

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Baja merupakan salah satu material logam ferro yang banyak diaplikasikan dalam beberapa industri yang banyak berkembang pada saat ini. Baja memiliki sifat yang yang mudah dilakukan proses pemesinan, mudah dibentuk, mudah di las dan memiliki sifat mekanis yang banyak dibutuhkan untuk proses industri. Pemilihan jenis pengelasan ditentukan berdasarkan jenis baja untuk pipa tekan, rentang kekuatan tarik dan kekuatan luluh, yang dipengaruhi oleh kandungan karbon, dan gas lindung yang digunakan untuk meminimalisir terjadinya cacat pengelasan. Pada akhir akhir ini jenis baja yang banyak digunakan adalah jenis baja ASTM A53. Baja ASTM A53 memiliki komposisi material karbon 0,30 %, mangan 1,20 %, fosfor 0,05%, belerang 0,045%, tembaga 0,40%, nikel 0,40%, cromium 0,40%, molybdenum 0,15%, vanadium 0,08%. memiliki sifat mekanis baik, temperatur deformasi kecil, mampu las (*weldability*), anti-kelelahan (*fatigue*) dan kualitas permukaan yang baik, baja ASTM A 516 Grade 70 banyak digunakan untuk *boiler* dan bejana tekan (Macsteel,2000). Baja ASTM A53 adalah jenis baja karbon rendah dengan kandungan karbon sebesar 0,25% dan merupakan jenis material baja yang banyak digunakan untuk aplikasi pipa bertekanan, bejana tekan atau boiler. Jenis baja ASTM A53 ini biasanya digunakan sebagai media atau pipa untuk distribusi uap, air dan gas. (Arsyad, H. & Suhardi. 2011).

Proses pengolahan fabrikasi logam baja sangatlah beragam cara/tekniknya. Teknik pengolahan fabrikasi logam baja yang banyak dilakukan adalah penyambungan dengan menggunakan panas pengelasan. Pengelasan banyak digunakan dalam pengolahan baja/ fabrikasi logam baja. Pekerjaan yang dapat dilakukan dengan menggunakan pengelasan adalah pada proses penyambungan. Proses pengelasan merupakan teknik penyambungan logam yang dilakukan dengan menggunakan energi panas yang dapat mencairkan sebagian logam induk dan logam isi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah sehingga menghasilkan sambungan logam yang kontinue (Wiryo Sumarto, 1996). Jenis pengelasan dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu jenis pengelasan

lebur dan jenis pengelasan padat (Wiryosumarto dan Okumura, 2000). Proses pengelasan yang banyak digunakan untuk proses pengerjaan bahan baja karbon sedang seperti baja ASTM A 53 yang diaplikasikan fungsi industri adalah jenis pengelasan adalah *Metal Active Gas* (MAG).

Hasil penyambungan logam dengan menggunakan pengelasan tidak selalu memberikan hasil yang baik atau memenuhi standart penggunaan bahan yang diizinkan. Proses penyambungan logam dengan pengelasan MAG merupakan salah satu dari teknik pengolahan logam yang tidak terlepas dari suatu proses rekayasa dan reparasi struktur makro dan struktur mikro dari sebuah logam melalui panas yang ditimbulkan dari lompatan muatan listrik dan gas pelindung. Proses persiapan pengerjaan pengelasan/ pre treatment, proses pengerjaan/ pelaksanaan pengerjaan pengelasan dan perlakuan pasca pengerjaan pengelasan atau post treatment terhadap pengolahan manufaktur dari sebuah logam yang disambung menggunakan proses/ teknik pengelasan dapat menentukan/ mempengaruhi kualitas dari hasil pengerjaan menggunakan teknologi pengelasan tersebut. Untuk mendapatkan hasil pengelasan yang berkualitas baik atau sesuai standart penggunaan logam maka perlu memperhatikan beberapa hal antara lain pemilihan elektroda atau bahan tambah, jenis gas lindung, jenis pengelasan, parameter pengelasan, juru las, jenis material yang akan dilakukan proses pengelasan, dan media/ metode pendingin hasil penyambungan dengan pengelasan pada material tersebut.

