

# **STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON SEDANG HASIL PENGELASAN DENGAN MENGUNAKAN ELEKTRODA JENIS E-7018**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana**

**Oleh :**

**ENDY PUTRA  
NIM : 08.813.0002**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2010**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)7/12/23

## ABSTRAK

Teknik pengelasan memegang peranan penting dalam rekayasa dan reparasi pada suatu konstruksi dari bahan logam. Teknik penyambungan las membuat konstruksi menjadi lebih ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatannya. Pada reparasi suatu konstruksi, teknik las dipergunakan untuk mengisi lubang-lubang pada coran, membuat lapisan keras pada permukaan perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus dan lain sebagainya.

Tugas akhir ini merupakan penelitian tentang pengaruh penggunaan elektroda E-7012 pada baja karbon sedang. Pengelasan benda uji dilakukan dengan mesin las Nanton Sanjiu. Selanjutnya hasil lasan dilakukan pengujian struktur mikro dan sifat-sifat mekanisnya yaitu uji kekuatan tarik, uji kekerasan, dan uji kekuatan impak. Dari hasil pengujian diperoleh Kekuatan tarik sambungan las tertinggi terjadi pada benda uji yang telah dilas, dibandingkan dengan kelompok benda uji logam dasar (*raw materials*). Sedangkan tingkat kekerasan tertinggi terjadi pada daerah logam las 243 kg/mm<sup>2</sup>, dan yang paling rendah adalah pada daerah terpengaruh panas (HAZ).

Struktur mikro pada daerah logam las adalah ferit, pearlite yang diselang selingi oleh sementit. Oleh karena itu struktur ini akan lebih keras dan lebih kuat terhadap beban tarik.

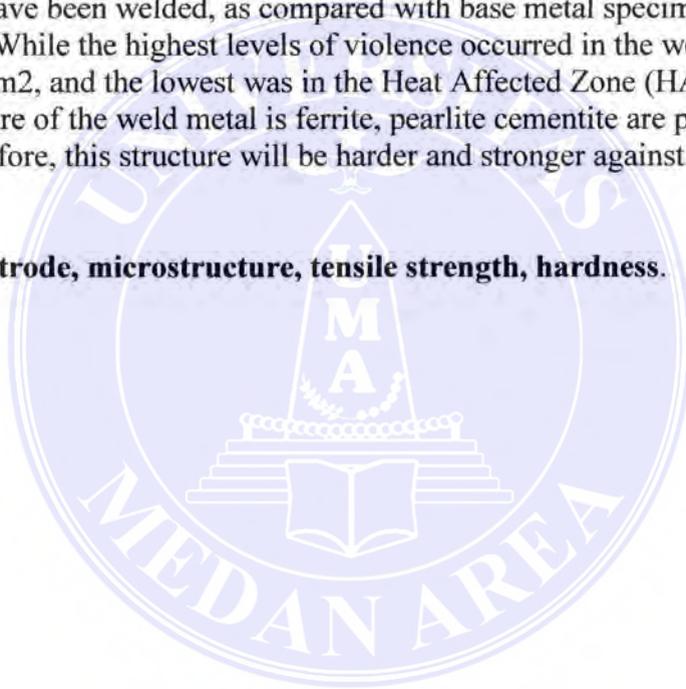
**Kata kunci : Elektroda, struktur mikro, kekuatan tarik, kekerasan.**

## ABSTRAK

Welding technique plays an important role in the engineering and repairs to the construction of a metal material. Fixing techniques make construction welds become lighter and simpler in the process of constructing a metal material. In the repair of a construction, welding technique is used to fill the holes in the castings, making the hard coating on the surface of the tool, strengthen the parts that are worn and so forth.

This final project is a study on the influence of the use of E-7012 electrodes on medium carbon steel. Welding specimens were performed with a welding machine Nanton Sanjiu. Furthermore, the results of testing of the weld microstructure and mechanical properties namely tensile strength, hardness test, and test the impact strength. From the experiments, the highest tensile strength welded joints occur in specimens that have been welded, as compared with base metal specimen groups (raw materials). While the highest levels of violence occurred in the weld metal region 243 kg/mm<sup>2</sup>, and the lowest was in the Heat Affected Zone (HAZ). The microstructure of the weld metal is ferrite, pearlite cementite are punctuated by snacks. Therefore, this structure will be harder and stronger against the tensile load.

**Key words: electrode, microstructure, tensile strength, hardness.**



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA TEORI</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. Landasan Teori .....	6
(1) Pengertian Las .....	6
(2) Klasifikasi Las .....	7
(3) Elektroda terbungkus .....	13
(4) Klasifikasi elektroda .....	14
(5) Arus Listrik .....	17
(6) Struktur mikro daerah Lasan .....	18
(7) Sambungan kampuh V .....	23
(8) Baja karbon sedang .....	24
(9) Pengujian Sifat-sifat Mekanik .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Bahan Penelitian .....	32
3.2. Peralatan yang digunakan .....	32
3.3. Prosedur Penelitian .....	36

**BAB IV HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian ..... 41

    A. Foto Struktur Mikro ..... 41

    B. Hasil Uji Kekerasan ..... 45

    C. Hasil Uji Kekuatan Tarik ..... 48

**BAB V KESIMPULAN dan SARAN ..... 50**

**DAFTAR PUSTAKA ..... 51**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Teknik pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari perkembangan industri, karena teknik pengelasan ini memegang peranan penting dalam rekayasa dan reparasi pada suatu konstruksi dari bahan logam. Hampir tidak mungkin pembangunan suatu pabrik tanpa melibatkan unsur pengelasan. Pada era industrialisasi dewasa ini teknik pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas. Luasnya penggunaan teknik pengelasan pada penyambungan logam disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan teknik penyambungan las menjadi lebih ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatannya. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam bidang konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, pipa saluran dan lain sebagainya. Teknik las dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran, membuat lapisan keras pada permukaan perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus dan lain sebagainya.

Pemilihan jenis dan metoda proses pengelasan harus dititik beratkan pada proses yang paling sesuai untuk tiap-tiap sambungan las yang ada pada konstruksi. Dalam hal ini tujuannya adalah efisiensi yang tinggi, biaya yang murah, penghematan tenaga dan penghematan energi sejauh mungkin. Kualitas hasil pengelasan disamping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri, juga sangat tergantung kepada persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan, antara lain; pengetahuan tentang sifat-sifat bahan yang akan dilas, pemilihan jenis mesin las, pemilihan jenis elektroda, besar arus las, kecepatan pengelasan dan lain

UNIVERSITAS MEDAN AREA

sebagainya, karena pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas.

Penelitian ini akan menganalisa sambungan las yang dibuat dengan teknik las listrik menggunakan elektroda jenis E-7018. Kualitas hasil lasan ini erat hubungannya dengan faktor-faktor pengelasan yang digunakan, seperti jenis elektroda, arus listrik, sifat-sifat bahan yang akan dilas, kecepatan pengelasan, yang pada umumnya mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap keamanan dari konstruksi yang dilas. Oleh karena itu untuk memperoleh hasil pengelasan yang berkualitas diperlukan persiapan dan pemilihan faktor-faktor pengelasan yang baik. Penelitian ini perlu terus dikembangkan untuk memperoleh standar-standar teknik pengelasan yang lebih baik sehingga akan membantu memperluas lingkup pemakaian sambungan las dan memperbesar ukuran bangunan konstruksi yang akan dilas. Pada penelitian ini akan dianalisa sifat-sifat lasan pada daerah *heat affected zone* (HAZ). Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik, pengujian ketangguhan terhadap pembebanan tiba-tiba, uji kekerasan bahan, dan membandingkan foto struktur mikro.

## 1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini digunakan baja karbon sedang sebagai benda uji. Benda uji akan dilas dengan arus listrik 100 Ampere, dan dengan menggunakan elektroda jenis E-7018 dan kampuh yang digunakan adalah kampuh V dengan sudut  $60^{\circ}$ . Sedangkan jenis pengujian yang akan dilakukan adalah uji tarik, uji kekerasan, uji impak dan pengujian foto struktur mikro. Berdasarkan proses benda uji yang

dilakukan seperti tersebut di atas, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

- (1) Bagaimana pengaruh penggunaan elektroda jenis E-7018 terhadap kekuatan tarik pada lasan baja karbon sedang.
- (2) Bagaimana pengaruh penggunaan elektroda jenis E-7018, terhadap kekerasan lasan baja karbon sedang.
- (3) Bagaimana pengaruh penggunaan elektroda jenis E-7018 terhadap struktur mikro lasan baja karbon sedang.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- (1) Untuk mengetahui pengaruh penggunaan elektroda jenis E-7018 terhadap kekuatan tarik pada lasan baja karbon sedang.
- (2) Untuk mengetahui pengaruh penggunaan elektroda jenis E-7018 terhadap kekerasan pada lasan baja karbon sedang.
- (3) Untuk mengetahui pengaruh penggunaan elektroda jenis E-7018 terhadap struktur mikro lasan baja karbon sedang.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Setelah dilakukan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada:

- (1) Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat kepada para peneliti

berikutnya dan para mahasiswa Fakultas Teknik Mesin Universitas Medan Area, dimana data-data hasil penelitian ini dapat menjadi bahan referensi.

