

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

1.1 Tinjauan Pustaka

Alumunium merupakan jenis logam *non ferrous* yang memiliki ketahanan korosi yang baik, ringan, kekuatan tarik atau *tensile strength* yang baik,serta memiliki sifat mampu las yang baik. Berdasarkan sifat tersebut maka alumunium banyak digunakan dalam berbagai macam industri seperti industri perkapalan karena sifat tahan korosinya. Alumunium yang sering digunakan adalah alumunium dengan seri AA5052. Banyak penelitian yang menggunakan alumunium tersebut dalam macam- macam pengelasan , adapun sifat mekanisnya ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Alumunium AA5052 (Kumbhar dan Bhanumurthy, 2012)

| Material | UTS (MPa) | YS (MPa) | <i>Elongation</i> (%) | <i>Hardness</i> (VHN) |
|----------|--------------|-------------|--------------------------|--------------------------|
| AA5052 | 262 | 214 | 10 | 80 |

Metode pengelasan yang sering digunakan pada alumunium adalah MIG (*Metal Inert Gas*) atau disebut juga GMAW (*Gas Metal Arc Welding*). Pengelasan ini menggunakan gas pelindung untuk mencegah terbentuknya lapisan oksida yang dapat mengganggu proses pengelasan dan meminimalisir terjadinya cacat pengelasan yang dapat mengurangi kekuatan las pada alumunium. Cacat las yang sering terjadi pada pengelasan alumunium adalah *porosity*, *crack*, *incomplete penetration* dan *worm hole*.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk mengetahui cacat pada bagian pengelasan adalah sebagai berikut :

Warman (2017), telah melakukan penelitian tentang cacat las menggunakan *radiography* pada pipa *stainless steel* dengan seri A268 TP 410. Material tersebut tergolong material yang mahal yang digunakan pada PDAM maka perlu dilakukan inspeksi lebih detil untuk meminimalisir kerusakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi cacat cacat las yang berada di dalam lasan tanpa merusak spesimen dengan *radiography*. Hasil yang diperoleh dan paling vital pada las pipa A268 TP 410 adalah *Clustered Porosity* (42,3%), *Incomplete Penetration* (30,8%), *Slag Inclusion* (23,1%) dan *crack* (3,8%). Diagram pareto menunjukkan bahwa cacat yang paling banyak adalah *Clustered Porosity* yaitu sebanyak 42,3% sehingga dapat menjadi potensi kegagalan dalam lasan. Faktor yang menyebabkan CP antara lain lapisan galvanis, kelembapan, faktor lingkungan dan belerang. Faktor lain yang menyebabkan terjadinya *Incomplete Penetration* yang berpotensi *Crack*.

Junus (2011), melakukan penelitian tentang cacat porositas dan struktur mikro hasil pengelasan MIG dengan variasi kecepatan aliran gas dan material yang digunakan adalah aluminium dengan seri AA5083. Penelitian ini dilakukan dengan variasi kecepatan aliran gas argon sebesar 12 liter/menit, 19 liter/menit dan 38 liter/menit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lebih lanjut tentang cacat las *porosity* dan pengaruhnya terhadap sifat hasil lasan yang dihasilkan dengan variabel yang telah ditentukan, cacat ini perlu diteliti lebih lanjut karena *porosity* dapat menurunkan sifat mekanis hasil lasan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah besar aliran gas argon yang dipakai sangat berpengaruh terhadap cacat *porosity* yang dihasilkan, dengan kecepatan 12 liter/ menit dan 19 liter/menit terdapat indikasi cacat *porosity* sedangkan pada kecepatan 38 liter/menit tidak terdapat indikasi cacat yang terjadi. Pada struktur mikro diperoleh semakin besar laju aliran argon maka banyak partikel magnesium silikat yang dapat meningkatkan kekuatan material. Hasil pengujian tarik juga menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan aliran maka kekuatan tariknya meningkat, hal itu ditunjukkan dengan kekuatan tertinggi terdapat pada kecepatan 38 liter/menit sebesar 182.94 MPa dan terendah pada kecepatan 12 liter/ menit sebesar 51.150 MPa.

