

# LAPORAN PENELITIAN



## PENGARUH DEBIT GAS ARGON PADA PENGELASAN TIG ANTARA BAJA TAHAN KARAT DENGAN BAJA KARBON TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN CACAT LAS

Oleh :

**Aan Ardian, SPd.**

**NIP. 132 304 811**

**ardian@uny.ac.id**

**Heri Wibowo, ST. MT.**

**NIP. 132 231 618**

DIBIYAI OLEH DANA DIK-S UNY  
DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN  
NOMOR : 2128d/J35.15/PNBP/KU/2005

FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2006



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK**

Alamat Karangmalang, Yogyakarta 55281  
Telepon (0274)586168 psw. 276,289,292, (0274) 540 715, 586734 (Dekan)Fax (0274)  
586734

---

**LEMBAR PENGESAHAN**

1. Judul penelitian : **PENGARUH TEKANAN GAS ARGON PADA  
PENGELASAN TIG ANTARA BAJA TAHAN KARAT DENGAN BAJA  
KARBON TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN  
CACAT LAS.**

direvisi dengan judul :  
**PENGARUH DEBIT GAS CARBON DIOKSIDA PADA  
PENGELASAN MAG (METAL, AKTIVE, GAS) ANTARA  
BAJA TAHAN KARAT DENGAN BAJA KARBON  
TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN CACAT LAS**

2. Kepala Proyek Penelitian:

- a. Nama Lengkap : Aan Ardian, Spd.
- b. NIP : 132 304 811
- c. Pangkat/Gol : Penata Muda/ IIIa
- d. Jabatan Sekarang : Dosen Pengajar (Asisten Ahli)
- e. Pengalaman Penelitian : 1 x
- f. Fakultas/ Jurusan : Teknik/ Pendidikan Teknik Mesin
- g. Universitas : Universitas Negeri Yogyakarta

3. Jumlah Tim peneliti : 2 orang

4. Lokasi Penelitian : Bengkel Fabrikasi dan Lab. Bahan Teknik Mesin UNY

5. Kerjasama :

- a. Nama Instansi (kalau ada) : -
- b. Alamat : -

6. Jangka Waktu Penelitian : 4 bulan

7. Biaya yang diperlukan : Rp 2.000.000 (dua juta rupiah)

---

Mengetahui

Yogyakarta, 17 Januari 2006

Dekan FT UNY,

Ketua Jurusan Mesin

Peneliti

Prof. Dr. H Sugiyono  
NIP. 130 693811

Drs. Widarto, MPd.  
NIP. 131 803 327

Aan Ardian, SPd.  
NIP. 132 304 811

## PRAKATA

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Laporan Penelitian Latihan ini.

Laporan penelitian ini semula berjudul “PENGARUH TEKANAN GAS ARGON PADA PENGELASAN TIG ANTARA BAJA TAHAN KARAT DENGAN BAJA KARBON TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN CACAT LAS”, namun karena kendala mesin TIG yang tidak bisa mengelas bahan dissimilar metal dengan sempurna, maka mesin las yang dipakai pada penelitian ini menggunakan jenis mesin las MAG dengan gas yang dipakai gas CO<sub>2</sub>. Judul penelitian yang kami lakukan menjadi “PENGARUH DEBIT GAS KARBON DIOKSIDA PADA PENGELASAN MAG (*METAL, AKTIVE GAS*) ANTARA BAJA TAHAN KARAT DENGAN BAJA KARBON TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN CACAT LAS”.

Laporan ini dapat diselesaikan dengan baik atas bantuan dan dorongan dari beberapa pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sedalam-dalamnya kepada semua yang terlibat baik secara langsung atau tidak langsung dalam penyusunan laporan ini.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin dan dilakukan secara hati-hati, namun kami menyadari bahwa hasilnya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran senantiasa diharapkan untuk kesempurnaan tulisan ini.

Semoga laporan ini dapat memberi manfaat dan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya dan pembaca pada khususnya.

*Penulis*

# **PENGARUH DEBIT GAS KARBON DIOKSIDA PADA PENGELASAN MAG (METAL, AKTIVE GAS) ANTARA BAJA TAHAN KARAT DENGAN BAJA KARBON TERHADAP KEUATAN BENDING DAN CACAT LAS.**

Oleh :Aan Ardiana, SPd. Dan Heri Wibowo, ST. MT

## ***Abstrak***

Pada industri konstruksi, pemakaian laa MAG (*Metal, Aktive Gas Welding*) untuk penyambungan konstruksi sudah banyak dipakai. Las MAG ini termasuk jenis las MIG yang memakai gas CO<sub>2</sub>, bukan gas Argon atau Helium. Debit gas CO<sub>2</sub> yang dipakai selama proses pengelasan sangat mempengaruhi kualitas las yang berfungsi sebagai gas pelindung. Jika debit gas CO<sub>2</sub> pada pengelasan MAG kurang besar maka hasil pengelasan akan terlihat lebih banyak porositas (lubang halus) yang bisa dianggap sebagai cacat.

Untuk mengendalikan kualitas hasil lasan diantaranya dengan meneliti debit gas CO<sub>2</sub> yang paling optimal pada bahan *dissimilar metal* sehingga cacat las dan kekuatan las dapat memenuhi standar uji. Dua jenis bahan yang berbeda yaitu baja tahan karat AISI 304 dengan baja karbon ST 37 disambung dengan las MAG dengan arus kecepatan pengelasan yang sama. Selama proses pengelasan, gas karbon dioksida yang berfungsi sebagai gas pelindung disemprotkan melalui elektroda dengan debit gas divariasikan yaitu 5 liter/min, 6 liter/min, 7 liter/min dan 8 liter/min. Pengujian pada benda uji las MAG dengan variabel debit gas Carbon dioksida dilakukan 2 jenis pengujian, yaitu uji kekuatan lengkung untuk mengetahui ketahanan retak bahan las dan pengujian cacat las untuk mengetahui kerapatan retak dan kualitas las.