Hasil penyambungan baja ASTM A53 dengan menggunakan pengelasan jenis MAG sangat terkait/ berhubungan dengan sifat mekanis yang ditimbulkan dan cacat yang mungkin akan muncul dalam proses penyambungan dengan pengelasan. Percepatan proses pendinginan hasil pengelasan akan membentuk struktur fasa martensit kasar, struktur fasa martensit yang terbentuk ini memiliki karakter sifat mekanis yang keras dan juga getas, Media pendingin yang memiliki tingkat kerapatan rendah, maka laju pendinginan akan berlangsung dengan lebih lambat hal ini terjadi karena karena perpindahan panas tidak dapat berlangsung dengan mudah pada molekul-molekul yang memiliki jarak kerapatan yang besar, sehingga proses perpindahan panas yang terjadi dengan lambat akan

membentuk struktur logam dengan sifat mekanis yang keras dan juga ulet (Made Angga Priadi, I Nyoman Pasek Nugraha, dan Gede Widayana. 2017).

Media atau cairan pendingin yang lazim untuk mendinginkan specimen pada proses pengelasan antara lain oli, air, air laut, larutan garam, dll. Dalam aplikasi pemakaiannya, semua baja akan terkena pengaruh gaya luar berupa tegangan-tegangan gesek, tarik, maupun tekan sehingga menimbulkan deformasi atau perubahan bentuk. Usaha menjaga baja agar lebih tahan gesekan, tarikan atau tekanan adalah dengan mengeraskan baja tersebut, yaitu salah satunya dengan perlakuan pendingin. Berdasarkan dari hasil pengujian kekerasan didapatkan nilai kekerasan pada logam induk, daerah HAZ dan logam Las dimana tingkat kekerasan yang tertinggi atau terbesar diperoleh pada proses pendinginan dengan udara bebas dibandingkan dengan proses pendinginan menggunakan media pendingin air dan media pendingin oli pada hasil pengelasan menggunakan proses pengelasan *oxy acetylene welding* (OAW) (Made Angga Priadi, I Nyoman Pasek Nugraha, dan Gede Widayana. 2017).

Kualitas pengelasan yang baik tentunya diperlukan suatu metode pengelasan yang sesuai. Salah satunya adalah metode pengelasan Metal Active Gas (MAG). Pengelasan MAG merupakan suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan elektroda sebagai bahan tambahannya dan gas pelindung berupa karbondioksida dengan melalui proses pencairan. Fungsi gas pelindung pada proses MAG yaitu melindungi dari proses oksidasi karena pengaruh udara luar dapat memberikan pengaruh pada kualitas las, jenis gas yang digunakan yaitu gas argon, helium. Pengelasan MAG banyak digunakan, karena proses pengelasan ini disamping menghasilkan sambungan yang kuat juga mudah digunakan (Setiawan, 2016). Baja yang dihasilkan dari proses *quenching* menjadi rapuh dan memerlukan pemanasan lanjut sebelum digunakan. Proses *quenching* yaitu proses pemanasan pada suhu, kecepatan dan waktu tertentu agar temperature merata, lalu didinginkan dengan media pendingin. Namun, dari proses *quenching* tersebut sering terjadi *cracking*, distorsi dan ketidakseragaman kekerasan yang diakibatkan oleh perbedaan cairan pendingin. (Bates & Clinton, 1993).

