

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Era industry 4.0 menjadikan peningkatan kebutuhan proses manufaktur yang diikuti teknologi untuk mendukung proses pengerjaan dalam memenuhi jumlah produksi untuk jumlah besar menjadi sebuah kesatuan yang tidak terpisahkan. Salah satu fenomena yang terjadi pada industri kreatif menengah tunggak jati yang ada di kabupaten bojonegoro yang mulai ada tahun 2020 mulai banyak menerapkan proses manufaktur untuk pengolahan logam dalam membuat inovasi produk guna memberi nilai tambah dan juga sebagai bentuk alternatif dalam mensiasati ketersediaan bahan baku tunggak jati yang ada. Proses manufaktur pengolahan bahan logam dan proses pengolahan untuk bahan yang terbuat dari tunggak jati tentunya sangat jauh berbeda baik dari teknik parameter proses ataupun waktu pengerjaan. Pengolahan bahan tunggak jati membutuhkan waktu yang relatif lama dibandingkan pengolahan logam, hal ini dapat dilihat dari proses joint atau penyambungan yang membutuhkan waktu berjam jam karena hanya bisa dikerjakan dengan proses dingin, akan tetapi hal ini bertolak belakang dari proses manufaktur untuk pekerjaan bagian bahan logam yang tidak memerlukan waktu lama karena sifat logam yang mudah dibentuk menggunakan proses panas atau dingin. Sambungan las memiliki kelebihan diantaranya waktu pengerjaan konstruksi yang lebih cepat, memiliki berat yang lebih ringan dari pada sambungan baut dan memiliki luas penampang baja yang utuh karena tidak perlu dilubangi (Nursani, Syarif and Huseiny, 2020).

Proses pekerjaan logam juga tidaklah mudah karena membutuhkan parameter pengerjaan yang tepat untuk mendapatkan hasil yang baik dalam hal kualitas yang diukur dari sifat mekanis yang dihasilkan untuk dapat diaplikasikan dalam sebuah konstruksi produk kreatif tunggak jati. Proses manufaktur yang banyak diaplikasikan dalam industri kreatif tunggak jati ini adalah proses penyambungan dengan teknik pengelasan. Pengelasan adalah proses

menyambungkan dua logam atau lebih dengan cara melelehkan logam induk menggunakan energi panas (Nata *et al.*, 2021).

Proses penyambungan konstruksi logam untuk produk kreatif yang tunggal jati di kabupaten bojonegoro dilakukan dengan menggunakan teknologi atau teknik penyambungan pengelasan. Teknologi penyambungan dengan pengelasan yang digunakan dalam bagian konstruksi logam pada produk tunggal jati ini sendiri memiliki beberapa kriteria hasil yang disesuaikan penggunaannya. Produk kreatif tunggal jati sendiri pada dasarnya diolah untuk menjadi produk produk rumah tangga seperti kursi meja dan lain-lainnya. Bagian konstruksi logam untuk produk tunggal jati haruslah memiliki kekuatan menahan beban karena penggunaan dan juga memiliki nilai seni tersendiri sehingga cacat pengelasan dan juga manik – manik bekas pengelasan haruslah dapat dikontrol. Kekuatan sambungan las pada struktur baja ditentukan oleh kekuatan *base metal* yang disambung dan kekuatan las sehingga kegagalan dapat terjadi diantara keduanya (Nursani, Syarif and Huseiny, 2020)

Jenis bahan logam untuk konstruksi produk kreatif tunggal jati adalah jenis baja *mild steel* yaitu jenis baja ST 37. Baja ST 37 banyak digunakan sebagai bagian konstruksi produk tunggal jati karena sifat mudah dibentuknya, sifat mampu pemesinannya, dan juga baja ini sangat mudah didapatkan di kabupaten bojonegoro, baja ST 37 juga memiliki bentuk produk yang beragam sehingga dalam pengaplikasiannya untuk pengembangan produk kreatif tunggal jati sangatlah sesuai. Baja ST 37 merupakan golongan baja karbon rendah karena mempunyai kandungan karbon  $\leq 0.3$  %, baja karbon rendah termasuk kedalam baja yang mempunyai kemampuan las tinggi, yaitu kemampuan material untuk dapat dilas dibawah kondisi perakitan khusus sehingga sesuai dengan desain struktur dan dapat menunjukkan performa yang memuaskan dilapangan (ANSI / AWS A3.0), angka 37 berarti bahwa maksimum kekuatan putus tarik adalah 37 Kg/mm<sup>2</sup> (Saputra, Syarief and Maulana, 2014).