- (2) Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, khususnya dibidang teknologi pengelasan logam.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA dan LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Kualitas hasil pengelasan selain tergantung pada pengerjaan lasnya sendiri, juga sangat tergantung kepada persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan antara lain; pengetahuan tentang sifat-sifat bahan yang akan dilas, pemilihan jenis mesin las, pemilihan jenis elektroda, besar arus las, kecepatan pengelasan dan lain.

Pengaruh kecepatan pengelasan pada *submerged arc welding* (SAW) atau pengelasan busur terendam baja SM 490 terhadap ketangguhan beban impak telah diselidiki oleh Leman dkk. (2004). Kecepatan pengelasan merupakan salah satu parameter pengelasan yang berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis, khususnya ketangguhan impak charpy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketangguhan impak tertinggi diperoleh pada kecepatan pengelasan 6,35 mm/detik, dengan jumlah panas yang dihasilkan sebesar 1,825 Joule/mm<sup>2</sup>.

Pengaruh besar kuat arus listrik pada hasil pengelasan telah diteliti oleh Santoso, (2006), dimana sifat-sifat mekanis lasan baja karbon rendah semakin meningkat jika besar arus pengelasan semakin besar. Penelitian dilakukan dengan mengatur variasi besar arus antara (100 ÷ 160) Ampere.

Porositas lasan merupakan permasalahan yang sering terjadi pada industri manufaktur pengelasan aluminium dan paduannya. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap cacat porositas lasan aluminium dan salah satunya adalah penggunaan logam pengisi (*filler wire*) yang berpengaruh terhadap mekanisme proses pembekuan di *kampuh lasan*. Kawat las ER5556A & ER5087 digunakan

untuk meneliti pengaruh porositas lasan aluminium paduan 5083 yang dilas dengan

metoda las MIG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase porositas lasan 5083 yang menggunakan kawat las ER5087 memiliki persentase yang lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan kawat las ER5556A, (Winarto, 2006).

## 2.2. Landasan Teori

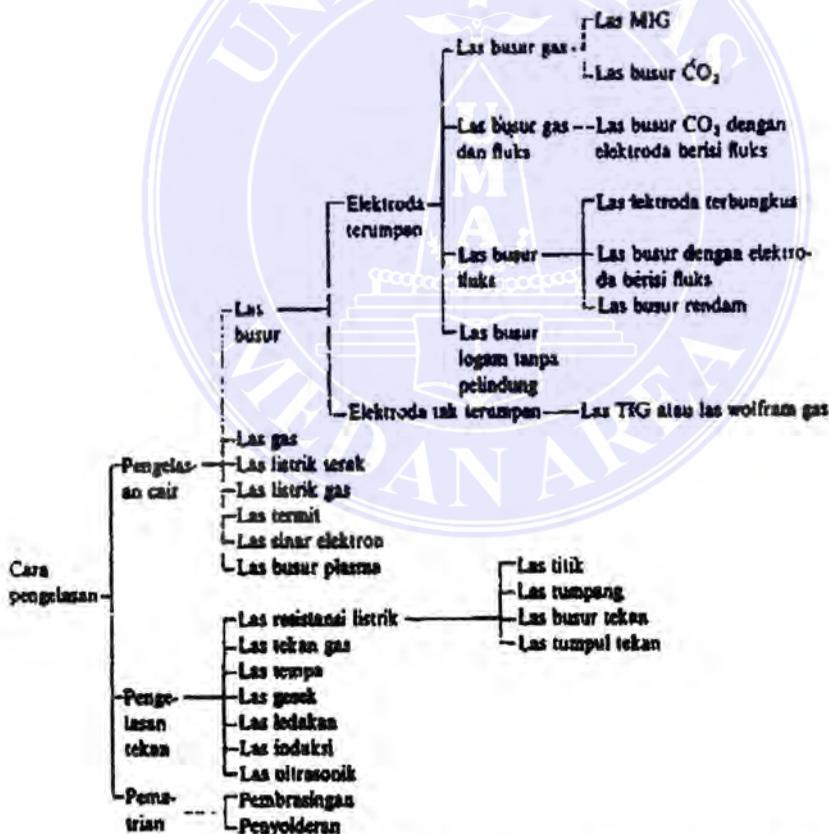
### (1). Pengertian Las

Definisi pengelasan menurut DIN (*Deutsche Industrie Norman*), adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las merupakan sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Mengelas menurut Alip (1989) adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambah (*filler metal*) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya. Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan. Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektroda dan

jenis kampuh yang digunakan.  
UNIVERSITAS MEDAN AREA

## (2) Klasifikasi Pengelasan

Dilihat dari temperatur pengelasan, pengelasan dapat dibedakan atas Pengelasan cair yaitu cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api yang terbakar, pengelasan tekan dimana sambungan dipanaskan kemudian ditekan hingga menjadi satu, dan pematiran dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah dimana logam induk tidak ikut mencair.



Gambar 2.1. klasifikasi pengelasan (Wiryosumarto, 2000)

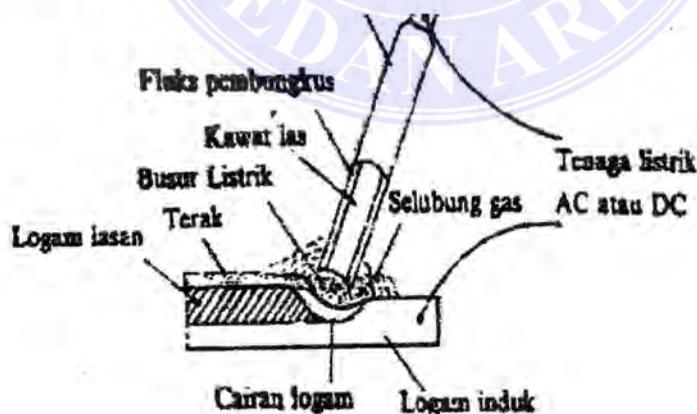
### (a) Busur Listrik

Las busur listrik ialah cara pengelasan dengan mempergunakan busur listrik sebagai sumber panas pencair logam. Arus listrik yang cukup padat dan tegangan rendah bila dialirkan pada dua buah logam yang konduktif akan menghasilkan loncatan elektroda yang dapat menimbulkan panas yang sangat tinggi mencapai  $5000^{\circ}\text{C}$  sehingga dapat mudah mencair kedua logam tersebut. Dari pengertian diatas, dapat dikatakan bahwa butiran logam cair yang halus mempunyai sifat mampu las yang baik. Sedangkan proses pemindahan cairan sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Pengelasan adalah suatu proses dimana bahan dengan jenis yang sama digabungkan menjadi satu sehingga terbentuk suatu sambungan melalui ikatan kimia yang dihasilkan dan pemakaian panas dan tekanan. Logam induk dalam pengelasan ini mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa *fluks*. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kampuh las. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar. Pola pemindahan logam cair

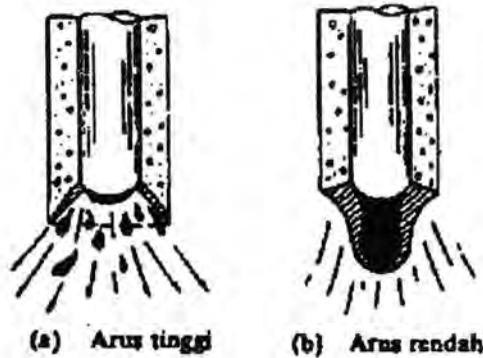
sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan *fluks* yang digunakan. Bahan *fluks* yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi.

Keuntungan dari las listrik adalah :

- (a) Proses pengelasan lebih mudah dan sederhana dibandingkan dengan las busur yang lain.
- (b) Peralatan yang diperlukan lebih sederhana, ringkas dan murah dibandingkan las busur yang lain.
- (c) Lingkup penggunaan yang lebih luas, karena semua jenis logam dapat disambungkan dengan menggunakan proses pengelasan ini.



Gambar 2-2. Las SMAW (Wirjosumarto, 2000)



Gambar 2.3. Pemindahan logam cair

### (b) Las Gas Oksi Acetilen

Pada las Oksi Acetilen, panas dihasilkan dari rekasi pembakaran antara gas Acetylene dengan oksigen. Nyala yang dihasilkan terdiri dari 2 daerah atau zona, yaitu daerah pembakaran primer (Primary Combution) yang menghasilkan panas sekitar 1/3 dari total panas pembakaran sempurna ( $C_2H_2 + O_2$  (Silinder) =  $2CO + H_2$ ), dan daerah pembakaran sekunder yang terjadi setelah pembakaran primer berlangsung ( $2CO + O_2$  (Atmosfir) =  $2CO_2$ ),  $H_2 + \frac{1}{2} O_2$  (Atmosfir) =  $H_2O$ ).



Gambar 2.4. Welding Torch  
([WWW.welding.co.id](http://WWW.welding.co.id))

Sifat-sifat nyala gas asetilen

- (1) **Netral.** Nyala api las asetilen jika jumlah gas Acetelyn ( $C_2H_2$ ) dan  $O_2$  memiliki perbandingan yang sama. Nyala terdiri dari kerucut dalam yang berwarna putih bersinar dan kerucut luar berwarna biru bening.