Hasil pengujian memperlihatkan debit gas Carbon dioksida yang dipakai pada pengelasan MAG yaitu debit 5 liter/min, 6 liter/min, 7 liter/min dan 8 liter/min, tidak mempengaruhi kekuatan bending pada benda uji las. Pada uji face bend semua benda uji lolos uji karena panjang retak hasil pengujian face bend dibawah ambang yang diijinkan yaitu 3 mm. Pada uji root bend untuk debit gas CO<sub>2</sub> 5 liter/min dan debit gas CO<sub>2</sub> 6 liter/min tidak lolos uji karena panjang retak melebihi ambang yang diijinkan yaitu 3 mm. Pada uji retak setelah proses pengelasan, debit gas CO<sub>2</sub> sebesar 5 liter/min dinyatakan tidak lolos uji retak. Sedangkan debit gas CO<sub>2</sub> 6 liter/min, CO<sub>2</sub> 7 liter/min dan 8 liter/min dinyatakan lolos uji retak.

***Kata kunci : Debit gas, MAG, Baja tahan karat, baja karbon rendah***

## DAFTAR ISI

*halaman*

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PRAKATA .....	iii
ABSTRAK .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL .....	vi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....	4
BAB 3 LANDASAN TEORI .....	5
3.1 Las Mag .....	5
3.2 Bahan dissimilar metal .....	6
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN .....	8
4.1. Variabel Penelitian .....	8
4.2. Rancangan Penelitian .....	8
4.3. Teknik Analisis data .....	10
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	11
5.1. Hasil Pengujian Bending (Lengkung) .....	11
5.2. Hasil Pengujian Retak Proses las.....	13
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....	15
6.1. Kesimpulan .....	15
6.2. Saran .....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	16
LAMPIRAN .....	17

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mekanisme Las Mag .....	5
Gambar 2. Diagram Schaffler.....	7
Gambar 3. Benda uji lengkung standar ASTM .....	9
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian.....	10
Gambar 5. Grafik kekuatan bending pada uji root bend dan face bend .....	11
Gambar 6. Bentuk benda uji setelah uji bending.....	12

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rancangan Eksperimen .....	9
Tabel 2. Hasil pengujian beban maksimal uji bending.....	11
Tabel 3. Hasil pengujian panjang retak hasil pengujian bending .....	12
Tabel 4. Tabel bentuk dan ukuran retak pada uji penetrant.....	13

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Pada saat ini, penyambungan logam dengan sistem pengelasan semakin banyak digunakan. Baik dipakai pada konstruksi bangunan maupun konstruksi mesin. Hal ini disebabkan oleh banyaknya keuntungan yang dapat diperoleh dari sambungan las antara lain biaya murah, pelaksanaan relatif lebih cepat. Dan bentuk konstruksi lebih variatif. Namun demikian disamping keuntungan harus diakui bahwa sambungan las juga memiliki kelemahan diantaranya adalah : timbulnya lonjakan tegangan yang besar disebabkan oleh perubahan struktur mikro pada daerah sekitar las yang menyebabkan turunya kekuatan bahan dan akibat adanya tegangan sisa, serta adanya cacat dan retak akibat proses pengelasan (Jamasri: 1999).

Penyambungan bahan dengan bahan yang berbeda (*dissimilar metal*) telah dikembangkan oleh beberapa industri seperti PT INKA, dipakai pada bagian kerangka dari bahan baja karbon rendah dan bagian dinding *stainless steel* SUS 304 serta pada beberapa bagian bodi. Pengelasan dua logam yang tidak sejenis memiliki karakteristik yang berbeda dengan pengelasan dua logam yang sejenis. Hal ini dikarenakan terdapat reaksi antar unsur-unsur yang berlainan pada kedua jenis logam.

Pada industri konstruksi, pemakaian las MAG (*Metal Active Gas Welding*) untuk penyambungan konstruksi sudah banyak dipakai. Las MAG ini termasuk jenis las MIG hanya saja gas yang dipakai adalah CO<sub>2</sub>, bukan gas mulia seperti gas Argon atau gas Helium. Penggunaan gas MAG mempunyai dua keuntungan, pertama kecepatan pengumpanan logam pengisi bekerja secara otomatis sehingga penetrasi dalam logam induk dapat diatur, kedua dapat digunakan untuk mengelas plat yang tipis maupun tebal dengan kualitas yang sama. Dari segi kualitas las, berbagai pengujian las telah membuktikan bahwa kualitas las MAG sangat baik dan jauh berbeda dengan jenis las lainnya. Kualitas las secara umum ditinjau dari kekuatan dan ketangguhan las serta cacat las (retak dan porositas las) yang memiliki pengaruh besar terhadap keamanan konstruksi yang dilas.

Kualitas las pada las MAG banyak parameter yang mempengaruhi, antara lain tingkat keahlian welder, arus pengelasan, kecepatan pengelasan, polaritas arus listrik, debit (debit) gas pelindung, jenis filler, kelembaban udara ruang, jenis bahan, kebersihan bahan dan sebagainya. Gas pelindung pada las MAG yang biasa dipakai adalah gas Carbon dioksida. Debit gas Carbon dioksida berfungsi sebagai gas pelindung dari udara bebas. Dari pengalaman empiris, jika debit gas Carbon dioksida pada pengelasan MAG kurang besar maka hasil pengelasan akan terlihat banyak porositas (lubang halus) yang bisa dianggap sebagai cacat.