Proses penyambungan dengan pengelasan baja ST 37 untuk konstruksi produk tunggal jati dapat dilakukan dengan metode atau teknik pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW). Pengelasan SMAW mudah dilakukan akan tetapi dalam proses pengelasan SMAW juga sangat dipengaruhi parameter pengelasan

untuk memperoleh hasil pengelasan yang paling baik. Parameter pada pengelasan SMAW meliputi kuat arus, tegangan listrik, polaritas listrik, dan sudut kampuh yang digunakan, parameter inilah yang menjadikan dasar pemilihan yang tepat guna mendapatkan kualitas atau mutu sambungan yang baik (Rahman and Imran, 2020).

Parameter yang berpengaruh dalam pengelasan SMAW yang dianggap mempengaruhi hasil sambungan konstruksi sambungan baja ST37 untuk produk kreatif tunggak jati antara lain adalah polaritas dan jenis elektroda yang digunakan. Polaritas sangat berkaitan dengan kedalaman penetrasi yang dihasilkan dan jenis elektroda yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas sifat mekanis yang terbentuk untuk sambungan yang dihasilkan dari sambungan baja ST37 menggunakan pengelasan SMAW. Penetrasi hasil pengelasan dengan Polaritas DCEP lebih dalam dibandingkan dengan polaritas DCEN. mm. Dengan perbandingan selisih kedalaman penetrasi keduanya yaitu pada arus 60 A memiliki selisih 0,09 mm, pada arus 70 A memiliki selisih 0,16 mm, pada arus 80 A memiliki selisih 0,28 mm dan pada arus 90 A memiliki selisih 0,28 mm (Solehah, Nursaleh and Supriyatna, 2022). Jenis elektroda berpengaruh terhadap sifat mekanik material dimana nilai kekuatan tarik yang paling tinggi terdapat pada jenis elektroda E7018 yaitu sebesar 46.73 kgf/mm<sup>2</sup> selanjutnya diikuti oleh elektroda E7016 yaitu sebesar 46.57 kgf/mm<sup>2</sup> dan terakhir dengan nilai terendah menggunakan elektroda E7010-P1 yaitu sebesar 46.49 kgf/mm<sup>2</sup>. Nilai pengujian bending pada root bend yang paling tinggi adalah pada elektroda E7016 sebesar 38.87 Kgf.mm<sup>2</sup>, selanjutnya diikuti oleh elektroda E7018 yaitu sebesar 31.50 kgf (Azwinur1, 2019).

Karakter hasil pengelasan bagian logam dalam produksi tunggak jati ini secara umum berkaitan dengan cacat pengelasan, penetrasi dan ketangguhan yang dihasilkan dari sambungan dengan pengelasan SMAW. Sehingga berdasarkan pada latar belakang yang telah dipaparkan untuk dijadikan landasan utama pelaksanaan penelitian ini yaitu bagaimana menghasilkan sambungan pengelasan yang baik berdasarkan cacat pengelasan, penetrasi dan ketangguhan sambungan untuk digunakan dalam konstruksi dari baja ST 37 dengan memvariasikan

parameter kontrol dalam pengelasan SMAW yang meliputi polaritas pengelasan dan jenis elektroda yang digunakan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Perumusan masalah berdasarkan paparan uraian latar belakang diatas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh jenis polaritas pengelasan dan jenis elektroda terhadap cacat pengelasan SMAW baja ST 37?
2. Bagaimana pengaruh jenis polaritas pengelasan dan jenis elektroda terhadap penetrasi pengelasan SMAW baja ST 37?
3. Bagaimana pengaruh jenis polaritas pengelasan dan jenis elektroda terhadap ketangguhan pengelasan SMAW baja ST 37?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh jenis polaritas pengelasan dan jenis elektroda terhadap cacat pengelasan SMAW baja ST 37.
2. Mengetahui pengaruh jenis polaritas pengelasan dan jenis elektroda terhadap penetrasi pengelasan SMAW baja ST 37.
3. Mengetahui pengaruh jenis polaritas pengelasan dan jenis elektroda terhadap ketangguhan pengelasan SMAW baja ST 37.