Semakin tinggi densitas atau masa jenis suatu cairan/ media pendingin, maka semakin cepat pula proses pendinginan yang dapat dilakukan. Media/ cairan

yang memiliki densitas atau masa jenis yang tinggi akan memberikan daya pendinginan yang tinggi sehingga dapat mengakibatkan baja menjadi getas/ peningkatan kekerasan material. Waktu tahan / holding time yang terlalu pendek akan menghasilkan kekerasan yang rendah, hal ini disebabkan tidak cukupnya jumlah unsure karbida yang terlarut dalam media pendingin / cairan pendingin, sedangkan jika waktu penahanan / holding time yang diberikan terlalu lama, maka transformasi unsure struktur logam akan terjadi namun hal ini juga akan diikuti dengan terjadinya pertumbuhan butir-butir yang dapat menurunkan nilai ketangguhan suatu bahan (Thelning, 1984).

Berdasarkan kajian terhadap penelitian terdahulu tentang proses pendinginan atau penggunaan media pendingin setelah proses pengelasan dan permasalahan berupa kekerasan dan cacat pengelasan yang terjadi pada pengelasan baja ASTM A53 maka perlu dilakukan penelitian penggunaan variasi media pendingin berupa air, *coolant*, dan oli terhadap kekerasan dan cacat pengelasan baja ATM A53, dengan dilakukannya penelitian ini akan dapat ditentukan proses pendinginan hasil pengelasan yang baik atau yang ideal untuk meningkatkan kekerasan hasil pengelasan yang baik dan hasil pengelasan yang bebas dari cacat pengelasan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Perumusan masalah dalam penelitian berdasarkan uraian latar belakang yang di paparkan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi cairan pendingin pada pengelasan MAG terhadap kekerasan pada baja ASTM A53 ?
2. Bagaimana pengaruh cairan pendingin pada pengelasan MAG terhadap cacat pengelasan pada baja ASTM A53 ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

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

1. Mengetahui pengaruh variasi cairan pendingin pada pengelasan MAG terhadap kekerasan pada baja ASTM A53.
2. Mengetahui pengaruh cairan pendingin pada pengelasan MAG terhadap cacat pengelasan pada baja ASTM A53.

#### 1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini merupakan penelitian kompleks dimana akan ada banyak factor/ kondisi yang dapat mempengaruhi hasil dari penelitian yang akan disimpulkan. Mengingat terlalu kompleksnya/ banyaknya permasalahan yang berkaitan atau mempengaruhi terkait hasil yang dituju dalam penelitian ini yaitu berupa nilai kekerasan dan cacat hasil pengelasan sebagaimana tujuan yang telah direncanakan dari penelitian ini, maka pada penelitian ini penulis memberikan batasan – batasan permasalahan agar hasil dapat lebih terfokus sebagaimana perencanaan dan dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam melakukan pembahasan hasil penelitian. Penelitian ini bertujuan hanya untuk mengetahui *pengaruh* variasi cairan pendingin pada pengelasan MAG terhadap Baja ASTM A53, adapun parameter – parameter atau batas / batasan masalah dalam penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Benda kerja  
Benda kerja menggunakan baja ASTM A53 yang dianggap homogen tanpa mengalami perlakuan sebelumnya.
2. Kondisi lingkungan pengelasan/ benda kerja
  - a. Pengaruh kondisi lingkungan dalam proses pengelasan MAG seperti tekanan udara dalam ruangan, panas ruangan dan lain lain dianggap tidak berpengaruh.
  - b. Material pengotor atau material asing pada benda kerja ataupun elektroda yang masuk selama proses pengelasan dianggap tidak ada atau diabaikan.
3. Parameter pengelasan  
Parameter pengelasan MAG seperti arus, tegangan listrik dan kecepatan ayunan dianggap konstan. Adapun parameter pengelasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengelasan MAG posisi 1G, bentuk kampuh V, menggunakan elektroda ER70S diameter 0.8 mm untuk root, isi dan capping.