Debit gas yang dikeluarkan saat pengelasan juga berhubungan dengan parameter kecepatan las dan ketebalan plat yang dilas. Jika kecepatan las meningkat atau ketebalan plat bertambah maka debit gas tersebut juga meningkat.

Dengan permasalahan yang disampaikan diatas, maka sangat perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh debit gas Argon pada las MAG dengan bahan *dissimilar metal* antara baja tahan karat dengan baja karbon sehingga bisa memenuhi kualitas las yang diharapkan. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif dalam upaya memperbaiki kualitas MAG terutama pada bahan *dissimilar metal*. Di samping itu juga hasil penelitian dapat digunakan untuk mengembangkan bahan ajar pada metalurgi las maupun mata kuliah teknik.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka beberapa permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh debit gas Carbon dioksida pada las MAG terhadap sifat porositas (cacat las) di daerah logam las bahan dissimilar metal antara baja tahan karat dengan baja karbon.
- b. Bagaimana pengaruh debit gas Carbon dioksida pada las MAG terhadap kekuatan bending bahan dissimilar metal antara baja tahan karat dengan baja karbon.
- c. Berapa debit gas Carbon dioksida yang optimal sehingga menghasilkan kualitas las yang terbaik.

## **1.3. Batasan Masalah**

1. Ketebalan plat yang dipakai pada penelitian hanya 1 jenis yaitu tebal 3 mm, bila ketebalan berbeda mungkin karakteristik sambungan las dan debit Carbon dioksida optimal akan berbeda juga.
2. Bahan yang digunakan dibatasi bahan dissimilar metal antara baja tahan karat AISI 304 dengan baja karbon rendah, yang mungkin dengan baja jenis lain terdapat perbedaan karakteristik sambungan las.

## **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian diharapkan adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh debit gas Carbon dioksida pada las MAG terhadap sifat porositas (cacat las) di daerah logam las antara baja tahan karat dengan baja karbon.

2. Untuk mengetahui pengaruh debit gas Carbon dioksida pada las MAG terhadap kekuatan bending bahan dissimilar metal antara baja tahan karat dengan baja karbon.
3. Untuk mengetahui debit gas Carbon dioksida yang optimal sehingga menghasilkan kualitas las yang terbaik.
4. Untuk mengembangkan bahan ajar pada metalurgi pengelasan maupun mata kuliah bahan teknik.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Dengan peningkatan kekuatan dan penghilangan porositas pada las MAG, diharapkan menjadi solusi untuk meningkatkan keamanan pada konstruksi sambungan las konstruksi mesin dari bahan dissimilar metal antara baja tahan karat dengan baja karbon.

Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang pengelasan dan khususnya untuk pengembangan kualitas hasil pengelasan.

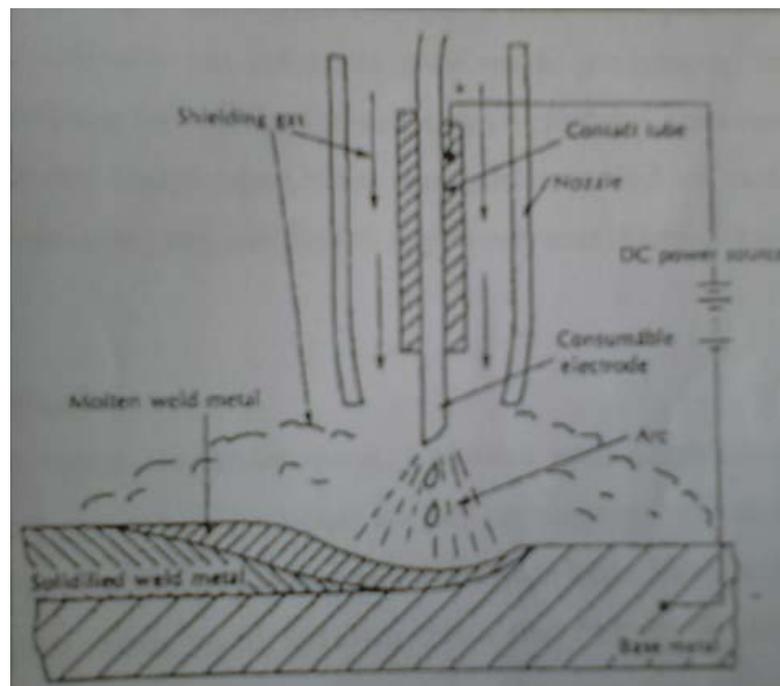
## BAB II. KAJIAN PUSTAKA

Rowe (1999) meneliti tentang pengaruh retak hidrogen di daerah perbatasan las pada bahan *dissimilar metal*. Penelitian ini menggunakan jenis las MIG (*GMAW*) dengan gas pelindung argon-6% hidrogen. *Filler* terdiri dari 3 jenis yaitu ERNiCr3 berbasis nikel, ER308 dan ER309Lsi. Hasil penelitian ini menunjukkan *filler* jenis ERNiCr3 dan ER309Lsi retak yang terjadi lebih kecil dibanding dengan *filler* jenis ER308. Menurut diagram Schaeffler pencairan base metal minimum pada pembentukan martensit untuk *filler* ER308 16% *filler* ER309Lsi 33% dan *filler* ERNiCr3 78% sehingga pada hasil lasan dengan *filler* ER308 mengandung paling banyak martensit dan dilanjutkan retak yang banyak.