1.2 Dasar Teori

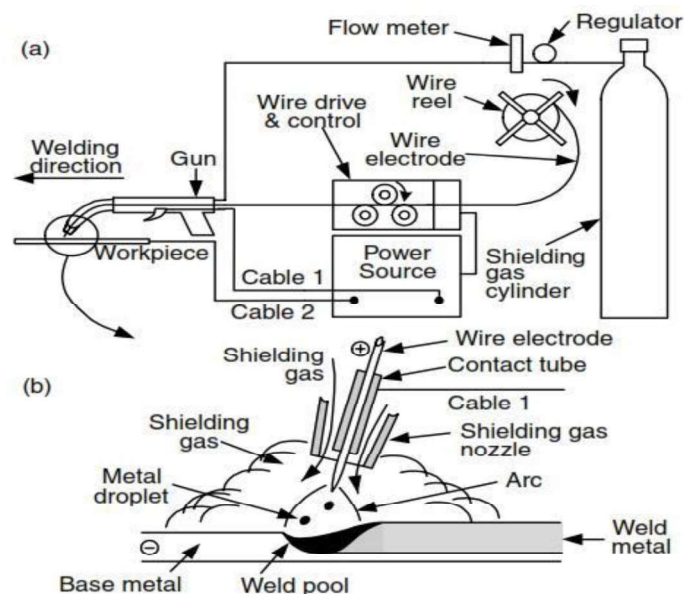
2.2.1 MIG (*Metal Inert Gas*)

MIG (*Metal Inert Gas*) atau yang sering disebut juga GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) merupakan salah satu bentuk metode penyambungan logam yang menggunakan busur listrik sebagai sumber terbentuknya panas untuk melelehkan filler adar menyatu dengan logam induk. Selain itu las MIG juga menggunakan inert gas sebagai pelindung dalam pengelasan (Junus, 2011).

Gas yang digunakan sebagai pelindung antaralain :

- Gas Argon (Ar)
- Gas Helium (He)
- Campuran helium dan argon (75% He, 25% Ar)
- Campuran helium, argon, dan hidrogen

Skema pengelasan MIG dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Proses pengelasan MIG (a) Skema pengelasan MIG (b) Detail area pengelasan (Kou, 2003)

Cara kerja pengelasan MIG ini adalah menggunakan panas yang dihasilkan oleh busur las, yang terbentuk antara elektroda kawat (*wire elektroda*) dengan bahan las. Selama pengelasan berlangsung elektroda akan mencair dan membentuk butiran las (*Weld baeds*). Fungsi gas pelindung pada pengelasan ini adalah untuk mencegah terjadinya oksidasi selama proses pematatan (*Solidification*).

2.2.2 Parameter pengelasan

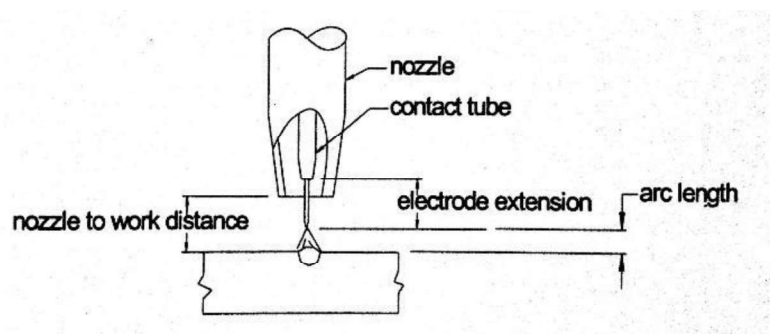
Parameter yang perlu diperhatikan agar mendapatkan sambungan las yang sesuai keinginan dan baik. Adapun parameter yang digunakan adalah :

a. Arus pengelasan (A)

Parameter ini berpengaruh langsung terhadap penetrasi logam las, area HAZ, bentuk manik las dan penyatuan logam induk. Penggunaan arus yang semakin tinggi akan semakin memperdalam penetrasi yang terjadi dan memperlebar daerah HAZ. Selain itu arus yang tinggi juga mempengaruhi logam induk untuk mencair dengan cepat.

