembangkit listrik tenaga uap

Boiler *supercritical* banyak digunakan di pembangkit listrik tenaga uap. Boiler ini dinamakan *supercritical* karena beroperasi pada temperatur kritis, yaitu di atas 3.200 psi atau 220,6 bar. Berbeda dengan boiler superheater yang membutuhkan suatu alat untuk memisahkan antara uap air dengan campuran uap dan air (biasa disebut *steam drum*), boiler *supercritical* tidak memerlukannya.

Selama proses pembentukan uap air tidak akan terbentuk gelembung-gelembung uap (*bubbles*), karena tekanan air berada di atas tekanan kritisnya yang masih

mungkin terbentuk gelembung uap. Hal ini menyebabkan penggunaan bahan bakar yang jauh lebih sedikit dan efisien, dan selanjutnya mengakibatkan produksi gas buang CO<sub>2</sub> menjadi berkurang. Sebenarnya istilah boiler tidak tepat digunakan pada boiler *supercritical*, karena pada proses pembentukan uap air yang tidak terjadi proses *boiling*/mendidih di dalamnya, sehingga boiler *supercritical* lebih dikenal dengan sebutan *supercritical steam generator*.

Pada suatu kasus, ada pengelasan yang kurang baik terhadap pipa *superheater* yang dilas, menyebabkan adanya kebocoran pada daerah pengelasan pipa tersebut, maka dari itu, apakah prosedur pengelasan akan memengaruhi terhadap hasil pengelasan? apakah ada kesalahan ketika pengujian (Uji Keras dan Uji Metalografi) berlangsung? dan apakah ada pengaruh dari jenis elektroda dan arus yang dipakai?

Dalam tugas akhir ini akan membahas prosedur pengelasan, prosedur pengujian, juga pengaruh jenis elektroda dan arus yang dipakai.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang ingin penulis ajukan adalah sebagai berikut:

1. Prosedur apa saja yang ada pada proses pengelasan pipa *superheater*?
2. Prosedur apa saja yang ada pada proses pengujian Uji Keras dan Uji Metalografi?
3. Bagaimana pengaruh jenis elektroda dan arus pengelasan terhadap kualitas hasil pengelasan?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dari perancangan ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh struktur mikro dan kekerasan pada *specimen* hasil lasan.
2. Mendapatkan parameter pengelasan yang optimal.



#### 1.4 Batasan Masalah

Dalam laporn skripsi ini, diharapkan penyelesaian masalah dapat terarah sehingga dibuatlah batasan masalah pada karya tulis ini, yaitu:

1. Pengujian yang dilakukan pada material ASTM A213 T22 adalah uji keras (*Vickers*) dan pemeriksaan metalografi (makro dan mikro)
2. Pengelasan yang digunakan adalah SMAW dengan posisi 2G
3. Elektroda yang dipakai adalah E 7016 dan E 7018
4. Variasi arus yang dipakai pada pengelasan adalah:
  1. Spesimen 1, E7016 *Root*: 70 A, E7016 *Filler* dan *Capping* : 80 A
  2. Spesimen 2, E7016 *Root*: 75 A, E7018 *Filler* dan *Capping* : 90 A
  3. Spesimen 3, E7016 *Root*: 75 A, E7016 *Filler* dan *Capping* : 90 A
  4. Spesimen 4, E7016 *Root*: 70 A, E7018 *Filler* dan *Capping* : 80 A

## DAFTAR PUSTAKA

1. Teknologi, A., *Prinsip Kerja Superheater*.
2. Teknologi, A., *Macam-macam Boiler pada Superheater*.
3. Engineering, E., *Proses Welding SMAW (Shielded Metal Arc Welding)*. 2015.
4. CNC), T.M.B.P.d.M.B., *Pengertian dan Proses Pengelasan SMAW*. 2016.
5. Arifin, A., *Prosedur Pengelasan SMAW: Mengatur parameter dan pelaksanaannya*. 2018.
6. Admin, *MACAM DAN JENIS ELEKTRODA CARA PEMAKAIANNYA*. 2015.
7. Service, A.U., *Uji Kekerasan Rockwell Dan Penggunaannya*. 2015.
8. Testindo, *Uji Kekerasan Rockwell*. 2018.
9. Elkan), P.L.T.M.M., *Pengujian Kekerasan Material dengan Metode Vickers* 2017.
10. Service, A.U., *Uji Kekerasan Menggunakan Brinell Hardness Tester*. 2019.
11. HANDBOOK, A., *Metalography and Microstructures* 2004. ASM INTERNASIONAL, 2004. **volume 9**: p. 2733.
12. Teknik, L.M., *Praktikum Material Teknik* 2014.