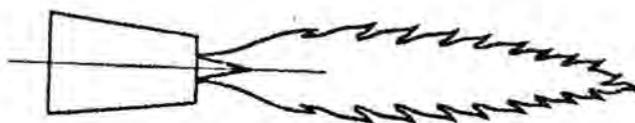
Gambar 2.5. Nyala Netral

- (2) **Karburasi.** Nyala api las jika terjadi kelebihan  $C_2H_2$  sehingga terjadi pembakaran yang tidak sempurna. Secara fisik pada nyala ini terdapat kerucut nyala biru diantara kerucut dalam dan kerucut luar. Nyala api ini biasanya digunakan untuk pengelasan alumunium, magnesium dan untuk mencegah lepasnya karbon (decarburation) pada baja karbon tinggi.



Gambar 2.6. Nyala karburasi

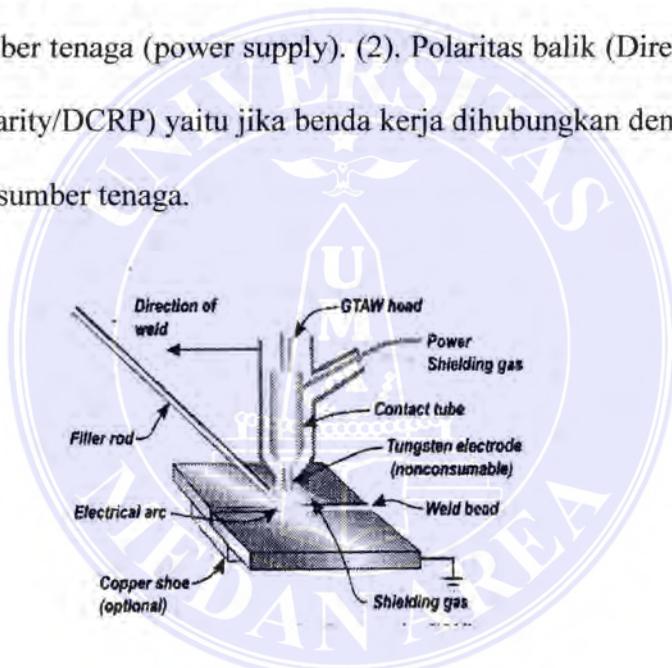
- (3) **Oksidasi.** Nyala api las jika terlalu banyak oksigen terjadi pembakaran tidak sempurna. Apabila pada nyala netral jumlah oksigen ditambah lagi maka nyala akan berubah menjadi pendek dan warna kerucut dalam berubah menjadi pendek. Nyala ini biasanya digunakan pada unsur-unsur yang mudah menguap waktu pengelasan seperti Zinc atau kuningan (paduan Cu-Zn) melalui lapisan oksida.



Gambar 2.7. Nyala oksidasi lebih

**(c). Las Busur Tungsten Gas Mulia (Gas Tungsten Arc Welding/GTAW)**

Pada las ini, sumber panas berasal dari loncatan busur listrik antara elektroda terbuat dari wolfram/tungsten dan logam yang dilas, dimana logam induk tidak ikut terumpan. Sumber arus yang digunakan bisa AC (arus bolak balik) maupun arus DC (arus searah). Untuk arus searah (DC) terdapat 2 jenis polaritas yaitu : (1). Polaritas lurus (Direct Current Straight Polarity/DCST) yaitu jika logam induk dihubungkan dengan kutup positif (+) dari sumber tenaga (power supply). (2). Polaritas balik (Direct Current Reserve Polarity/DCRP) yaitu jika benda kerja dihubungkan dengan kutup negative (-) sumber tenaga.

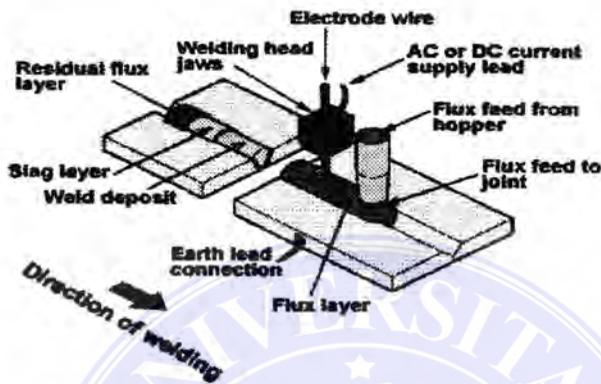


**Gambar 2.8. Skema las busur Tungsten**

**(d). Las Busur Logam Gas (Gas Metal Arc Welding/GMAW)**

Proses pengelasan dimana sumber panas berasal dari busur listrik diantara elektroda sekaligus berfungsi sebagai logam yang terumpan (filler) dan logam yang dilas. Las ini disebut juga Metal Inert Gas (MIG) Welding, karena menggunakan gas mulia seperti argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam cair. Keuntungan dari las ini ialah perpindahan

logam cair dari lektroda terumpun dapat diatur melalui kombinasi yang sesuai antara komposisi gas, jenis sumber tenaga, elektroda, arus, tegangan dan kecepatan kawat pengumpan (filler).



Gambar 2.9. Skema las busur logam Gas

### (3) Elektroda Terbungkus

Pengelasan dengan menggunakan las busur listrik memerlukan kawat las (elektroda) yang terdiri dari satu inti terbuat dari logam yang dilapisi dengan lapisan campuran kimia. Fungsi dari elektroda sebagai pembangkit dan sebagai bahan tambah. Elektroda terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (*fluks*) dan tidak berselaput yang merupakan tangkai sebagai tempat penjepitan tang las. Fungsi dari *fluks* adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur. Hal yang kurang menguntungkan adalah busur listriknya kurang mantap, sehingga butiran yang dihasilkan agak besar dibandingkan jenis lain. Pada proses pengelasan diperlukan juru las yang sudah berpengalaman. Sifat mampu las *fluks* ini sangat baik maka biasa digunakan untuk konstruksi yang memerlukan tingkat pengaman tinggi.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

#### (4) Klasifikasi Elektroda

Elektroda baja lunak dan baja paduan rendah untuk las busur listrik berdasarkan American Welding Society (AWS) dinyatakan dengan tanda E XXXX. Symbol atau kode huruf E yang diikuti oleh empat atau lima angka dibelakangnya. Sebagai contoh E6013.adalah elektroda dengan symbol E6013 yang mempunyai arti masing – masing sebagai berikut :

E : Elektroda untuk las busur listrik

60 : Menyatakan nilai tegangan tarik minimum hasil pengelasan dikalikan dengan 1000 psi, jadi 60.000 psi.

1 : Menyatakan posisi pengelasan, angka 1 dapat digunakan untuk pengelasan semua posisi.

Angka nomor ketiga pada kode elektroda, yaitu angka yang menyatakan posisi pengelasan :

1 : Untuk pengelasan semua posisi

2 : Untuk pengelasan posisi Horizontal dan bawah tangan

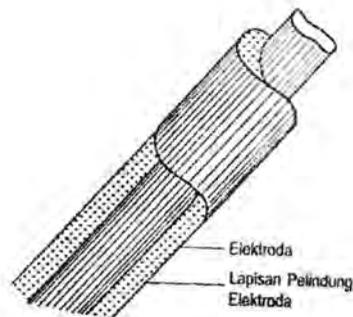
3 : Untuk pengelasan pada posisi dibawah tangan

Angka terakhir pada simbol elektroda :

0 : Elektroda dengan penembusan dalam, bahan dari selaput selulosa, bentuk rigi-rigi, cembung atau rata.

1 : Elektroda dengan penembusan dalam, bahan dari selaput selulosa Potasium, bentuk rigi-rigi, cembung atau rata.

- 2 : Elektroda dengan penembusan sedang, bahan dari titania sodium. bentuk rigi-rigi cekung
- 3 : Elektroda dengan penembusan dangkal. Bahan dari selaput titania (rutil). Bentuk rigi-rigi cekung.
- 4 : Elektroda dengan penembusan sedang. Bahan dari selaput titania serbuk besi. Penembusan sedang dan cepat membeku.
- 5 : Elektroda dengan penembusan sedang. Bahan dari selaput soda hydrogen rendah. Bentuk rigi-rigi cekung, digunakan untuk mengelas logam yang kadar belerangnya tinggi.
- 6 : Elektroda dengan penembusan sedang. Bahan dari selaput soda hydrogen rendah. Bentuk rigi-rigi cekung, digunakan untuk mengelas logam yang kadar belerangnya tinggi.
- 7 : Elektroda dengan penembusan menengah. Bahan dari selaput oksida besi. Bentuk rigi-rigi datar dan cepat membeku.
- 8 : Elektroda dengan penembusan dangkal dan menengah. Bahan dari selaput serbuk besi hydrogen rendah. Bentuk rigi-rigi cekung.



**Gambar 2.10. Elektroda las**

Bagian yang sangat penting dalam las busur listrik ialah elektroda las. Selama proses pengelasan elektroda akan meleleh dan akhirnya akan habis. Jenis elektroda yang digunakan akan membantu menentukan hasil pengelasan, sehingga sangat penting untuk mengetahui jenis dan sifat-sifat masing-masing elektroda sebagai dasar pemilihan elektroda yang tepat. Jenis elektroda sangat banyak. Berdasarkan selaput pelindungnya dibagi atas 2 (dua) macam, yaitu elektroda polos dan elektroda berselaput.

