

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada era industri 4.0 saat ini ini banyak dijumpai pembuatan produk/komponen yang menggunakan penyambungan material baik di bidang otomotif, manufaktur, perkapalan dan lain-lain. Terdapat berbagai jenis material yang dapat digunakan oleh perusahaan dalam pembuatan sebuah produk, salah satu material yang banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari adalah baja (Ketaren et al., 2019). Paduan baja karbon rendah banyak digunakan untuk konstruksi umum karena mempunyai sifat mampu las dan kepekaan retak hasil pengelasan. Kualitas daerah las hasil pengelasan lebih baik dari logam induk. Baja ST 37 dijelaskan secara umum merupakan baja karbon rendah, disebut juga baja lunak, banyak sekaligus digunakan untuk pembuatan baja batangan, tangki, perkapalan, menara, pesawat angkat dan dalam pemrosesan (Bawazir et al., 2021). Baja ST 37 yang setara dengan AISI 1045 dengan komposisi kimia 0.5% C, 0.8% Mn, dan 0.3% Si, adalah salah satu baja yang dihasilkan untuk pembuatan berbagai komponen (Kirono & Amri, 2013).

Teknik pengelasan memiliki peranan yang sangat penting dalam suatu desain konstruksi. Pengelasan (*welding*) merupakan teknik menyambung dua bagian logam dengan menggunakan cara mencairkan sebagian logam pengisi dengan menggunakan energi panas dan menghasilkan sambungan kontinu (Wardhana Kresno Setya, 2021). Terdapat beberapa metode atau jenis pengelasan yang banyak digunakan antara lain pengelasan busur manual, pengelasan gas metal, pengelasan gas tungsten dan lain – lain. Dari berbagai jenis pengelasan yang ada pengelasan *Metal Active Gas* (MAG) merupakan pengelasan yang sangat efektif untuk penyambungan baja ST37 karena pengelasan MAG menghasilkan panas yang lebih efektif, dan tidak terdapat terak hasil pengelasan yang dapat mengurangi hasil pengelasan. Pengelasan MAG adalah proses pengelasan busur listrik (*arc welding*) dimana bahan tambah diumpungkan oleh satu gulungan kawat elektroda dan dicairkan oleh efek Joule dan busur listrik gas

aktif yang umumnya gas berbasis CO<sub>2</sub> (pengelasan MAG) digunakan sebagai plasma untuk pencetus busur listrik dan sebagai gas pelindung untuk logam pada temperatur tinggi untuk menghindari kontaminasi dengan oksigen dan nitrogen. Generator pengelasan mensuplay energi listrik yang dibutuhkan untuk mencairkan logam dan pencetus busur dan menjaga kesinambungan aliran kawat dan benda kerja yang dilas (Azwinur et al., 2020). Ada banyak faktor yang menentukan kualitas pengelasan, yaitu faktor proses pembuatan, urutan pelaksanaan, alat dan bahan yang dibutuhkan, persiapan proses pengelasan yang meliputi pemilihan elektroda, penunjukan juru las, penggunaan jenis kampuh, dan pemilihan mesin las (Kadafi et al., 2010).

Kesesuaian antara sifat-sifat hasil pengelasan yaitu kekuatan dari sambungan yang akan dilas harus sangat diperhatikan agar hasil dari pengelasan sesuai dengan yang diharapkan (Setiawan, 2019). Uji tidak merusak (*Not Destructive Testing*) adalah proses aktivitas inspeksi terhadap suatu benda atau material untuk mengetahui adanya cacat, retak, atau *discontinuity* lain pada permukaan benda tanpa merusak serta tidak merubah fisik maupun kimianya. Pada dasarnya, test ini dilakukan untuk menjamin bahwa material yang digunakan masih aman dan belum melewati *damage tolerance* (toleransi kerusakan). Terdapat beberapa metode dasar uji tidak merusak (*Not Destructive Testing*) yang bertujuan untuk mendeteksi diskontinuitas dan cacat pada material yang umum digunakan yaitu: pengujian dengan penetrasi cair (*Liquid Penetrant Testing*), pengujian dengan partikel magnet (*Magnet Particel Testing*), pengujian dengan arus melingkar (*Eddy Current Testing*), pengujian dengan gelombang ultrasonik (*Ultrasonic Testing*), pengujian dengan radiografi (*Radiography Testing*). *Destructive Testing* (NDT) adalah suatu instrumen pengujian material tanpa merusak benda yang diuji. Pengujian ini akan digunakan untuk melihat cacat pada material yang diteliti lebih jelas dengan melihat indikasi pada permukaan benda uji setelah disemprotkan *developer* (Yulisa & Razali, 2019).

Kekuatan hasil sambungan las dipengaruhi oleh berbagai faktor, dari segi bentuk kampuh, dan juga pemilihan sudut kampuh las. Sambungan tumpul (Single-V) merupakan jenis sambungan yang paling efisien. Pemilihan besar

sudut pada alur sangat penting, dikarenakan dapat mempengaruhi masukan panas yang berpengaruh pada siklus termal panas terhadap kekuatan hasil pengelasan nantinya (Ivandri et al., 2017).

Berbagai macam kebutuhan sifat mekanik yang dibutuhkan oleh suatu material ialah berbeda-beda. Sifat mekanik tersebut terutama meliputi kekerasan, keuletan, kekuatan, ketangguhan, serta sifat mampu mesin yang baik. Dengan sifat pada masing-masing material berbeda, maka banyak metode untuk menguji sifat apa sajakah yang dimiliki oleh suatu material tersebut (Khotasa, 2016).