## BAB III. LANDASAN TEORI

### 3.1. Las MAG

Proses pengelasan dimana sumber panas berasal dari busur listrik antara elektroda yang sekaligus berfungsi sebagai logam yang terumpan (*filler*) dan logam yang di las. Las ini disebut juga *Metal Inert Gas* (MIG) Welding karena menggunakan gas mulia seperti argon atau helium sebagai pelindung busur dan logam cair. Untuk jenis las MIG yang memanfaatkan gas carbon dioksida (gas aktif) sebagai gas pelindung busur secara khusus dinamakan las MAG (*Metal Aktive Gas*). Karena CO<sub>2</sub> lebih murah dari pada gas Argon.



Gambar 1. Mekanisme Las MAG (Wiryosumaryo, 2000)

Dalam banyak hal pemakaian las MAG sangat menguntungkan karena memiliki sifat-sifat yang baik, misalnya :

- Karena konsentrasi busur yang tinggi maka busurnya sangat mantap dan percikanya sedikit sehingga memudahkan operasi pengelasan.
- Karena dapat menggunakan arus yang tinggi maka kecepatan pengelasan juga sangat tinggi, sehingga efisiensi sangat baik.
- Deposit yang terbentuk cukup banyak.
- Ketanguhan dan elastisitas, kedekatan udara dan ketahanan retak lebih baik dari cara pengelasan yang lain.
- Karena hal ini, las MAG banyak sekali digunakan untuk pengelasan baja-baja kualitas tinggi.

Perpindahan logam cair dari elektroda terutama dapat diatur melalui kombinasi yang sesuai antara komposisi gas, jenis sumber tenaga, elektroda, arus, tegangan, dan kecepatan kawat pengumpan (*filler*). Berbeda dengan pengelasan TIG, pada pengelasan MAG lebih banyak menggunakan polaritas balik karena akan menghasilkan busur listrik yang stabil perpindahan logam cair yang kontinyu dan penetrasi yang baik.

Karena kecepatan pembekuan yang tinggi maka CO<sub>2</sub> yang timbul terperangkap dalam logam las dan membentuk rongga-rongga gas. Untuk mencegah terjadinya rongga gas ini, maka ditambah Si dan Mn pada kawat elektroda.

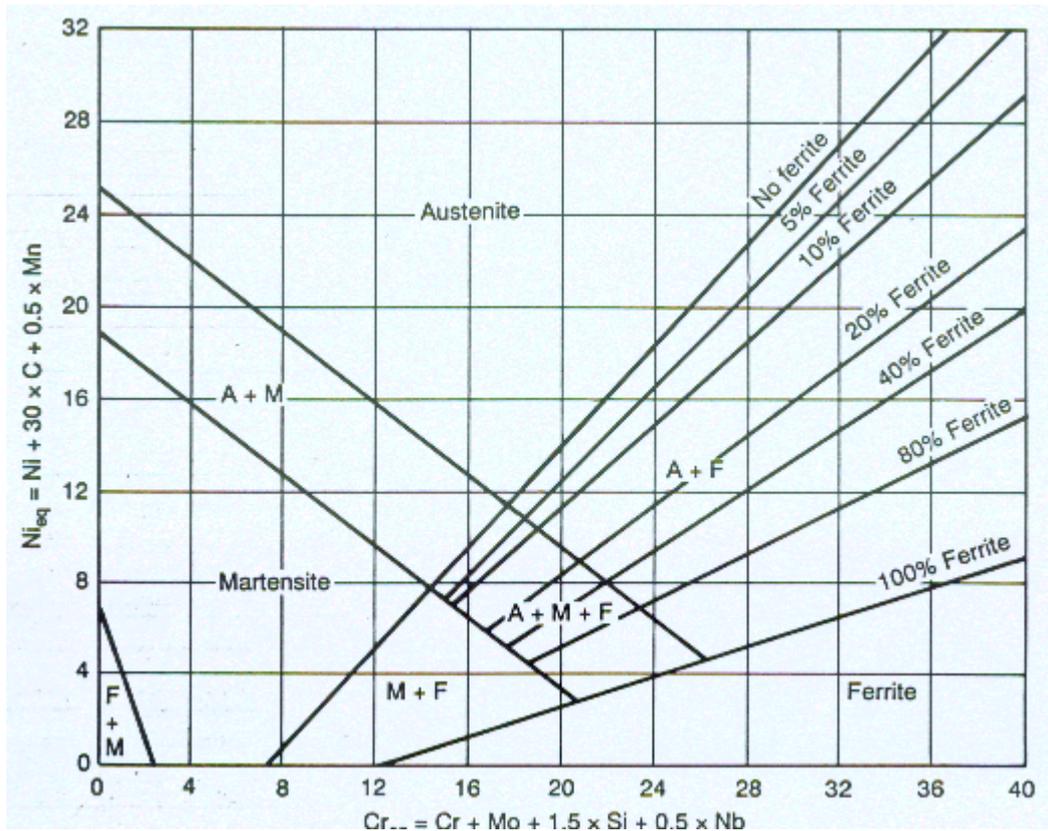
Debit gas yang dilahirkan pada pengelasan MAG dapat diatur dengan pengatur debit yang berada pada tabung gas. Karena tekanan gas berpengaruh pada debit gas, maka pengaturan debit akan berpengaruh pada intensitas gas pelindung pada waktu pengelasan. Semakin besar debit yang dikeluarkan dari tabung gas, maka intensitas gas pelindung semakin banyak, sehingga perlindungan logam cair dari reaksi udara bebas semakin besar. Hal ini mengurangi retak yang diakibatkan oleh hidrogen yang terdifusi di logam cair atau dikenal dengan HIC (*hidrogen Induced Cracking*).

### **3.2. Bahan Dissimilar Metal**

Pada pengelasan *dissimilar metal*. Perkiraan awal diutamakan pada jenis bahan logam dasar yang digunakan, hal yang berkaitan dengan kemampuan larut dari kedua logam. Jika kelarutan logam kecil, maka penyambungan tidak baik. Yang perlu diperhatikan juga adalah ekspansi suhu yang tidak boleh terlalu berbeda dan titik leleh kedua logam sehingga pencairan dapat terjadi pada kedua logam.