Elektroda berselaput terdiri dari bagian inti dan zat pelindung atau fluks. Pelapisan fluks pada bagian ini dapat dilakukan dengan cara detrusi, semprot atau celup. Selaput yang ada pada elektroda jika terbakar akan menghasilkan gas  $\text{CO}_2$  yang berfungsi untuk melindungi cairan las, busur listrik dan sebagainya benda kerja dari udara luar. Udara luar mengandung gas oksigen, yang dapat mengakibatkan bahan las mengalami oksidasi.

Selaput elektroda mempunyai fungsi-fungsi antara lain :

- a. Mencegah terbentuknya oksida-oksida dan nitride logam sewaktu proses pengelasan berlangsung.
- b. Membuat terak pelindung sehingga dapat mengurangi kecepatan pendinginan yang bertujuan agar las-lasan yang terjadi tidak getas dan rapuh.
- c. Memberikan sifat khusus terhadap hasil las-lasan dengan cara menambah zat-zat tertentu yang terkandung dalam selaput.
- d. Membantu mengontrol ukuran dan frekuensi tetesan logam cair
- e. Memungkinkan dilakukannya posisi pengelasan yang berbeda.

Sebuah elektroda mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap hasil pengelasan. Oleh karena itu, pemilihan elektroda harus benar-benar tepat. Untuk pemilihan elektroda yang digunakan kita harus memperhatikan beberapa hal antara lain :

- a. Jenis logam yang akan dilas
- b. Tebal bahan yang akan dilas
- c. Kekuatan mekanis yang diharapkan dari hasil pengelasan
- d. Posisi pengelasan
- e. Bentuk kampuh benda kerja.

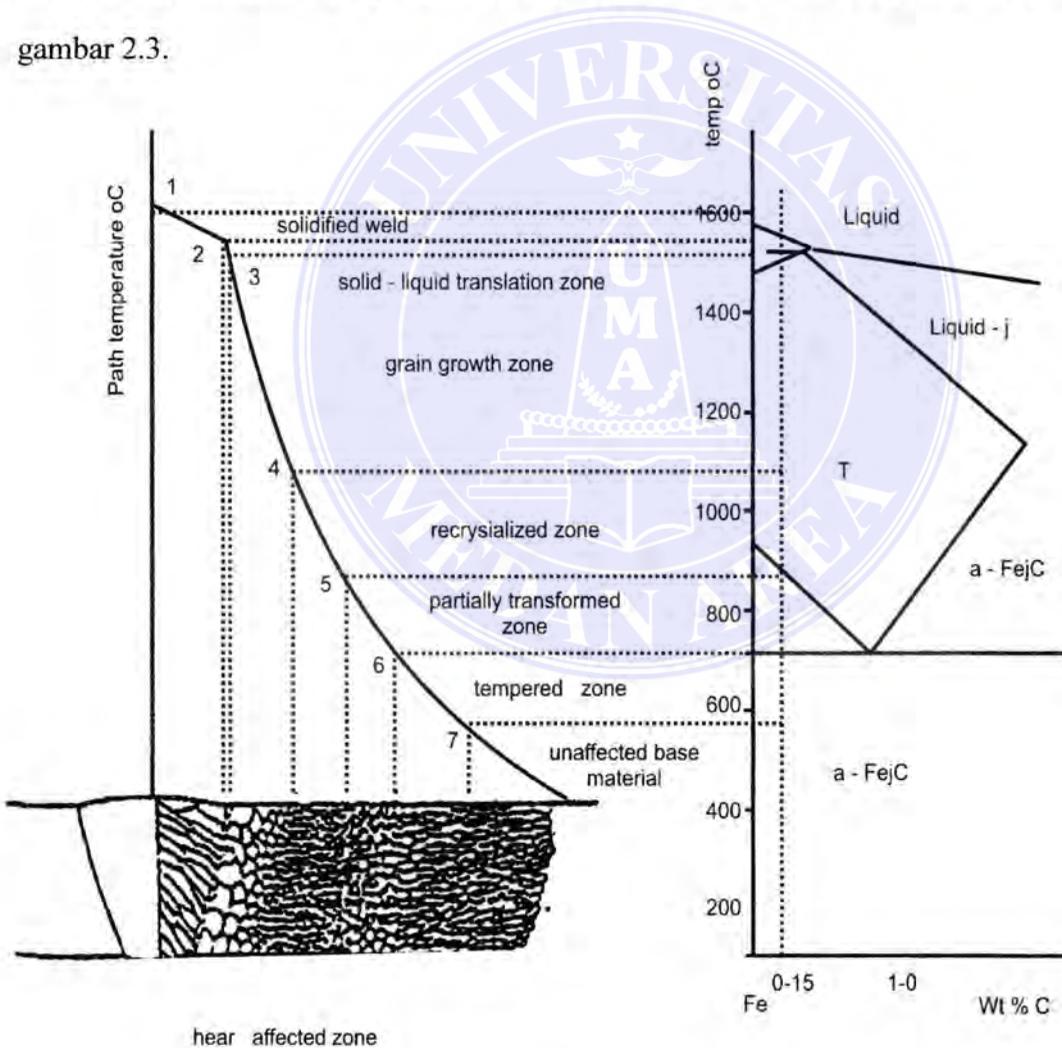
#### **(5) Arus Listrik**

Besarnya arus pengelasan yang diperlukan tergantung pada diameter elektroda, tebal bahan yang dilas, jenis elektroda yang digunakan, geometri sambungan, diameter inti elektroda, posisi pengelasan. Daerah las mempunyai kapasitas panas tinggi maka diperlukan arus yang tinggi. Arus las merupakan parameter las yang langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk. Makin tinggi arus las makin besar penembusan dan kecepatan pencairannya. Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil las bila arus terlalu rendah maka perpindahan cairan dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik yang terjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan logam dasar, sehingga menghasilkan bentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam. Jika arus terlalu besar, maka akan

menghasilkan manik melebar, butiran percikan kecil, penetrasi dalam serta penguatan matrik las tinggi.

**(6) Struktur Mikro Daerah Lasan**

Daerah lasan terdiri dari tiga bagian yaitu: (a) daerah logam las, (b) daerah pengaruh panas atau *heat affected zone* (HAZ), dan (c) logam induk yang tak terpengaruhi panas. Daerah temperature dan struktur mikro yang terjadi pada proses pengelasan untuk baja karbon dengan kandungan C=15% dapat dilihat pada gambar 2.3.



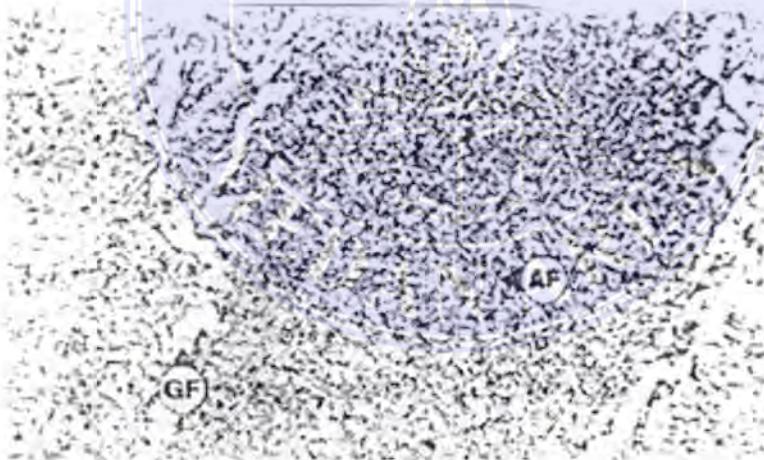
**Gambar 2.11. Struktur mikro daerah HAZ pada baja karbon C=15% (Easterling, 1983)**

Daerah lasan terdiri dari tiga bagian yaitu: (a) daerah logam las, (b) daerah pengaruh panas atau *heat affected zone* (HAZ), dan (c) logam induk yang tak terpengaruhi panas.

(a) **Daerah logam las.** Daerah logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Komposisi logam las terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambah dari elektroda. Karena logam las dalam proses pengelasan ini mencair kemudian membeku, maka kemungkinan besar terjadi pemisahan komponen yang menyebabkan terjadinya struktur yang tidak homogen, ketidakhomogennya struktur akan menimbulkan struktur ferit kasar dan bainit atas yang menurunkan ketangguhan logam las. Pada daerah ini struktur mikro yang terjadi adalah struktur cor. Struktur mikro di logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang (*columnar grains*). Struktur ini berawal dari logam induk dan tumbuh ke arah tengah daerah logam las (Sonawan, 2004).