#### 4. 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 Akademisi, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dan bukti *empiric* sebagai kontribusi ilmiah tentang pengaruh cairan pendingin pada pengelasan MAG terhadap kekerasan serta cacat pengelasan pada baja ASTM A53, serta menjadi bahan pustaka bagi Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro.
2. Bagi peneliti, dapat memberikan manfaat menambah wawasan dan pengetahuan, serta sebagai wujud nyata kemampuan untuk menganalisis pengaruh cairan pendingin pada pengelasan metal aktif gas terhadap kekerasan dan cacat pengelasan pada baja ASTM A53.
3. Bagi praktisi, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu referensi atau informasi untuk mendapatkan hasil pengelasan dengan kualitas terbaik terutama pada pengelasan metal aktif gas pada baja ASTM A53.

### 1.6. Definisi Istilah

Beberapa definisi istilah – istilah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

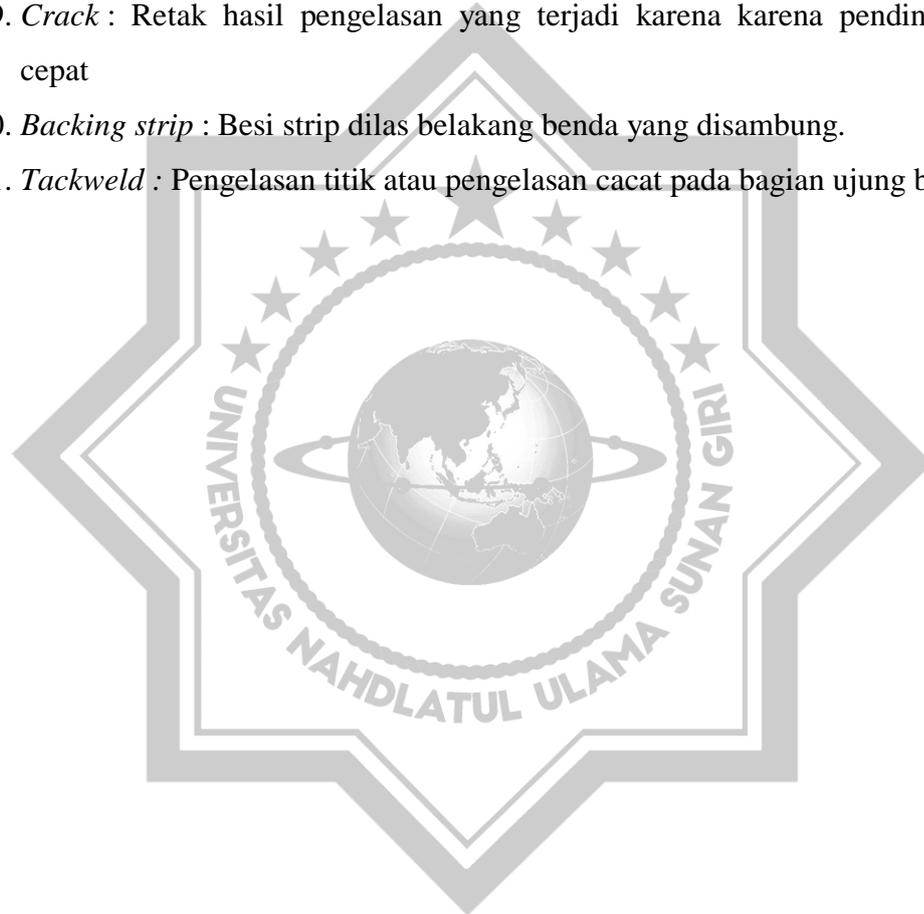
1. *Quenching* : Yaitu proses pemanasan pada suhu, kecepatan dan waktu tertentu agar temperature merata, lalu didinginkan dengan media pendingin.
2. *Ferite* : merupakan larutan yang terbentuk dari unsure karbon dan unsur paduan lainnya pada besi berbentuk kubus pusat badan. Fasa ferit terbentuk dari proses pendinginan yang lambat dari fasa austenit baja hypotektoid pada saat mencapai daerah A3.
3. Sementit : merupakan senyawa dari unsure paduan besi dengan unsure karbon yang umum dikenal sebagai karbida besi dengan persentase karbon 6.67 % C.
4. Perlit : Merupakan campuran fasa sementit dan ferit yang terbentuk pada temperatur dibawah baja eutektoid dengan nilai kekerasan yang lebih rendah

dan memerlukan waktu inkubasi yang lebih lama.

5. Bainit : merupakan fasa yang diperoleh dari fasa austenit yang terbentuk pada temperatur yang lebih rendah dari temperatur transformasi ke perlit dan lebih tinggi transformasi ke fasa martensit.
6. *Martensite* : Yaitu struktur logam baja yang di peroleh dari transformasi austenite pada laju pendinginan cepat
7. ASTM : *American Standard Testing and Material*
8. Arus AC : Jenis / bentuk arus listrik yang mengalir di mana besar dan arah arus dapat berubah secara bolak-balik.
9. Arus DC : Jenis / bentuk arus listrik yang mengalir pada rangkaian listrik dengan satu arah saja.
10. 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.
11. Elektroda : Bahan tambah yang digunakan dalam proses pengelasan. Elektroda ini memiliki karakter dan jenis yang berbeda – beda sesuai dengan jenis pengelasan dan sambungan yang dikerjakan atau sesuai dengan bahan yang akan disambung menggunakan pengelasan. Istilah elektroda 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.
12. *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*.
13. 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.
14. Logam Induk (*Base Metal*) : merupakan logam yang akan dilas. yang tidak terpengaruh panas peneglasan ataupun logam pengelasan.

15. Logam Las (*Weld Metal*) : Perpaduan antara logam induk dan bahan pengisi/ elektroda yang mencair bersama dalam proses panas pengelasan.
16. Logam Pengisi : Bahan yang digunakan dari luar untuk mengisi kampuh atau rongga – rongga logam induk.
17. Manik Las : Hasil proses pengelasan dari logam las yang terdapat pada atas pelat.
18. Penetrasi : Kedalaman penembusan logam las yang melebihi batas logam induk.
19. Sambungan Las : bagian dari logam induk yang akan disambung dan tempat terjadinya pencairan logam induk.
20. *Ferit acicular* : Mikro dari ferit pada baja yang ditandai dengan berbentuk jarum kristal atau biji-bijian bila dilihat dalam dua dimensi.
21. Sambungan Las : merupakan bagian dari logam induk yang akan disambung dan tempat terjadinya pencairan logam induk.
22. *Slag* : merupakan terak hasil pengelasan
23. *Path of molten metal* : Cairan elektroda yang jatuh pada benda kerja
24. *Protective gases*, : Gas-gas pelindung dalam proses pengelasan
25. *Arc length* : Jarak antara benda kerja dengan elektroda
26. *Weld metal* : Logam hasil pengelasan (hasil las)
27. *Sealing run* : Jalur pengisi di bagian belakang dan depan
28. *Sealing weld* : Jalur hasil pengelasan/ pengisi
29. *Excess/Reinforcement* : Tinggi logam hasil pengelasan
30. *Toe* merupakan : Kaki jalur las
31. *Weld metal merupakan* : Logam las ( hasil las )
32. *Root* : Proses pembuatan akar las/las awal
33. *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.
34. *Fill* : Pengisian lasan hingga mendekati bibir base material bagian atas, kalau bahasa kita diisi hingga hampir penuh.

35. *Capping* : Proses pengeasan pada bagian permukaan beda kerja/ pengelasan pada layer terakhir sambungan *butt joint*.
36. *Undercut* : Cacat pengelasan pada Takik las dimana logam induk (termakan) oleh busur pengelasan.
37. *Slag inclusion* : Terak hasil pengelasan yang terjebak didalam logam las.
38. *Lack of fusion* : Bagian logam induk yang tidak berpadu/fusi.
39. *Crack* : Retak hasil pengelasan yang terjadi karena karena pendinginan cepat
40. *Backing strip* : Besi strip dilas belakang benda yang disambung.
41. *Tackweld* : Pengelasan titik atau pengelasan cacat pada bagian ujung benda



# UNUGIRI