Pada dasarnya sebagian besar *stainless steel* dapat dilas dengan baja lunak atau karbon rendah (Cary, 1999). Baja AISI 304, merupakan *austenitic stainless steel* yang secara mekanik dapat dilas dengan baik, tetapi dalam kondisi tertentu cenderung menunjukkan gejala *weld decay* (Rossy, 1954). Austenitik stainless steel dengan 0,1% karbon, sering retan terhadap korosi intergranular di daerah HAZ pada metode pengelasan apapun. Hal ini disebabkan presipitasi tidak dapat terjadi karena waktu yang dibutuhkan untuk fusi dalam daerah sensitisasi terlalu pendek (Messler, 1999).

Pada sambungan *dissimilar metal*, mengacu pada diagram Schaeffler (gambar 2). Dari diagram ini dapat digunakan untuk memilih jenis elektroda yang digunakan (pada pengelasan dengan *filler*), untuk memprediksi mikro struktur pada hasil lasan serta menyeleksi jenis paduan yang akan dilakukan pada *base metal*.



Gambar 2. Diagram Schaeffler (Messler, 1999)

Dengan meggambar Cr-equivalen dan Ni-equivalen untuk kedua material pada diagram Schaeffler, kemudian menghubungkan logam dasar dengan garis, maka endapan struktur mikro dapat diperkirakan dengan menghubungkan titik sepanjang garis tersebut. Demikian juga bila menggunakan *filler* bisa perkiraan komposisi dari logam *filler*, dengan mengambil pertengahan dari titi hubung garis yang digambarkan. Kemudian level pencairan logam lasan ditunjukkan garis antara logam *filler* dan logam dasar dan diambil pertengahannya, (Barnhouse, 1998).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Huag wan Wag (1998) tentang pengaruh retak hidrogen di daerah perbatasan lasan pada bahan *dissimilar metal*. Penelitian ini menggunakan jenis las *GMAW* dengan gas pelindung argon-6% hidrogen. *Filler* terdiri dari 3 jenis ERNiCr3 berbasis nikel, ER308 dan ER309Lsi. Hasil penelitian ini menunjukkan *filler* jenis ERNiCr3 dan ER309Lsi retak yang terjadi lebih kecil dibanding dengan *filler* jenis ER308. Menurut diagram Schaeffler pencairan base metal minimum pada pembentukan martensit untuk *filler* ER308 16%, *filler* ER309Lsi 33% dan filler ERNiCr3 78%, sehingga pada hasil lasan dengan *filler* ER308 mengandung paling banyak martensit dan dilanjutkan retak yang banyak.

## BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang akan diteliti pada proses pengelasan MAG secara garis besar ada dua macam, yaitu variabel bebas dan variabel respon. Variabel bebas (variabel penelitian yang tergantung dari variabel lain) pada penelitian ini adalah debit gas Carbon dioksida yang dipakai saat pengelasan. Debit Carbon dioksida mempengaruhi jumlah cacat ketahanan retak pada las sehingga diprediksi mempengaruhi kekuatan bending. Sedang variabel respon (variabel tergantung variabel bebas) yang akan dicari adalah variabel kekuatan lengkung dan kerapatan cacat las.

### 4.2. Rancangan Penelitian

Dua jenis bahan yang berbeda yaitu baja tahan karat AISI 304 baja karbon ST 37 disambung dengan las MAG dengan arus dan kecepatan pengelasan yang sama pada semua spesimen dengan jenis sambungan *V multy layer*. Selama proses pengelasan, gas Carbon dioksida yang berfungsi sebagai gas pelindung disempatkan melalui elektroda dan debit gas divariasikan sebagai variabel penelitian.

Karakteristik bahan dan jenis las yang dipakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Bahan

- Bahan penelitian : a. Plat baja tahan karat AISI 304 dengan tebal 3 mm  
b. plat baja karbon ST 37 dengan tebal 3 mm

#### 2. Pengelasan

Jenis pengelasan : MAG (*Tungstel Aktive Gas*)

Jenis elektroda : AWS ER 700-S6 diameter 1 mm

Arus pengelasan : 80 A

Voltase pengelasan : 40 volt DC

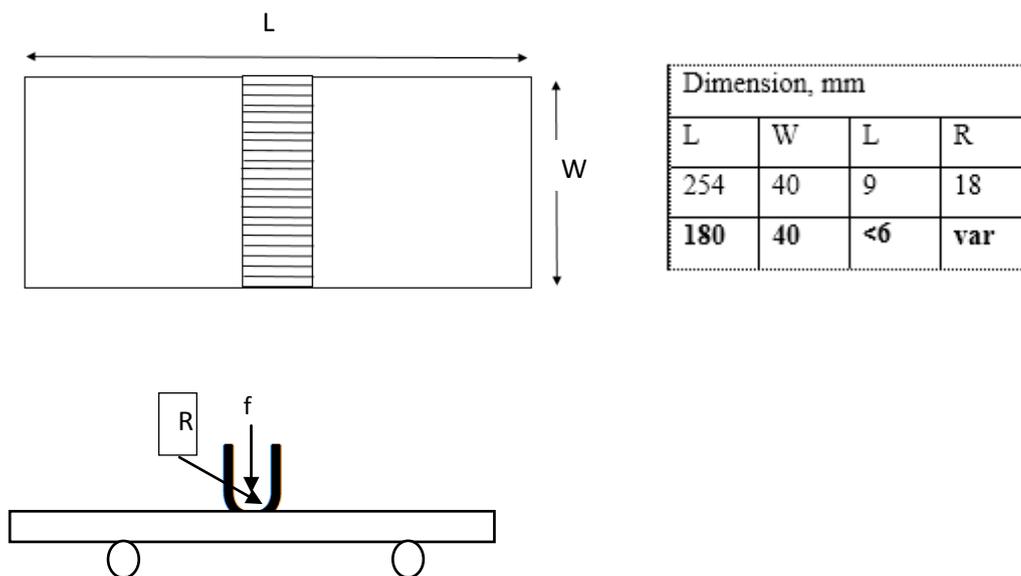
Jenis gas pelindung : gas Carbon dioksida

Debit gas Argon bervariasi yaitu : 5 liter/ min, 6 liter/min, 7 liter/min dan 8 liter/min. (Debit 7 liter/min merupakan debit gas carbon dioksida yang dianjurkan untuk ketebalan plat 3 mm pada pengelasan MAG (Wiryosumarto,2000))

Proses pengelasan MAG diawali dengan pengaturan arus las, jenis polaritas las dan debit gas Carbon dioksida. Pengaturan gas Carbon dioksida dilakukan dengan memutar dan katub gas dan membaca debit pada manometer tabung gas. Pada penelitian ini diatur 4

macam debit gas Carbon dioksida yaitu 5 liter/min, 6 liter/min, 7 liter/min dan 8 liter/min. Setelah proses pengelasan MAG selesai dan kedua bahan las telah tersambung, kemudian dilakukan pemotongan dan dibuat sesuai ukuran benda uji.

Pengujian pada benda uji las MAG dengan variabel debit gas Carbon dioksida dilakukan 2 jenis pengujian, yaitu uji kekuatan lengkung untuk mengetahui ketahanan retak bahan las dan pengujian cacat las untuk mengetahui kerapatan retak dan kualitas las. Uji lengkung dilakukan dengan alat UTM dengan tambahan alat bending. Ukuran spesimen uji lengkung pengacu pada standar ASTM B-557. Sedangkan pengujian cacat las dilakukan dengan menyemprotkan cairan penetrant pada permukaan atas dan bawah logam las, maupun pada penampang melintang logam las. Cairan yang dipakai terdiri dari 3 macam cairan, cairan merah untuk penembus pori-pori las, cairan bening untuk membersihkan cairan merah dipermukaan, dan cairan putih untuk mengangkat cairan merah sehingga cacat pada las akan terlihat sangat jelas dengan indikasi terlihat guratan guratan cacat berwarna merah sehingga kerapatan cacat las dapat dihitung.

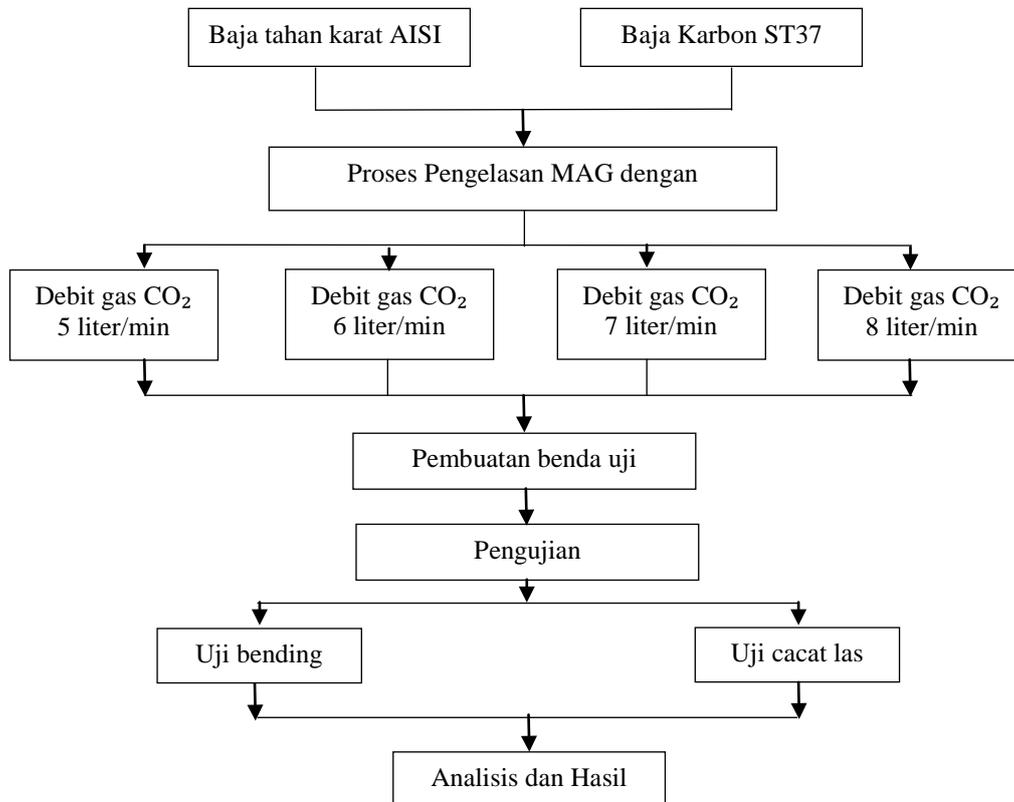


Gambar 3. Uji lengkung Standar ASTM

Tabel 1. Rancangan eksperimen

Debit gas Carbon dioksida saat Pengelasan MAG	Pengujian	
	Uji lengkung	Uji cacat las
<b>5 liter/min</b>	3 benda uji	3 benda uji
<b>6 liter/min</b>	3 benda uji	3 benda uji
<b>7 liter/min</b>	3 benda uji	3 benda uji
<b>8 liter/min</b>	3 benda uji	3 benda uji

### 4.3. Diagram Alur Penelitian



Gambar 4. Diagram alir penelitian

### 4.4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan metode sesuai pengujian yang dilakukan, yaitu dari hasil pengujian kekuatan lengkung dan cacat las dianalisa dengan mencari titik optimal terdiri dari 4 jenis data pengujian yang diperoleh, sehingga didapatkan debit gas Carbon dioksida yang terbaik untuk pengelasan MAG bahan dissimilar metal.

## BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Hasil pengujian Bending (Lengkung)

Pengujian bending dilakukan dengan menggunakan mesin Universal Testing Machina (UTM) yang mempunyai beban maksimum 20 ton. Pengujian ini dilakukan pada benda uji hasil, dengan letak daerah pengelasan berada di pertengahan benda uji. Jenis pengujian yang dipakai pada uji bending ini ada 2 yaitu uji root bend dan face bend. Root bend dilakukan dengan memberikan beban tepat pada daerah pengelasan dari bagian bawah (root pass), sedangkan face bend diberikan beban tepat pada daerah pengelasan dari bagian atas (cover pass), Sedangkan face bend diberikan beban tepat daerah pengelasan dari bagian atas (cover pass).

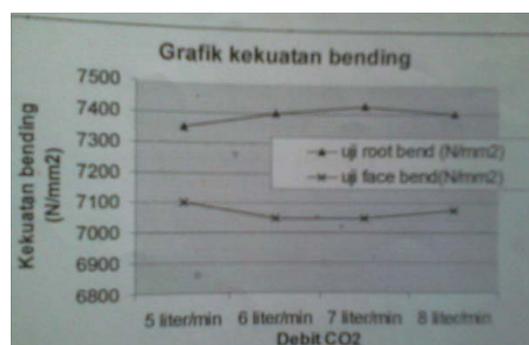
Benda uji bending dibuat berdasarkan standar pengujian ASTM dengan lebar 40 mm, tebal 3 mm dan panjang menyesuaikan dengan mesin uji, yangt kami gunakan adalah 200 mm. Bentuk kampuh digunakan jenis kampuh V dengan sudut kampuh 70°.

Analisa pengujian bending dilakukan dengan 2 cara, yaitu 1)mengetahui kekuatan bending dari beban yang diberikan ke benda uji. Beban pada pengujian ini dapat dilihat pada skala indikator, yang nantinya dapat digunakan untuk menentukan kekuatan bending dari benda uji, 2) mengetahui kelolosan uji bending dari retak yang ditimbulkan dari pengujian, yang dilihat dari panjang retak total daerah logam las.

Hasil pengujian bending dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

Tabel 2. Hasil pengujian beban maksimal uji bending

No	Debit CO2	Beban maks Uji root bend (N)	Beban maks Uji face bend (N)
1	5 liter/min	7350	7100
2	6 liter/min	7400	7050
3	7 liter/min	7425	7050
4	8 liter/min	7400	7075



Gambar 5. Grafik kekuatan bending pada uji root bend dan face bend



Gambar 6. Bentuk benda uji setelah uji bending.

Dari grafik kekuatan bending diatas, dapat dilihat bahwa secara garis besar kekuatan bending untuk variasi debit gas CO<sub>2</sub> baik pada pengujian root bend maupun face bend pada semua benda uji hampir sama. Perbedaan yang cukup kecil pada hasil pengujian bending untuk debit gas yang berbeda kemungkinan disebabkan oleh kurang teliti alat atau pembaca pengukuran. Dengan demikain debit gas Carbon dioksida yang dipakai pengelasan MAG yaitu debit 5 liter/min, 6 liter/min, 7 liter/min dan 8 liter/min, tidak mempengaruhi kekuatan bending pada benda uji las.hal ini dikarenakan gas tersebut hanya berfungsi sebagai pelindung bahan filler terhadap reaksi dengan udara luar. Dengan demikian gas ini tidak ikut andil bereaksi dengan bahan filler sehingga tidak mempengaruhi komposisi maupun keuatan hasil pengelasan tersebut.

Setelah pengujian bending dilakukan, langkah kedua adalah mengukur adanya panjang retak yang disebabkan oleh pengujian lengkung. Panjang retak diukur pada masing-masing benda uji berdasarkan debit gas Carbon dioksida yang digunakan, baik pada pengujian root bend maupun face bend. Hasil pengujian panjang retak hasil uji bending dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Hasil pengujian panjang retak hasil pengujian bending

<b>Debit gas CO<sub>2</sub></b>	<b>Panjang retak hasil uji root bend</b>	<b>Panjang retak hasil uji face bend</b>	<b>Keterangan</b>
5 liter/min	-	4,5 mm	Reject
6 liter/min	2 mm	5,3 mm	Reject
7 liter/min	-	-	Lolos uji
8 liter/min	-	-	Lolos uji

Dari hasil pengujian panjang retak pada tabel diatas dapat dilihat bahwa pada pengujian root bend untuk semua benda uji yaitu hasil las debit gas CO<sub>2</sub> 6 liter/min, gas CO<sub>2</sub> 7 liter/min, dan gas CO<sub>2</sub> 8 liter/min tidak menunjukkan panjang retak yang signifikan, yang terbesar retak pada debit gas CO<sub>2</sub> 6 liter/min terukur dengan panjang 2 mm, yang artinya masih memenuhi standar yang diijinkan yaitu 3 mm. Pada uji face bend ini dapat ditarik kesimpulan bahwa semua benda uji lolos uji karena panjang retak hasil pengujian face bend dibawah ambang yang diijinkan yaitu 3 mm.

Pada pengujian root bend, terlihat bahwa hasil las pada debit gas CO<sub>2</sub> 5 liter/min dan debit gas CO<sub>2</sub> 6 liter/min terjadi retak yang terukur masing-masing panjang total 4,5 mm dan 5,3 mm, sedangkan pada debit CO<sub>2</sub> 6 liter/min dan debit gas CO<sub>2</sub> 8 liter/min tidak terjadi retak. Pada uji root bend ini dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk debit gas CO<sub>2</sub> 5 liter/min dan debit gas CO<sub>2</sub> 6 liter/min tidak lolos uji karena panjang retak melebihi ambang yang diijinkan yaitu 3 mm. Sedangkan untuk debit gas CO<sub>2</sub> 7 liter/min dan debit gas CO<sub>2</sub> 8 liter/min dinyatakan lolos uji.

## 5.2. Hasil Pengujian Retak Proses Las

Pengujian retak pada benda uji setelah pengelasan dilakukan dengan menggunakan metode dye penetrant dan pengamatan langsung. Dye penetrant dilakukan dengan menyemprotkan cairan berwarna ke benda uji. Cairan yang dipakai terdiri dari 3 jenis yaitu cairan berwarna merah untuk penembus retak/cacat las, cairan bening untuk membersihkan warna merah dipermukaan, dan cairan putih dipakai untuk mengangkat cairan merah apabila terdapat retak. Pengamatan langsung dilakukan untuk mengukur panjang retak dari bagian-bagian yang sudah diamati dengan cairan penetrant.

Dari uji dye penetrant didapatkan beberapa retak meupun cacat las yang terdapat pada benda uji, yang diberikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Tabel bentuk dan ukuran retak pada uji penetrant

<b>Debit gas CO<sub>2</sub></b>	<b>Diameter cacat las (porosity)</b>	<b>Panjang retak las (memanjang)</b>	<b>Keterangan</b>
5 liter/min	0.4 mm + 0.5 mm	1.5 mm + 1.8 mm	Reject
6 liter/min	0.6 mm	-	Lolos uji
7 liter/min	0.7 mm + 0.5 mm	-	Lolos uji
8 liter/min	1.0 mm + 0.3 mm	-	Lolos uji

Dari tabel pengujian penetrant diatas bila dilihat bahwa pada debit gas CO<sub>2</sub> sebesar 5 liter/min terdapat retak yang sekaligus porosity. Pada standar uji dye penetrant bila benda uji terdapat retak diatas 3 mm atau luas porosity lebih dari 10% maka benda tersebut tidak lolos uji, sehingga untuk las MAG dengan debit gas CO<sub>2</sub> 5 liter/min dinyatakan tidak lolos uji.

Sedangkan untuk las MAG debit gas 6 liter/min CO<sub>2</sub> 7 liter/min dan 8 liter/min terlihat hanya terdapat porosity yang cukup kecil, sehingga dinyatakan lolos uji karena tidak terdapat retak dan luas porosity yang terjadi tidak melebihi 10% dari luas penampang.

## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **6.1. Kesimpulan**

1. Debit gas Carbon dioksidan yang dipakai pada pengelasan MAG yaitu debit 5 liter/min, 6 liter/min, 7 liter/min dan 8 liter/min, tidak mempengaruhi kekuatan bending pada benda uji las.
2. Pada uji face bend semua benda uji lolos uji karena panjang retak hasil pengujian face bend dibawah ambang yang diijinkan yaitu 3 mm.
3. Pada uji root bend untuk debit gas CO<sub>2</sub> 5 liter/min dan debit gas CO<sub>2</sub> liter/min tidak lolos uji karena panjang retak melebihi ambang yang diijinkan yaitu 3mm.
4. Pada uji retak setelah proses pengelasan, debit gas CO<sub>2</sub> sebesar 5 liter/min dinyatakan tidak lolos uji retak. Sedangkan debit gas 6 liter/min, CO<sub>2</sub> 7 liter/min dan 8 liter/min dinyatakan lolos uji retak.
5. Dari kesimpulan 1 sampai 4 diambil kesimpulan utama yaitu debit gas CO<sub>2</sub> 5 liter/min dan 6 liter/min dinyatakan tidak memenuhi standar pengujian las.

### **6.2.Saran**

Pada pengujian dye penetrant, sebaiknya menggunakan teknik pencahayaan dengan black light, sehingga panjang retak yang terdapat pada benda uji dapat teramati lebih presisi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Barnhouse, E.J, and Lipold, J.C., 2002, *Micostucture/ Property Relationships in Disimilar Weld Between Duplex Stainles Steels dan Carbon Steels*, Supplement to the Welding Journal, June 2002.
2. Cary, H.B., 1998, "Modern Welding Technology" , 4<sup>th</sup> edition, Prentice Hall, New Jersey USA.
3. Easterling, Kenneth, 1983 " *intoduction to the Physical Metalurgy of Welding* " , Butterwoeths & Co.
4. Huang, M.L., Wang,L.,1998, *Carbon MAGration in 5Cr-0.5 Mo/21 Cr-12Ni Dissimilar Metal Weld*, *Journal of Metallurgical and Materials Transaction*, Volume 29A, Dec 1998 p: 3037-46.
5. Jamasri dan Soebarmono, 1999,"*Pengaruh Pemanasan Lokal terhadap Ketangguhan dan Laju Perambatan Retak Plat Baja'Garde B'* " , Media teknik, UGM, Yogyakarta.
6. Kou, S., 1987,"*welding metallurgy*" , John Wiley & Sons, Singapore.
7. Messler, R.W., 1999, *Principal of Welding*, John Wiley & Sons Inc, New York, USA.
8. Rossi, BE., 1954, *Welding Engineering*. McGraw-Hill Book Company, Inc, New York, USA.
9. Wiryosumanto, H., Okumura, T., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Pradya Paramita, Jakarta.