Penambahan unsur paduan pada logam las menyebabkan struktur mikro cenderung berbentuk bainit dengan sedikit ferit batas butir, kedua macam struktur mikro tersebut juga dapat terbentuk, jika ukuran butir austenitnya besar. Waktu pendinginan yang lama akan meningkatkan ukuran batas butir ferit, selain itu waktu pendinginan yang lama akan menyebabkan terbentuk ferit. Struktur mikro logam las biasanya kombinasi dari struktur mikro dibawah ini : (1) Batas butir ferit, terbentuk pertama kali pada transformasi austenit-ferit, biasanya terbentuk sepanjang batas austenit pada suhu 1000-6500C. (2) Ferit *Widmanstatten* atau *ferrite with aligned second phase*, struktur mikro ini

terbentuk pada suhu 750-6500C di sepanjang batas butir austenit, ukurannya besar dan pertumbuhannya cepat sehingga memenuhi permukaan butirnya, (3) Ferit *acicular*, berbentuk *intragranular* dengan ukuran yang kecil dan mempunyai orientasi arah yang acak. Biasanya ferit *acicular* ini terbentuk sekitar suhu 6500C dan mempunyai ketangguhan paling tinggi dibandingkan struktur mikro yang lain, (4) Bainit, merupakan ferit yang tumbuh dari batas butir austenit dan terbentuk pada suhu 400-5000C. Bainit mempunyai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan ferit, tetapi lebih rendah dibanding martensit. (5) Martensit akan terbentuk, jika proses pengelasan dengan pendinginan sangat cepat, struktur ini mempunyai sifat sangat keras dan getas sehingga ketangguhannya rendah.



**Gambar 2-12. Struktur mikro *acicular ferrite* (AF) dan *grain boundary ferrite* (GF) atau ferit batas butir (Sonawan, 2004)**



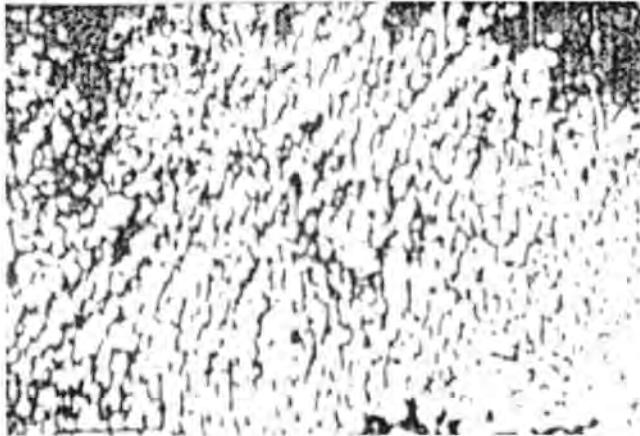
Gambar 2.13. Struktur mikro ferit *Widmanstatten* (ASM, 1989)



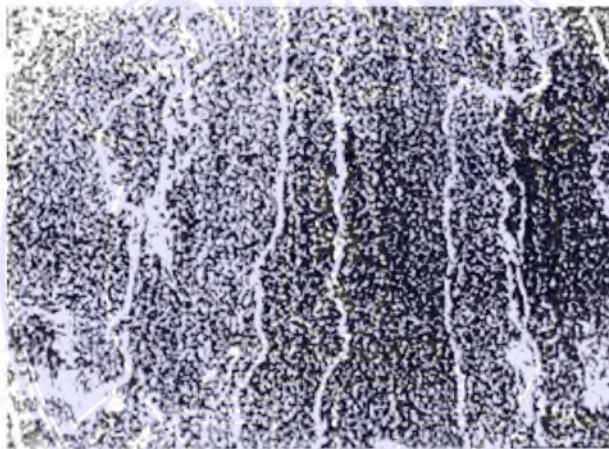
Gambar 2.14. Struktur mikro martensit



Gambar 2.15. Struktur mikro ferit dan perlit (Sonawan, 2004)



Gambar 2.16. Struktur mikro bainit (ASM 1989)



Gambar 2.17. Struktur mikro daerah *columnar* ((ASM 1989)

(b) **Daerah pengaruh panas atau *heat affected zone* (HAZ).** Daerah pengaruh panas atau *heat affected zone* (HAZ) adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat sehingga daerah ini yang paling kritis dari sambungan las. Secara visual daerah yang dekat dengan garis lebur las maka susunan struktur logamnya semakin kasar. Pada daerah HAZ terdapat temperatur pemanasan mencapai daerah berfasa austenit dan ini disebut dengan transformasi menyeluruh yang artinya struktur mikro baja mula-mula ferit-

UNIVERSITAS MEDAN AREA

perlit kemudian bertransformasi menjadi austenite 100%. Pada HAZ terdapat daerah temperatur pemanasan, daerah itu mencapai daerah berfasa ferit dan austenit dan daerah ini disebut transformasi sebagian yang artinya struktur mikro baja mula-mula ferit-perlit berubah menjadi ferit dan austenit.

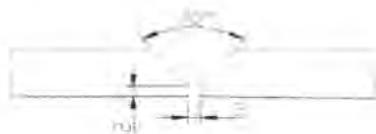
(c) Logam induk. Logam induk adalah bagian logam dasar di mana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat. Disamping ketiga pembagian utama tersebut masih ada satu daerah pengaruh panas, yang disebut batas las (Wiryo Sumarto, 2000).



Gambar 2.18. Perubahan sifat fisis pada daerah las cair

### (7) Sambungan Kampuh V

Sambungan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 6-15 mm. Sambungan ini terdiri dari sambungan kampuh V terbuka dan sambungan kampuh V tertutup. Sambungan kampuh V terbuka dipergunakan untuk menyambung plat dengan ketebalan 6-15 mm dengan sudut kampuh antara  $60^{\circ} \div 80^{\circ}$ , jarak akar 2 mm, tinggi akar 1-2 mm ( Sonawan, 2004).



Gambar 2.19. Kampuh V

## (8). Baja karbon Sedang

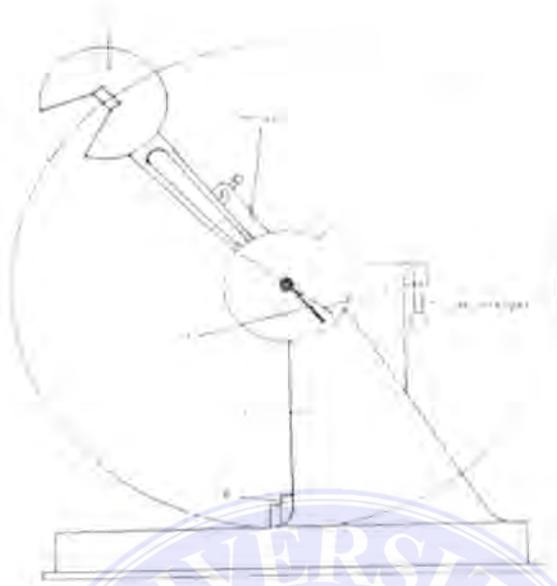
Baja karbon sedang adalah baja karbon yang mempunyai kadar karbon sama dengan  $\geq 0,3 \%$ , ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan. Penambahan unsur ini dapat meningkatkan kekuatan baja tanpa mengurangi keuletannya. Baja karbon sedang ini banyak digunakan untuk kapal, jembatan, roda kerta api, ketel uap, tangki-tangki dan dalam permesinan. Baja paduan rendah dibagi menurut sifatnya yaitu baja tahan suhu rendah, baja kuat dan baja tahan panas (Wiryosumarto, 2000).

- (a) **Baja tahan suhu rendah.** Baja ini mempunyai kekuatan tumbuk yang tinggi dan suhu transisi yang rendah, karena itu dapat digunakan dalam konstruksi untuk suhu yang lebih rendah dari suhu biasa.
- (b) **Baja kuat.** Baja ini dibagi dalam dua kelompok yaitu kekuatan tinggi dan kelompok ketangguhan tinggi. Kelompok kekuatan tinggi mempunyai sifat mampu las yang baik karena kadar karbonnya rendah. Kelompok ini sering digunakan dalam konstruksi las. Kelompok yang kedua mempunyai ketangguhan dan sifat mekanik yang sangat baik. Kekuatan tarik untuk baja kuat berkisar antara 50 sampai 100 kg/mm<sup>2</sup>.
- (c) **Baja tahan panas.** Baja tahan panas adalah baja paduan yang tahan terhadap panas, asam dan mulur. Baja tahan panas yang terkenal adalah baja paduan jenis Cr-Mo yang tahan pada suhu 6000C. Pengelasan yang banyak digunakan untuk baja paduan rendah adalah las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las MIG (las logam gas mulia). Perubahan struktur daerah las selama pengelasan, karena adanya pemanasan dan pendinginan

yang cepat menyebabkan daerah HAZ menjadi keras. Kekerasan yang tertinggi terdapat pada daerah HAZ.

## (9) Pengujian Sifat-sifat Mekanis

- (a) **Ketangguhan.** Ketangguhan adalah ketahanan bahan terhadap pembebanan tiba-tiba atau kejutan (takikan yang tajam secara drastis menurunkan ketangguhan). Tujuan utama dari pengujian impak adalah untuk mengukur kegetasan atau keuletan bahan terhadap beban tiba-tiba dengan cara mengukur energi potensial sebuah palu godam yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Pengujian impak adalah pengujian dengan menggunakan beban sentakan (tiba-tiba). Metode yang sering digunakan adalah metode *Charpy* dengan menggunakan benda uji standar. Pada pengujian pukul takik (*impact test*) digunakan batang uji yang bertakik (*notch*). Pada metode *Charpy*, batang uji diletakkan mendatar dan ujung-ujungnya ditahan kearah mendatar oleh penahan yang berjarak 40 mm. Bandul akan berayun memukul batang uji tepat dibelakang takikan. Untuk pengujian ini akan digunakan sebuah mesin dimana sebuah batang dapat berayun dengan bebas. Pada ujung batang dipasang pemukul yang diberi pemberat. Batang uji diletakkan di bagian bawah mesin dan takikan tepat pada bidang lintasan pemukul.