b. Tegangan Pengelasan (V)

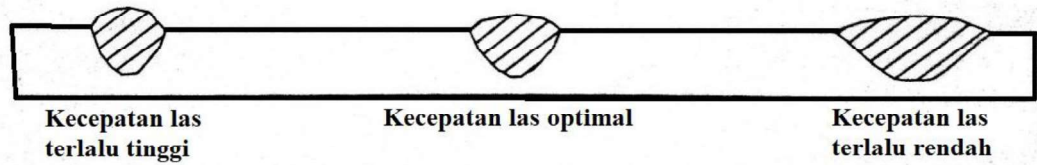
Parameter ini berbanding lurus dengan ketinggian busur las. Semakin tinggi jarak elektroda terhadap permukaan spesimen maka tegangan yang terjadi akan naik dan arus pengelasan akan turun. Dalam hal ini perubahan arus tidak langsung berpengaruh pada penetrasi pengelasan. Jarak elektroda terhadap permukaan spesimen dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Jarak elektroda terhadap spesimen (Mandal, 2005)

c. Kecepatan pengelasan

Parameter ini sangat berpengaruh terhadap penetrasi las, pelebaran las, dan stuktur pengelasan. Apabila arus pengelasan ditingkatkan maka energi yang diberikan akan berlebih sehingga mempercepat proses pencairan pada ujung elektroda. Maka dari itu sangat penting untuk dilakukan penyeimbangan kecepatan pengelasan dan kecepatan pencairan *filler* las agar tidak terjadi penumpukan cairan logam las. Bentuk hasil las berdasarkan kecepatan dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 bentuk hasil manik las sesuai dengan kecepatan pengelasan (Mandal, 2005).

2.2.3 Paduan Alumunium AA5052

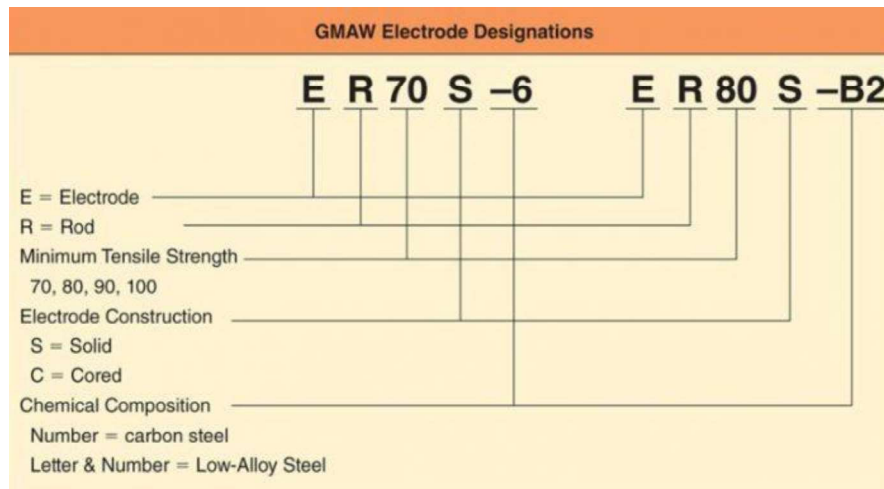
Alumunium dengan seri AA5052 adalah logam paduan antara alumunium dan magnesium sebagai paduan utamanya. Karena kandungan logam tersebut paduan Al-Mg ini memiliki sifat tahan korosi air laut dan memiliki sifat mampu las yang baik (Harsono dan Okumura, 2000). Paduan AA5052 memiliki sifat mampu tempa, dapat diroll, dan dapat diekstrusi. Sifat fisis paduan ini dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Sifat-sifat mekanis AA5052

| Keadaan | Kekuatan tarik (Kgf/mm ²) | Kekuatan mulur 0.2% (Kgf/mm ²) | Perpanjangan (%) | Kekuatan geser (Kgf/mm ²) | Kekerasan brinell | Batas lelah 5x10 ⁸ (Kgf/mm ²) |
|---------|---------------------------------------|--|------------------|---------------------------------------|-------------------|--|
| O | 21,9 | 8,4 | 30 | 12,7 | 45 | 12,0 |
| H38 | 28,8 | 25,3 | 8 | 16,9 | 85 | 13,4 |