## **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini pada dasarnya dilakukan untuk mengetahui pengaruh jenis polaritas dan jenis elektroda terhadap cacat pengelasan, penetrasi atau kedalaman pengelasan dan ketangguhan yang dihasilkan dari pengelasan SMAW baja ST 37. Terdapat beberapa parameter diluar parameter jenis polaritas dan jenis elektroda dalam pengelasan SMAW yang dapat mempengaruhi hasil cacat pengelasan, penetrasi dan ketangguhan sehingga perlu diberikan parameter pembatas dalam penelitian ini agar analisis dan pembahasan dapat sesuai dengan

studi masalah yang ada, adapun parameter batas/ batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Benda kerja

Benda kerja dalam penelitian ini menggunakan baja karbon rendah mild steel jenis ST 37 yang dianggap homogen tanpa mengalami perlakuan sebelumnya.

2. Kondisi lingkungan pengelasan/ benda kerja

- a. Pengaruh kondisi lingkungan dalam proses pengelasan SMAW seperti tekanan udara dalam ruangan, panas ruangan dianggap tidak berpengaruh.
- b. Material pengotor atau material asing yang masuk selama proses pengelasan dianggap tidak ada atau diabaikan.

3. Arus Pengelasan

Kuat arus pengelasan dalam penelitian ini ditentukan 75 ampere untuk seluruh jenis pekerjaan pada masing masing parameter.

4. Posisi Pengelasan

Posisi pengelasan dalam penelitian ini ditentukan adalah sambungan tumpul posisi 3G

5. Jenis kampuh pengelasan

Jenis kampuh pengelasan dalam penelitian ini ditentukan adalah kampuh I (tanpa kampuh)

6. Polaritas Pengelasan

Polaritas dalam pengelasan dibatasi DCEP dan DCEN

7. Elektroda

Elektroda yang digunakan adalah E6013, E7016 dan E7018

## 1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan diantaranya sebagai berikut.

1. Bagi peneliti, dapat memberikan manfaat menambah wawasan dan pengetahuan, serta sebagai wujud nyata kemampuan untuk menganalisis pengaruh jenis polaritas dan elektroda pengelasan SMAW pada baja ST 37 terhadap cacat pengelasan, penetrasi dan ketangguhan.

2. Bagi akademisi, hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bentuk referensi dan bukti *empiric* kontribusi ilmiah tentang pengaruh jenis polaritas dan jenis elektroda pengelasan SMAW pada baja ST 37 terhadap cacat pengelasan, penetrasi dan ketangguhan serta menjadi bahan pustaka program studi S-I Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri.
3. Bagi praktisi, hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu informasi dalam perencanaan/ langkah upaya atau parameter untuk proses pengelasan jenis SMAW baja ST 37 dengan hasil pengelasan yang baik dalam hal cacat pengelasan, penetrasi dan ketangguhan.

### 1.6 Definisi Istilah

Beberapa istilah pengelasan dalam penelitian ini yaitu (Sonowan, 2003)

- 1) Arus AC : Jenis / bentuk arus listrik yang mengalir di mana besar dan arah arus dapat berubah secara bolak-balik.
- 2) Arus DC : Jenis / bentuk arus listrik yang mengalir pada rangkaian listrik dengan satu arah saja.
- 3) Dilusi : Perbandingan logam induk (base metal) yang mencair dengan logam las (weld metal) dalam proses pengelasan. Dilusi dapat diperoleh dari perbandingan antara luas penampang base metal yang mencair dengan luas penampang weld metal.
- 4) Elektroda : Bahan tambah yang digunakan dalam proses pengelasan. Elektroda ini memiliki karakter dan jenis yang berbeda – beda sesuai dengan jenis pengelasan dan saambungan yang dikerjakan atau sesuai dengan bahan yang akan disambung menggunakan pengelasan. Istilah elektoda biasanya digunakan dalam jenis pengelasan menggunakan energi listrik seperti MMA, SAW, SMAW. Dalam Pengelasan jenis MAG, elektroda ini dinamakan *wire* juga atau dalam pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) elektroda ini dinamakan bahan tambah/ filler.
- 5) *Heat Affected Zone* (HAZ) : Daerah hasil proses pengelasan yang terpengaruh panas pengelasan dan mengalami perubahan secara struktur mikro, daerah logam HAZ terletak disebelah tepi kanan atau kiri antara *weld metal* dan *base metal*.

- 6) Kampuh Las : bagian dari logam induk yang nantinya akan diisi oleh deposit las atau logam las (*weld metal*). Kampuh las awalnya berupa kubangan las (*weld pool*) yang kemudian diisi dengan logam las.
- 7) Logam Induk (*Base Metal*) : merupakan logam yang akan dilas.yang tidak terpengaruh panas penelasan ataupun logam pengelasan.
- 8) Logam Las (*Weld Metal*) : Perpaduan antara logam induk dan bahan pengisi/ elektroda yang mencair bersama dalam proses panas pengelasan.
- 9) Logam Pengisi : Bahan yang digunakan dari luar untuk mengisi kampuh atau rongga – rongga logam induk.
- 10) Manik Las : Hasil proses pengelasan dari logam las yang terdapat pada atas pelat.
- 11) Penetrasi : Kedalaman penembusan logam las yang melebihi batas logam induk.
- 12) Polaritas Balik : Pengkutuban arus listrik pada proses pengelasan busur listrik dimana dalam polaritas balik ini bagian kutub positif listrik / inverter dihubungkan pada elektroda dan bagian kutub negatif pada inverte dihubungkan pada logam induk.
- 13) Polaritas Lurus : Pengkutuban arus listrik pada proses pengelasan busur listrik dimana dalam polaritas balik ini bagian kutub negatif listrik / inverter dihubungkan pada elektroda dan bagian kutub positif pada inverter dihubungkan pada logam induk.
- 14) Sambungan Las : bagian dari logam induk yang akan disambung dan tempat terjadinya pencairan logam induk.
- 15) *Ferit acicular* : Mikro dari ferit pada baja yang ditandai dengan berbentuk jarum kristal atau biji-bijian bila dilihat dalam dua dimensi.
- 16) Sambungan Las : merupakan bagian dari logam induk yang akan disambung dan tempat terjadinya pencairan logam induk.
- 17) *Elektroda core wire* : Kawat inti elektroda
- 18) *Arc flame* : Nyala busur
- 19) *Slag* : merupakan terak hasil pengelasan
- 20) *Path of molten metal* : Cairan elektroda yang jatuh pada benda kerja
- 21) *Protective gases* , : Gas-gas pelindung dalam proses pengelasan

- 22) *Arc length* : Jarak antara benda kerja dengan elektroda
- 23) *Weld metal* : Logam hasil pengelasan (hasil las)
- 24) *Sealing run* : Jalur pengisi di bagian belakang dan depan
- 25) *Sealing weld* : Jalur hasil pengelasan/ pengisi
- 26) *Excess/Reinforcement* : Tinggi logam hasil pengelasan
- 27) *Toe merupakan* : Kaki jalur las
- 28) *Weld metal merupakan* : Logam las ( hasil las )
- 29) *Root* : Proses pembuatan akar las/las awal
- 30) *Hotpass* : Proses kelanjutan setelah pembuatan root, biasanya menggunakan ampere tinggi. Tujuannya adalah membuat lapisan lasan yang kuat karena didalam proses *root* rata-rata menggunakan apere renda untuk mengontrol cairan.
- 31) *Fill* : Pengisian lasan hingga mendekati bibir base material bagian atas, kalau bahasa kita diisi hingga hampir penuh.
- 32) *Capping* : Proses pengeasan pada bagian permukaan benda kerja/ prngelasan pada layer terakhir sambungan *butt joint*.
- 33) *Undercut* : Cacat pengelasan pada Takik las dimana logam induk (termakan) oleh busur pengelasan.
- 34) *Slag inclusion* : Terak hasil pengelasan yang terjebak didalam logam las.
- 35) *Lack of fusion* : Bagian logam induk yang tidak berpadu/fusi.
- 36) *Crack* : Retak hasil pengelasan yang terjadi karena karena pendinginan cepat
- 37) *Backing strip* : Besi strip dilas belakang benda yang disambung.
- 38) *Tackweld* : Pengelasan titik atau pengelasan cacat pada bagian ujung benda kerja yang digunakan untuk mengunci jalur pengelasan yang akan dikerjakan.