Gambar 2-20. Alat uji ketangguhan jenis Charpy

Keterangan :

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| 1. Pendulum             | 4. Batang pembawa jarum      |
| 2. Piring busur derajat | 5. Badan mesin uji           |
| 3. Jarum penunjuk sudut | 6. Tempat benda uji dipasang |

Kerja yang dilakukan untuk mematahkan benda kerja adalah

$$W = G \cdot L (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots(2-3)$$

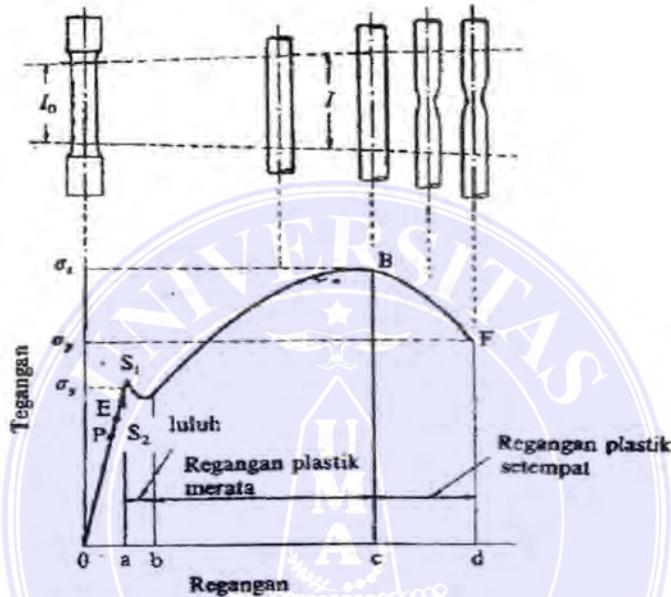
- dimana : W = kerja patah dalam Joule  
G = beban yang digunakan dalam kg  
L = panjang lengan ayun dalam m  
 $\beta$  = sudut jatuh dalam derajat  
 $\alpha$  = sudut awal dalam derajat

(b) **Pengujian Komposisi.** Pengujian komposisi adalah pengujian yang dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kadar unsur-unsur yang terkandung dalam bahan. Pada baja unsur yang berpengaruh dalam penguatan baja yang dominan adalah karbon, dan unsur-unsur lain yang berpengaruh antara lain (1) belerang (S) bersifat menurunkan keuletan pada terak, (2) Molibdendan (Mo), (3) Tungsten (W) bersifat mengendalikan kegetasan pada

perlakuan temper, (4) Kadar fosfor (P) yang rendah dapat menaikkan kuat tarik baja, tetapi P bersifat membuat baja getas pada suhu rendah, (5) Vanadium (V) membawa sifat penurunan keuletan pada baja, (6) Ni dan Mn bersifat memperbaiki keuletan baja, Mn juga bersifat mengikat karbida sehingga perlit dan ferlit menjadi halus. Proses pengujian komposisi berlangsung dengan pembakaran bahan menggunakan elektroda dimana terjadi suhu rekristalisasi, dari suhu rekristalisasi terjadi penguraian unsur yang masing-masing beda warnanya. Penentuan kadar (%) berdasar sensor perbedaan warna. Proses pembakaran elektroda ini sekitar 3 detik. Pengujian komposisi dapat dilakukan untuk menentukan jenis bahan yang digunakan dengan melihat persentase unsur yang ada.

(c) **Pengujian Tarik.** Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok *raw materials*. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda. Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran kristal logam yang mengakibatkan melemahnya gaya elektromagnetik setiap atom logam hingga terlepas ikatan

tersebut oleh penarikan gaya maksimum. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan-regangan



Gambar 2-21. Kurva tegangan-regangan ( Wiryosumarto, 2000)

Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan bertambah besar, secara perlahan-lahan, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai, perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan-regangan. Tegangan dapat diperoleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula benda uji.

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_o}$$

dimana :  $\sigma_u$  = tegangan nominal (kg/mm<sup>2</sup>)

$F_u$  = beban maksimal (kg)

$A_o$  = luas penampang mula dari penampang batang (mm<sup>2</sup>)

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur ( $\Delta L$ ) dengan panjang ukur mula-mula benda uji.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% = \frac{L - L_o}{L_o} \times 100\%$$

dimana :  $\varepsilon$  = regangan (%)

$L$  = panjang akhir (mm)

$L_o$  = panjang awal (mm)



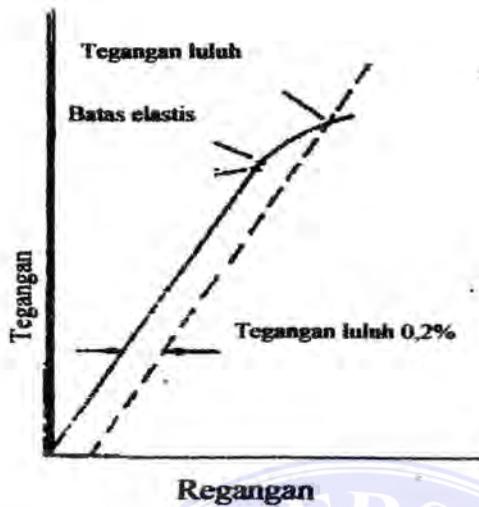
Pembebanan tarik dilakukan terus-menerus dengan menambahkan beban sehingga akan mengakibatkan perubahan bentuk pada benda berupa pertambahan panjang dan pengecilan luas permukaan dan akan mengakibatkan kepatahan pada beban. Persentase pengecilan yang terjadi dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$q = \frac{\Delta A}{A_o} \times 100\% = \frac{A_o - A_1}{A_o} \times 100\%$$

dimana:  $q$  = reduksi penampang (%)

$A_o$  = luas penampang mula (mm<sup>2</sup>)

$A_1$  = Luas penampang akhir (mm<sup>2</sup>)



Gambar 2.22. Batas elastis dan tegangan luluh 0,2 % (Smith,1984)

(d) **Pengujian Kekerasan.** Proses pengujian logam kekerasan logam dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap. Harga kekerasan bahan tersebut dapat dianalisis dari besarnya pembebanan yang diberikan terhadap luasan bidang yang menerima pembebanan. Pengujian kekerasan logam ini secara garis besar ada 3 jenis yaitu cara goresan, penekanan, cara dinamik. Proses pengujian yang mudah dan cepat dalam memperoleh angka kekerasan yaitu penekanan. Penentuan kekerasan penekanan ada 3 cara yaitu *Brinell*, *Vickers*, dan *Rockwell*. Pada penelitian ini digunakan cara mikro *Vickers* dengan menggunakan penekan berbentuk piramida intan. Besar sudut antara permukaan piramida yang saling berhadapan 1360. pada pengujian ini bahan ditekan dengan gaya tertentu dan terjadi cetakan pada bahan uji dari intan Pengujian ini sering dinamakan uji kekerasan piramida intan, karena menggunakan bentuk piramida intan. Nilai kekerasannya disebut dengan kekerasan HV atau VHN

(*Vickers Hardness Number*), didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan bekas penekanan.

$$VHN = \frac{2F \sin \frac{\theta}{2}}{L^2} = \frac{2F \sin 136^{\circ}/2}{L^2} = \frac{1,854F}{L^2}$$

dimana : F = Beban (kg)

L = Panjang diagonal rata-rata (mm)

$\theta$  = Sudut piramida 1360

(e) **Foto Struktur Mikro.** Struktur bahan dalam orde kecil sering disebut struktur mikro. Struktur ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro. Penelitian ini menggunakan mikroskop cahaya Persiapan yang dilakukan sebelum mengamati struktur mikro adalah pengefraisan spesimen, pengampelasan, pemolesan dan pengetsaan. Setelah dipilih, bahan uji diratakan kedua permukaannya dengan menggunakan mesin frais, dalam pendinginan harus selalu terjaga agar tidak timbul panas yang mempengaruhi struktur mikro. Setelah rata digosok dengan menggunakan ampelas mulai dari yang kasar sampai yang halus. Arah pengampelasan tiap tahap harus diubah, pengampelasan yang lama dan penuh kecermatan akan menghasilkan permukaan yang halus dan rata. Bahan yang halus dan rata itu diberi autosol untuk membersihkan noda yang menempel pada bahan. Langkah terakhir sebelum dilihat struktur mikro adalah dengan mencelupkan spesimen kedalam larutan etsa dengan penjepit tahan karat dan permukaan menghadap keatas. Kemudian spesimen dicuci, dikeringkan dan dilihat stuktur mikronya.