Pada penelitian pengaruh sudut variasi sudut kampuh  $V$  dan kuat arus dengan las SMAW pada baja A36 terhadap sifat mekanis mendapatkan hasil dan pengujian dengan menggunakan arus 70A, 90A, dan 110A dengan variasi kampuh  $V$  dengan sudut  $50^{\circ}$ ,  $70^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$  mendapatkan hasil uji tarik maksimal yaitu 495,84 Mpa pada variasi kuat arus 90A dan  $70^{\circ}$ . Pada nilai kekerasan tertinggi pada variasi kuat arus 110A dan dengan sudut  $90^{\circ}$  memiliki nilai 234,5HV (Miftahul Huda ST. MPD & Setiawan, 2016). Selain itu pada penelitian Pengaruh variasi sudut kampuh *bevel groove* terhadap kekuatan tarik material Stainless Steel 304 dengan sampel sudut yang berbeda yaitu  $30^{\circ}$ ,  $35^{\circ}$ , dan  $40^{\circ}$ . diketahui bahwa kekuatan tarik tertinggi terdapat pada material tanpa penyambungan dengan nilai rata-rata kekuatan tarik 63.84 kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada material yang dilas kekuatan tertinggi terdapat pada kampuh bevel dengan sudut  $40^{\circ}$  dengan nilai rata-rata 55.30 kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan tarik terendah terdapat pada kampuh bevel dengan sudut  $35^{\circ}$  dengan rata-rata kekuatan tarik 50.68 kgf/mm<sup>2</sup> (Husnul Fata, Muhammad Razi, 2019).

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas maka perlu dilakukan penelitian terkait pengaruh polaritas dan jenis kampuh terhadap cacat pengelasan, penetrasi dan hasil kekerasan pada Hasil Pengelasan *Metal active gas* Baja ST37. Sehingga dengan dilakukannya penelitian ini akan dapat ditentukan polaritas dan jenis kampuh yang ideal untuk menghasilkan penetrasi hasil pengelasan yang baik, hasil pengelasan yang bebas dari cacat las dan sifat mekanis yang baik pada pengelasan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah berdasarkan uraian latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh polaritas dan jenis kampuh terhadap cacat pengelasan *metal active gas* baja ST37?
2. Bagaimana pengaruh polaritas dan jenis kampuh terhadap penetrasi pengelasan *metal active gas* baja ST37?
3. Bagaimana pengaruh polaritas dan jenis kampuh terhadap kekerasan hasil pengelasan *metal active gas* baja ST37?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh polaritas dan jenis kampuh terhadap cacat pengelasan *metal active gas* baja ST37?
2. Mengetahui pengaruh polaritas dan jenis kampuh terhadap penetrasi pengelasan *metal active gas* baja ST37?
3. Mengetahui pengaruh polaritas dan jenis kampuh terhadap kekerasan hasil pengelasan *metal active gas* baja ST37?

## 1.4 Batasan Masalah

Mengingat terlalu kompleksnya permasalahan yang berkaitan dengan penelitian ini, maka pada penelitian ini penulis membatasi masalah agar permasalahan lebih terfokus. Penelitian ini hanya untuk mengetahui pengaruh polaritas dan jenis kampuh pengelasan MAG pada baja ST37 terhadap cacat pengelasan, penetrasi dan kekerasan. adapun parameter pembatas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Benda kerja

Benda kerja menggunakan baja ST 37 yang dianggap homogen tanpa mengalami perlakuan panas sebelumnya.

2. Kondisi lingkungan pengelasan/ benda kerja

- a. Pengaruh kondisi lingkungan dalam proses pengelasan MAG 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. Tegangan  
Parameter pengelasan MAG seperti tegangan listrik dan kecepatan *wire* dianggap konstan.
  4. Polaritas pengelasan  
Polaritas pengelasan dibatasi DCEN dan DCEP
  5. Kecepatan pengelasan  
Kecepatan pengelasan ini dibatasi 1,5 mm/s
  6. Arus pengelasan  
Arus pengelasan dalam penelitian ini dibatasi 75 Amphere
  7. Posisi pengelasan  
Posisi pengelasan dalam penelitian ini ditentukan adalah sambungan tumpul posisi 1 G
  8. Jenis kampuh  
Jenis kampuh pengelasan dalam penelitian ini ditentukan kampuh V dengan sudut  $60^{\circ}$ , kampuh V dengan sudut  $70^{\circ}$ , dan X
  9. Hasil pengelasan  
Hasil pengelasan dianggap homogen antara arah kanan dan kiri.

### 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 polaritas dan bentuk kampuh pengelasan MAG pada baja ST37 terhadap cacat pengelasan, penetrasi dan kekerasan,

2. Bagi akademisi, hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bentuk referensi dan bukti *empiric* kontribusi ilmiah tentang pengaruh polaritas dan bentuk kampuh pengelasan MAG pada baja ST 37 terhadap cacat pengelasan penetrasi dan kekerasan, 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 MAG baja ST 37. dengan hasil yang baik dalam hal cacat pengelasan, penetrasi dan kekerasan.

## 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 sesuaidengan 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 peneglasan 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 diguakan 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 beda 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.