2.2.4 Elektroda Las MIG

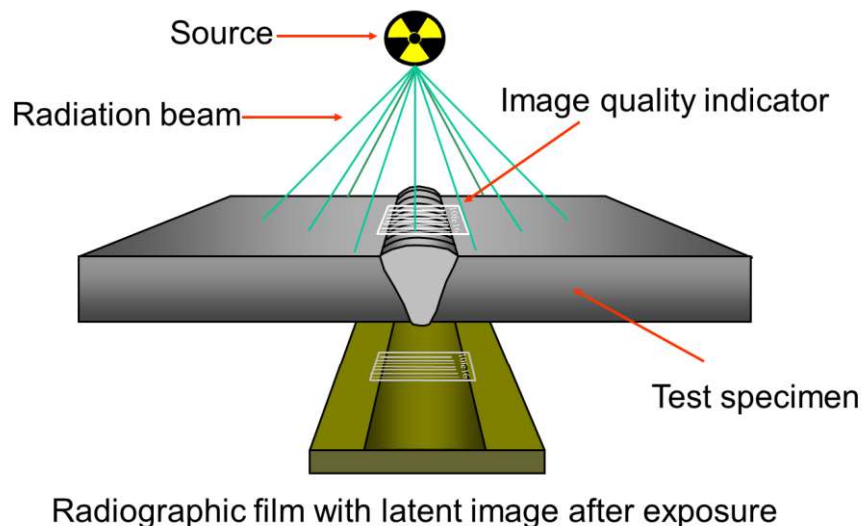
Eektroda yang digunakan pada pengelasan MIG merupakan jenis elektroda *consumable* atau elektroda yang dapat habis jika digunakan. Elektroda pada pengelasan MIG berupa gulungan kawat atau *filler* yang digerakkan oleh motor untuk dapat terus bergerak mengisi sambungan las saat proses pengelasan dilakukan (Messler, 1999). Proses pengelasan AA5052 sering digunakan elektroda dengan tipe ER 5356. Contoh pembacaan kode filler dapat dilihat pada gambar 2.4 sebagai berikut.



Gambar 2.4 Pembacaan kode *filler* pengelasan MIG (Sumber gambar : <https://www.pengelasan.net/kode-kawat-las/>)

2.2.5 Uji Radiografi

Uji radiografi merupakan uji tak merusak benda uji atau NDT dengan cara menembakkan sinar X yang dipenetrasikan pada hasil lasan untuk mendeteksi adanya cacat internal dan hasilnya direkam dalam bentuk bayangan pada media perekam film fotografi. Skema uji radiografi dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Skema uji radiografi (Sumber gambar : <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/non-destructive-testing-in-aerospace-defense-market>)

Film yang sudah dilakukan penembakan terlebih dahulu dilakukan pemrosesan untuk mendapatkan bayangan yang permanen. Radiasi yang diteruskan hasilnya bergantung pada tebal benda uji atau jenis material yang digunakan. Bagian yang lebih gelap menandakan intensitas radiasi yang tinggi dan pada bagian yang terang menandakan intensitas radiasi rendah. Perbedaan gelap terang ini yang menandakan adanya cacat internal yang terjadi dalam pengelasan tersebut (Warman, 2017).

2.2.6 Cacat pengelasan pada radiografi

Cacat las dapat diartikan sebagai cacat las yang diakibatkan adanya ketidaksambungan atau *diskontinuitas* pada sambungan las. Cacat ini dapat diakibatkan oleh suatu sebab dari proses pengelasan seperti tidak homogenya sifat fisis, metalurgi, fisik material dan juga bisa disebabkan oleh faktor luar. Contoh cacat pengelasan berdasarkan (Suryaningsih dan Rasyid, 2017) dapat dilihat sebagai berikut :

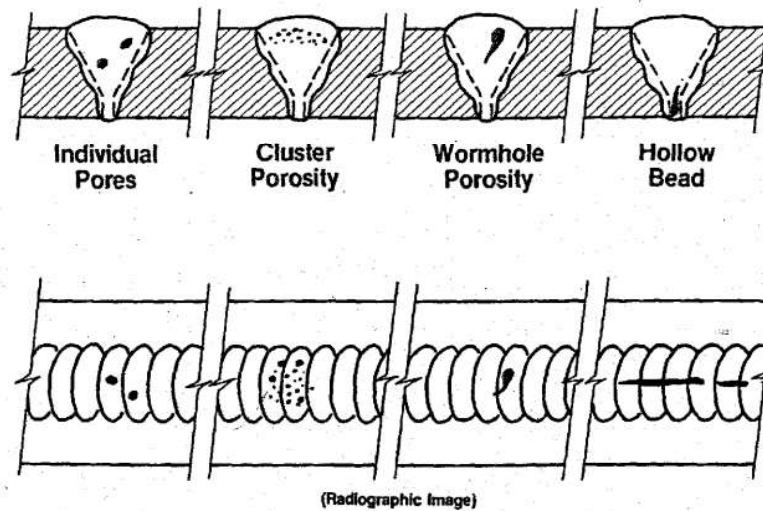
a. Porositas

Merupakan cacat las yang disebabkan karena adanya gas yang terjebak selama proses pendinginan.

Porositas dapat dibagi berdasarkan distribusinya :

- *Isolated porosity*, adalah porositas yang distribusinya cukup berjauhan antarai porositas satu dengan yang lain.
- *Clustered Porosity*, adalah porositas yang mengumpul dan terpisah dengan kelompok lain.
- *Distributed porosity*, adalah porositas yang tersebar merata dan *uniform* pada sepanjang lasan dengan ukuran yang berbeda.
- *Linear porosity*, adalah porositas yang distribusinya tersebar segaris.

- *Elongated cavity*, adalah porositas dengan bentuk memanjang pada kedua ujungnya membulat.



Gambar 2.6 Porositas (*Radiographic film interpretation of weldments, 1998*)

b. *Lack of fusion*

Cacat ini terjadi pada dinding perbatasan antara *weld metal* dengan logam induk.

c. *Crack*

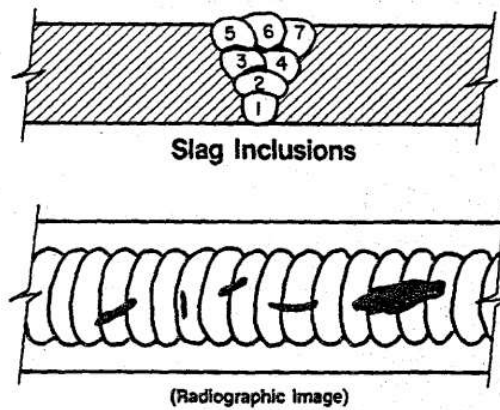
Diskontinuitas yang terjadinya pecah pada fasa padat yang terjadi secara lokal. Cacat ini dapat terjadi karena gangguan saat pembekuan atau akibat tegangan.

d. *Incomplete penetration*

Terjadi karena penetrasi yang kurang sempurna pada *root* atau akar las di sepanjang hasil las

e. *Slag inclusion*

Cacat yang terjadi karena terdapat logam non-metalik yang terperangkap dalam lasan.



Gambar 2.7 *Slag inclusion (Radiographic film interpretation of weldments, 1998)*

2.2.7 Uji Mikro porositas

Pengujian ini dilakukan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 100x hingga 200x. Dengan pengujian ini dapat diamati bentuk kristal logam, diskontinuitas, kerusakan logam akibat deformasi dan perbedaan komposisi. Terdapat beberapa tahapan sebelum dapat dilakukan pengujian ini antarlain pemotongan plat, pengamplasan permukaan, pemolesan, dan dietsa.