## BAB III METODA PENELITIAN

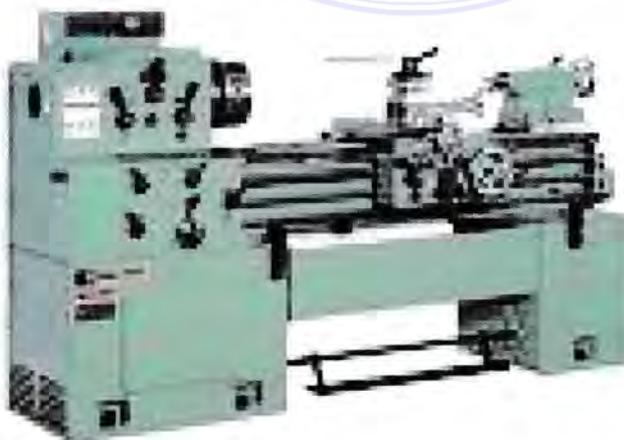
### 3.1. Bahan Penelitian

- (1) Bahan yang digunakan sebagai benda uji adalah baja karbon sedang NS 1045. Benda uji dibentuk sesuai dengan standar benda uji tarik las JIS Z 2201. Proses pembentukan benda uji digunakan mesin frais dan selanjutnya dilas benda uji dilas dengan menggunakan Mesin las listrik dengan elektroda terbungkus jenis E-7018).
- (2) Elektroda yang digunakan adalah elektroda terbungkus jenis :
  - (a) E-7018 dengan komposisi kimia : 0,089% C; 0,091% Si; 0,41% Mn; 0,011% S; dan 0,015% P. Kekuatan tarik maksimum = 49,7 kg/mm<sup>2</sup> dan kekuatan impact charpy = 10,9 kgf-m

### 3.2. Peralatan yang digunakan

Dalam penelitian ini digunakan berbagai peralatan antara lain :

- (a) **Mesin bubut.** Mesin bubut ini berfungsi untuk memotong benda kerja sehingga sesuai dengan ukuran yang diinginkan



**Gambar 3.1. Mesin bubut konvensional**

(b) **Mesin Gergaji.** Mesin gergaji ini digunakan untuk memotong batangan plat baja menjadi potongan-potongan plat untuk bahan pembuatan benda uji.

(c) **Mesin las.** Mesin Las yang digunakan adalah jenis mesin SMAW DC. Mesin ini digunakan untuk mengelas benda uji yang akan diuji sifat-sifatnya.



**Gambar 3.2. Nanton Sanjiu Welding Mechine**

(d). **Mesin Frais**

Mesin Frais konvensional digunakan untuk meratakan permukaan benda uji untuk uji tarik maupun untuk uji kekerasan dan struktur mikro.



**Gambar 3.3 Mesin Frais Konvensional**

(d)**Mikroskop optik.** Mikroskop optik ini digunakan untuk uji struktur mikro



**Gambar 3.4. Mikroskop Optik**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

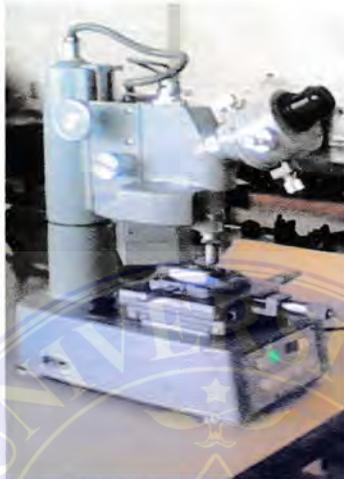
Document Accepted 7/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

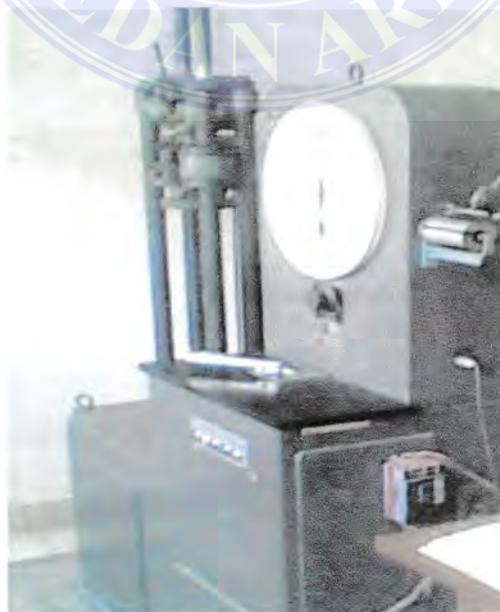
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

- (e) **Alat Uji Kekerasan.** Mesin Uji kekerasan Vickers. Mesin uji kekerasan ini digunakan untuk memperoleh angka kekerasan pada daerah lasan, batas lasan, daerah logam induk dan logam induk yang tidak terkena lasan.



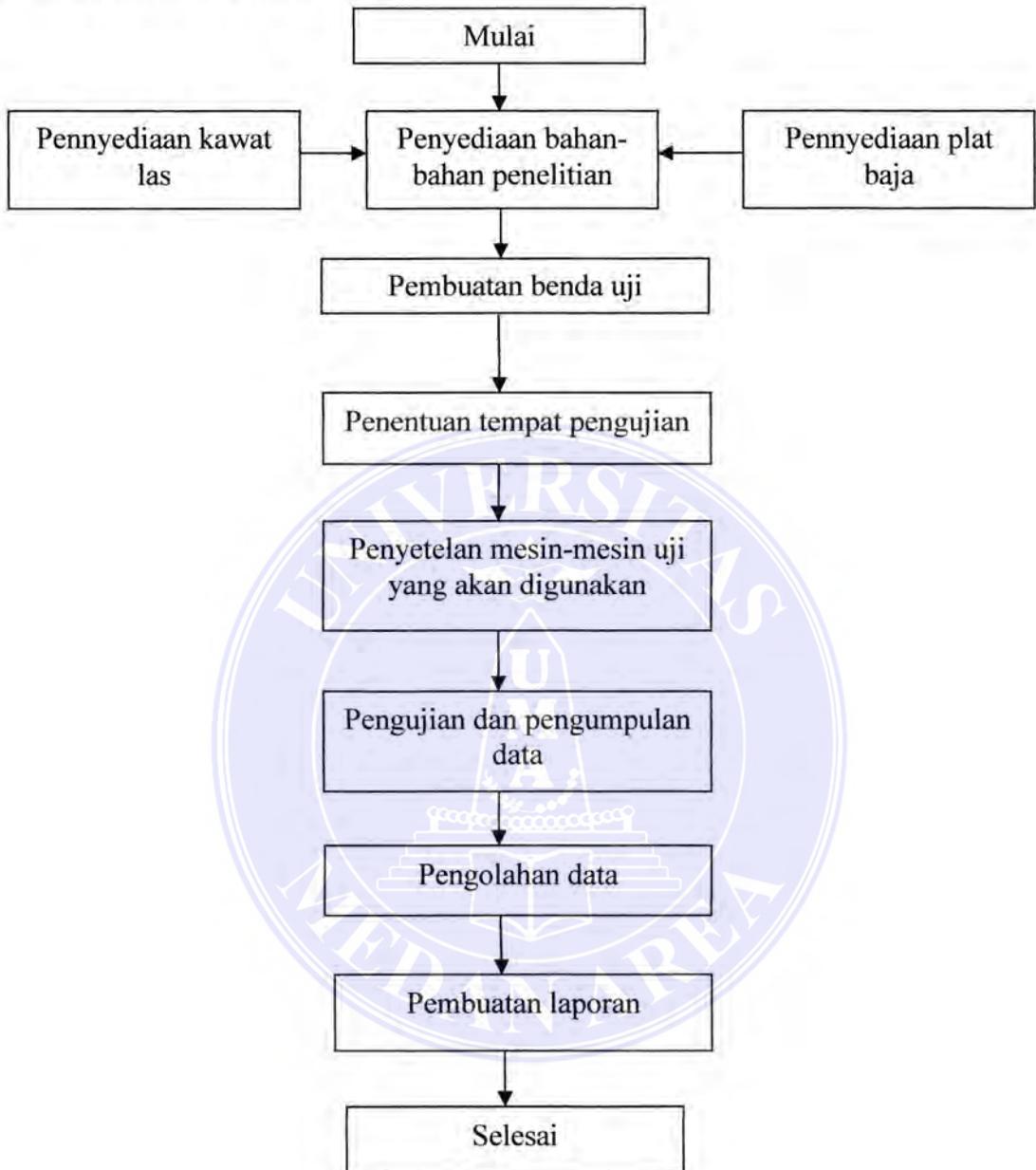
**Gambar 3.5. Mesin uji kekerasan Vickers**

- (f) **Mesin Uji Tarik.** Mesin Uji tarik Universal, digunakan adalah mesin HT-9502 Computer Hidrolik Universal Testing Mechine, Merk Hungta, kapasitas 20 ton, digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik spesimen benda uji.



**Gambar 3.6. Mesin Uji tarik HT-9502**

### 3.3. Prosedur Penelitian



**Gambar 3.7. Diagram alir Penelitian**

#### (a) Penyediaan bahan penelitian

Bahan penelitian dalam hal ini adalah bahan plat baja NS 1045 dan kawat las E-7018. Bahan-bahan ini diperoleh dari toko-toko Teknik tertentu yang

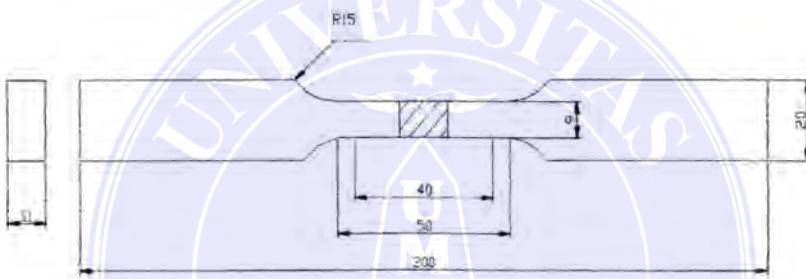
memiliki sertifikat yang menunjukkan spesifikasi bahan tersebut. Dalam hal ini bahan diperoleh dari toko Teknik Pantja Djaja.

#### (b) Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dari bahan plat baja batangan. Pertama sekali bahan baja dipotong-potong dengan menggunakan mesin gergaji, sehingga menjadi potongan-potongan yang mana panjang dan lebarnya sama dengan dimensi benda uji. Langkah berikutnya adalah membentuk benda uji dengan menggunakan mesin frais dan mesin bubut. Sehingga terbentuklah benda uji seperti gambar 3.8. Pada tahap berikutnya adalah pembuatan kampuh V. Pembuatan kampuh ini dilakukan dengan menggunakan mesin frais. Selanjutnya tahapan berikutnya adalah proses pengelasan benda uji. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pengelasan adalah sebagai berikut :

- (1) Mempersiapkan mesin las SMAW DC sesuai dengan pemasangan polaritas terbalik.
- (2) Mempersiapkan benda kerja yang akan dilas pada meja las.
- (3) Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendatar, atau bawah tangan.
- (4) Kampuh yang digunakan jenis kampuh V terbuka, dengan sudut  $60^{\circ}$  dengan lebar celah 2 mm.
- (5) Mempersiapkan elektroda sesuai dengan arus dan ketebalan plat.
- (6) Elektroda yang digunakan adalah elektroda jenis E-7018 dengan diameter elektroda 3,2 mm.

(7) Menyetel ampere meter yang digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum nol, kemudian salah satu penjepitnya dijepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit elektroda. Mesin las dihidupkan dan elektroda digoreskan sampai menyala. Ampere meter diatur pada angka 100 A. Selanjutnya mulai dilakukan pengelasan untuk jenis elektroda E-7018 untuk beberapa specimen dengan arus 100 A, bersamaan dengan hal itu dilakukan pencatatan waktu pengelasan.



Gambar 3.8. Spesimen JIS Z 2201

### (c) Pengujian Tarik.

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian tarik adalah sebagai berikut. Benda uji dijepit pada ragum uji tarik, setelah sebelumnya diketahui penampangnya, panjang awalnya dan ketebalannya. Langkah pengujian sebagai berikut : (1) menyiapkan kertas milimeter *block* dan letakkan kertas tersebut pada *plotter*. (2) benda uji mulai mendapat beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik diawali 0 kg hingga benda putus pada beban yang dapat ditahan benda tersebut. (3) Benda uji yang sudah putus lalu diukur berapa besar penampang dan panjang benda uji setelah putus. (4) Gaya atau beban yang maksimum ditandai dengan putusnya benda uji terdapat pada layar digital dan dicatat sebagai data. (5) Hasil diagram terdapat pada kertas

milimeter *block* yang ada pada meja *plotter*.(6) Hal terakhir yaitu menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh, perpanjangan, reduksi penampang dari data yang telah diperoleh dengan menggunakan persamaan yang ada.

#### (d) Pengujian Ketangguhan.

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian ketangguhan adalah sebagai berikut : (a) menyiapkan peralatan mesin *impact Charpy*.(b) menyiapkan benda uji yang akan dilakukan pengujian sesuai standar ukuran yang telah ditetapkan. (c) meletakkan benda uji pada anvil dengan posisi takikan membelakangi arah ayunan palu *Charpy*. (d) menaikkan palu *Charpy* pada kedudukan 1560 (sudut  $\alpha$ ) dengan menggunakan handle pengatur kemudian dikunci.(e) putar jarum penunjuk sampai berimpit pada kedudukan 1560.(f) lepaskan kunci sehingga palu *Charpy* berayun membentur benda uji. (g) Memperhatikan dengan mencatat sudut  $\beta$  dan nilai tenaga patah.

#### (e) Uji Struktur Mikro.

Sebelum melakukan pengujian struktur mikro, terlebih dahulu dibentuk benda uji. Selanjutnya benda uji dipoles sampai permukaannya mengkilap. Pemolesan dilakukan dengan menggunakan kertas ampelas *grade* 80 sampai 1500. Setelah benda uji dipoles dengan kertas ampelas *grade* 1500, dilanjutkan dengan pemolesan dengan *autosol* agar permukaan benda uji lebih halus lagi. Benda uji yang telah poles ini akan dilanjutkan dengan pengujian foto struktur mikro. Prosedur pada uji struktur mikro ini adalah sebagai berikut :

- (1) Benda uji di-etsa dengan cara mencelupkan permukaan benda uji kedalam larutan etsa yaitu larutan nital, Setelah dicelupkan ke dalam larutan etsa selanjutnya dibilas dengan alkohol.
- (2) Letakkan benda uji pada landasan mikroskop optic, dan aktifkan mikroskop optic tersebut, atur jarak dan pembesaran lensa sehingga dapat dilihat dengan jelas struktur mikro dari logam tersebut.
- (3) Sebelum gambar diambil, film dipasang pada kamera yang telah disetel sedemikian rupa dengan menggunakan film asa 200. Usahakan pada saat pengambilan foto tidak ada hal apapun yang membuat mikroskop optik bergerak, karena apabila mikroskop optik bergerak akan mempengaruhi hasilnya.

(f) **Pengujian Kekerasan.**

Benda uji yang telah di foto mikro, selanjutnya digunakan untuk pengujian kekerasan. Benda uji sebelumnya dipoles terlebih dahulu dengan menggunakan autosol, kemudian dietsa jenis HNO<sub>3</sub>. Langkah pengujian : (1) memasang indenter piramida intan. Penekanan piramida intan 1360 dipasang pada tempat indenter mesin uji, kencangkan secukupnya agar penekan intan tidak jatuh. (2) Memberi garis warna pada daerah logam las, HAZ dan logam induk yang akan diuji, (3) meletakkan benda uji di atas landasan. (4) Menentukan beban utama sebesar 1 kgf. (5) Menentukan titik yang akan diuji.(6) Menekan tombol indenter.

**(g). Analisa data.**

Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisa data dengan cara mengolah data yang sudah terkumpul. Data dari hasil pengujian dimasukkan kedalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka. Teknik analisa data pengaruh arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan las SMAW dengan elektroda E-7018 berupa perbandingan prosentase dan rata-rata nilai sifat-sifat mekanis dari logam las.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1. Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa yang telah dilakukan diperoleh bahwa :

- a. Kekerasan permukaan terbesar terdapat pada daerah logam las yaitu pada daerah pengelasan dengan kekerasan Vickers maksimum  $243 \text{ kg/mm}^2$ .
- b. Kekerasan permukaan trendah terdapat pada daerah pengaruh panas (HAZ).
- c. Kekuatan tarik yang tertinggi adalah pada benda uji yang telah mengalami pengelasan.

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan pada penelitian ini bahwa penyambungan baja karbon sedang dengan menggunakan las listrik dengan elektroda E-7018 tidak akan mengurangi kekuatan tarik dari bahan tersebut asalkan teknik pengelasannya sesuai dengan prosedur yang standart.

#### 2. Saran-Saran

- a. Untuk menghindari terjadinya cacat pada saat pengelasan, agar diusahakan pertahankan sudut dan kecepatan pengelasan pengelasan.
- b. Pada pengambilan data diperlukan ketelitian terutama pada saat pengambilan dan pengujian kekerasan, pengujian tarik, dan struktur mikro.
- c. Semakin banyak benda uji yang dilakukan semakin teliti hasil yang diperoleh.

## DAFTAR PUSTAKA

- (1) Easterling, K. 1983, Introduction of the Physical Metalurgi of Welding, Butterworthsand Co Publisher Ltd.
- (2) Leman, A., dan Suharno, 2004, Pengaruh Kecepatan Pengelasan pada Submerged Arc Welding Baja SM 490 Terhadap Ketangguhan Beban Impak, Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra, Vol. 6, No. 2, 71-74.
- (3) Sonawan, H., dan Suratman, R., 2004, Pengantar Untuk Memahami Pengelasan Logam, Alfa Beta, Bandung.
- (4) Santoso, J., 2006, Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan tarik dan ketangguhan las SMAW dengan Elektroda E7018, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- (5) Wiryosumarto, H., 2000, Teknologi Pengelasan Logam, Erlangga, Jakarta.
- (6) Winarto, 2006, Pengaruh Penggunaan Kawat Las ER5556A & ER5087 Teradap Porositas Lasan Aluminium 5083, Departemen Metalurgi & Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia