

## BAB 4

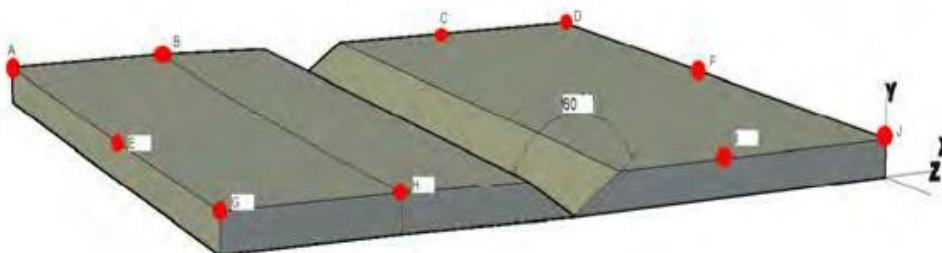
### ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan yang dilakukan pada material aluminium 5083 dengan panjang 300 mm menggunakan metode SMAW dengan parameter pengelasan sebagai berikut :

Welder	: Rahmat Hidayat (Welder Kampuh Welding)
Tempat Pengelasan	: Kampuh Welding Indonesia Jl. Sawo VI/ 28 Bringin Sambikerep, Surabaya
Proses Pengelasan	: SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> )
Desain Sambungan	: Butt Joint
Kampuh	: Single V
Material	: Aluminium seri 5083
Elektroda	: Grilumin E 5356 diameter 3,2 mm
Dimensi material	: 300 mm x 150 mm x 10 mm
Posisi	: 1G

#### 4.1. Sketsa dan Hasil Pengelasan

Dalam penelitian pengelasan kali ini arus yang digunakan 90 A dan 105 A untuk SMAW dan setiap kampuh terdapat 2 kali pengelasan sehingga dapat menutup penuh pada kampuh V dengan jarak pelat 2 mm dan sudut kampuh 60° tersebut.



**Gambar 4.1** Sketsa plat dengan kampuh V menggunakan AutoCAD



**Gambar 4.2** Plat aluminium seri 5083 dengan kampuh V sebelum dilakukan pengelasan



**Gambar 4.3** Hasil pengelasan plat aluminium seri 5083 dengan menggunakan metode SMAW

Pencatatan pada saat proses pengelasan menggunakan metode SMAW didapatkan data-data seperti pada tabel berikut :

Test Piece	Process	Filler Metal		Amper	Volt	Travel Speed	Heat Input
		class	diameter				
1	SMAW	E 5356	3,2 mm	105 A	20 V	20 mm/min	6.3 kj/mm
2	SMAW	E 5356	3,2 mm	90 A	20 V	24 mm/min	4.5 kj/mm

**Tabel 4.1** Hasil record proses pengelasan menggunakan metode SMAW

#### 4.2 Pengujian Visual (*Visual Examination Test*)

Dari variasi kuat arus dalam proses pengelasan yang telah dilakukan, dapat diperoleh data untuk masing-masing spesimen yang berupa proses pengelasan dan hasil pengelasan. Untuk diambil data pertama kali yaitu uji visual. Setelah itu di adakan pengujian diantaranya,

uji struktur mikro, uji kekerasan, dan uji kekuatan tarik. Dari data-data hasil pengujian kemudian dianalisa dan diambil kesimpulan.

#### 4.2.1 Uji Visual (*Visual Inspection Test*)

Hasil pengujian visual dari masing-masing metode pengelasan pada *test piece* 1 dan 2 menghasilkan kondisi permukaan yang baik dan menurut dari standar kriteria penerimaan pada AWS D1.2 semua hasil uji visual adalah *accepted*.



**Gambar 4.4** Hasil uji visual dari pengelasan SMAW

Dari hasil visual tersebut maka diukur ketinggian dari masing – masing mahkota las maupun akar lasnya dengan menggunakan *welding gauge* yang digambarkan pada gambar dibawah ini:



**Gambar 4.5** Hasil pengukuran pada mahkota dan akar las dengan *welding gauge*.

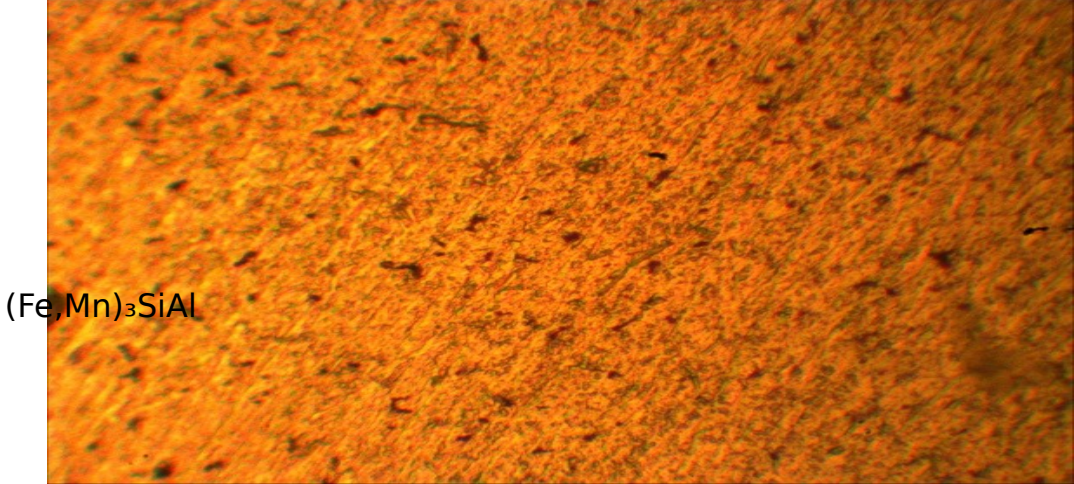
#### 4.2.2 Analisa Uji Visual

Dari hasil permukaan plat aluminium 5083 pada *test piece* 1 dan *test piece* 2 dapat dilihat semua bagian *increment per increment* tidak ada cacat visual yang cukup berarti. Hasil manik las yang dihasilkan juga sangat baik sesuai dengan ayunan saat proses pengelasan dilakukan. Serta pengukuran ketinggian menunjukkan untuk mahkota las setinggi 2 mm dan

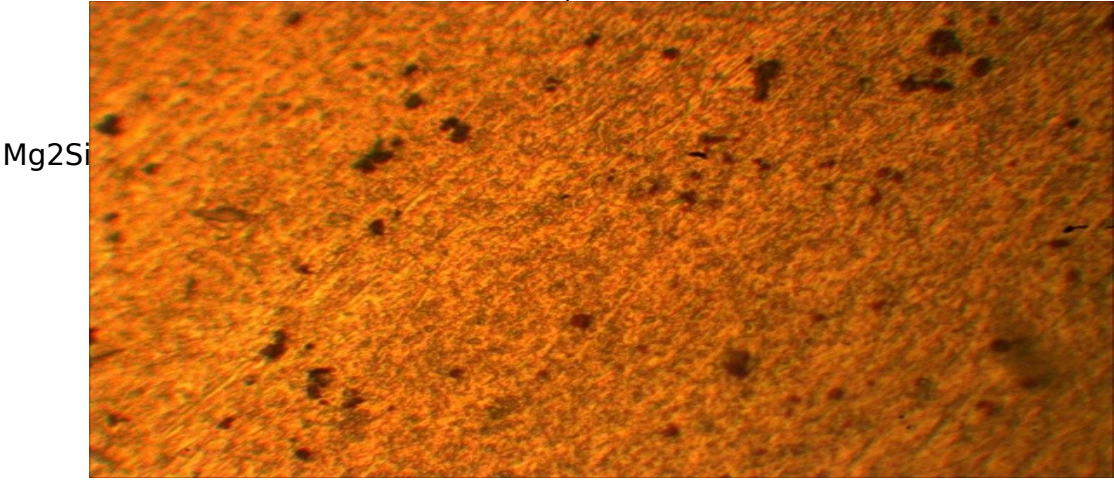
akar las setinggi 3 mm. Sehingga sesuai dengan standar kriteria penerimaan uji visual menurut standar AWS D1.2 untuk plat aluminium dinyatakan diterima atau *accepted*.

### 4.3 Pengujian Mikro

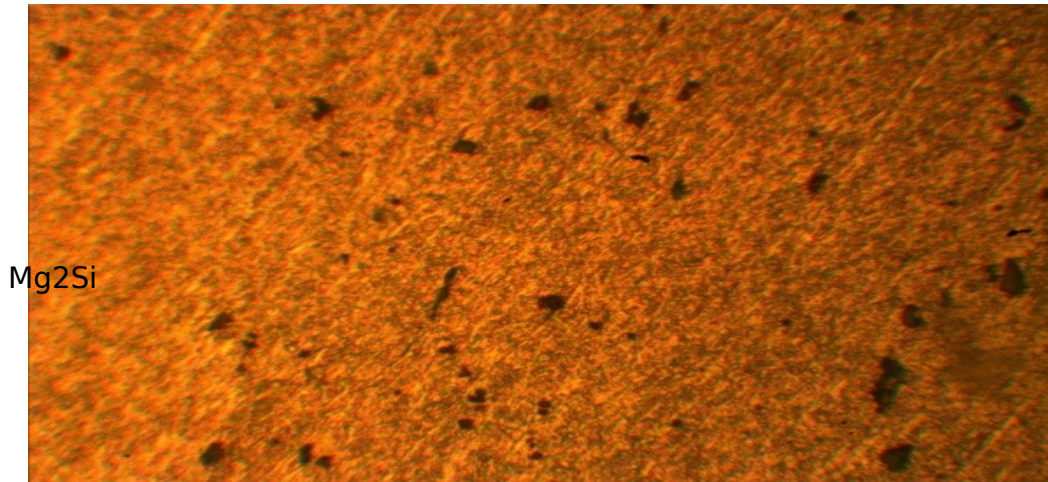
Pengujian mikro dilakukan bertujuan untuk mengetahui bentuk struktur mikro (*microstructure*) setelah dilakukan proses pengelasan. Pengujian mikro dilakukan dengan pembesaran 400x. Hasil foto mikro dapat dilihat berturut-turut pada gambar:



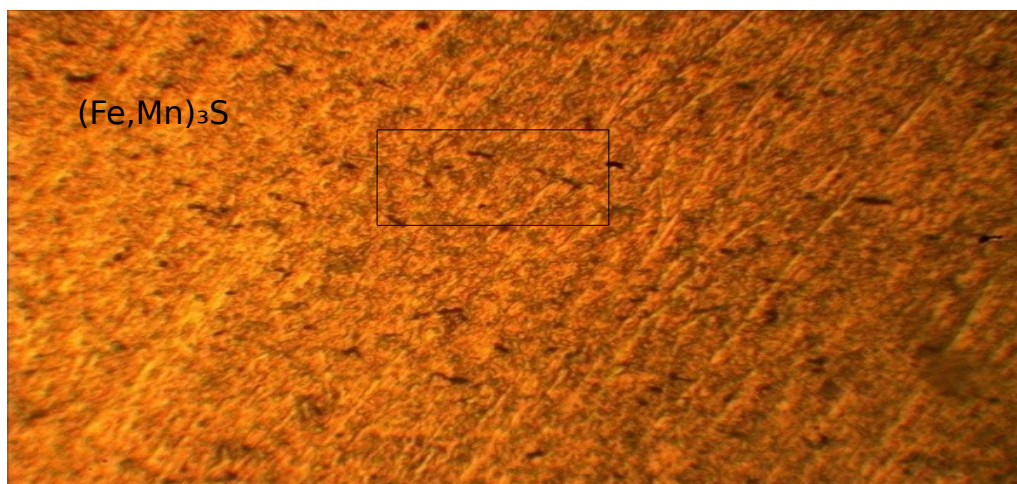
Gambar 4.6 Test piece 1 Base Metal 400x



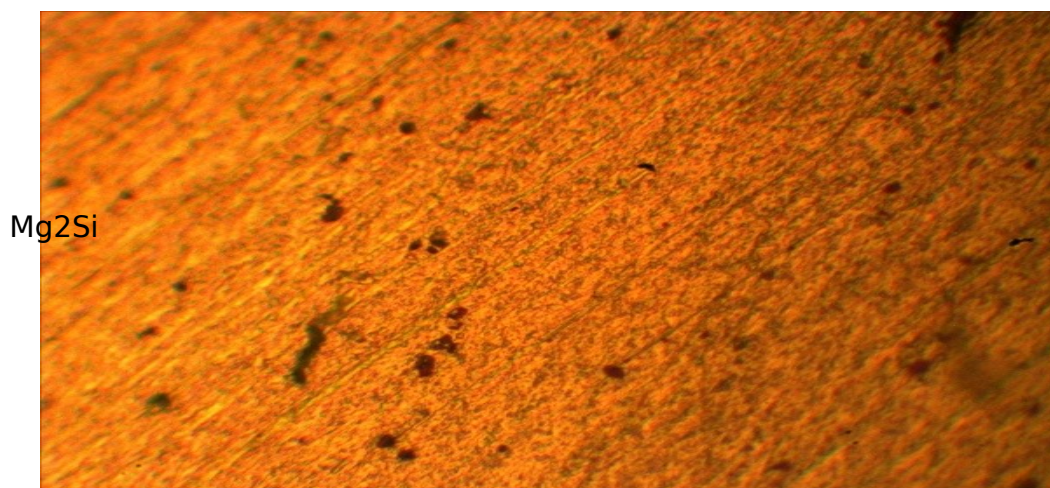
Gambar 4.7 Test piece 1 HAZ 400x



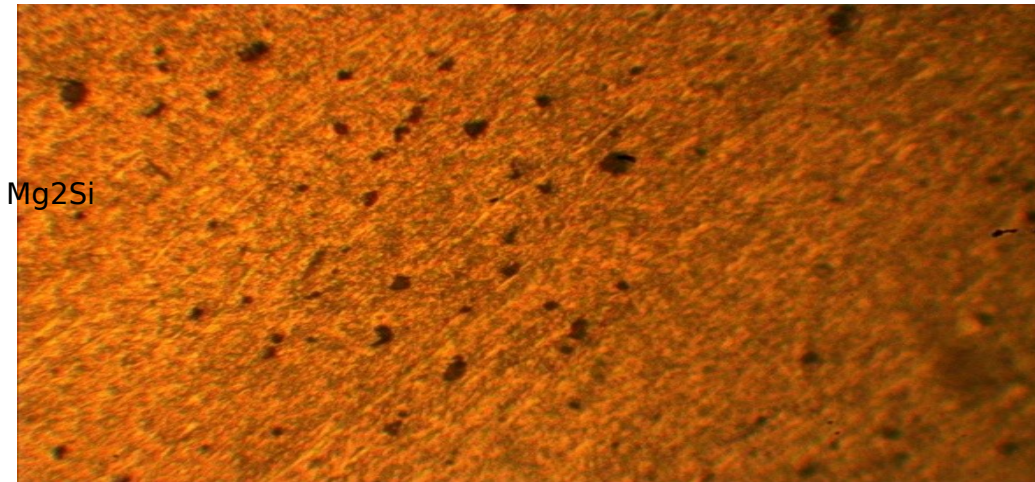
**Gambar 4.8** *Test piece 1* Weld metal 400x



**Gambar 4.9** *Test piece 2* Base metal 400x



**Gambar 4.10** *Test piece 2* HAZ 400x



Gambar 4.11 *Test piece 2* Weld Metal 400x

#### 4.3.1 Analisa Uji Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan struktur mikro yang terjadi akibat adanya proses pengelasan, dari gambar uji specimen mikro diatas dapat dijelaskan untuk pengujian mikro di bagian base metal, HAZ, dan weld metal. Struktur mikro daerah base metal pada *test piece 1* pada Gambar 4.6 dan *test piece 2* Gambar 4.9 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang terjadi baik pada metode las dengan arus 105 A dan 90 A. Hal ini dapat terjadi karena daerah logam induk tidak terkena proses pemanasan selama proses pengelasan. Struktur mikro pada daerah ini berupa butir halus, dimana butir halus pada base metal ini dapat menyebabkan kekerasan

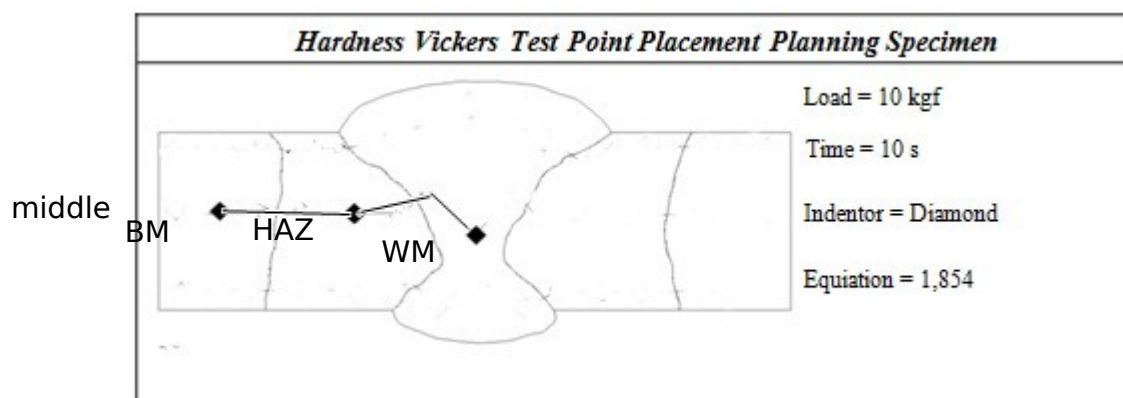
Struktur mikro daerah HAZ pada *test piece 1* seperti pada Gambar 4.7 menunjukkan terjadinya pertumbuhan butir pada saat pengelasan. Butir-butir pada daerah HAZ mengalami pengasaran dan berbentuk poligonal. Munculnya partikel halus pada daerah ini merupakan presipitat ( $Mg_2Si$ ), sedangkan struktur mikro daerah HAZ pada *test piece 2* seperti pada Gambar 4.10 juga menunjukkan terjadinya pertumbuhan butir pada saat pengelasan. Butir-butir pada daerah HAZ mengalami pengasaran dan berbentuk poligonal. Munculnya partikel halus pada daerah ini merupakan presipitat ( $Mg_2Si$ ), tetapi jumlah butir halus yang mengalami pengasaran dan berbentuk poligonal lebih sedikit daripada *test piece 1*.

Struktur mikro daerah weld metal seperti pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.11 secara umum berbentuk dendrit dengan warna gelap yang menunjukkan fasa silikon-magnesium ( $Mg_2Si$ ) dan atau silikon (Si), sedangkan warna terang merupakan fasa  $\alpha$  aluminium seperti

telah disampaikan oleh Chakrabarti dan Laughlin (2004). Dari analisa struktur mikro diketahui bahwa kenaikan kuat arus pengelasan dari 90 A ke 105 A diikuti dengan bertambahnya jumlah *dendrit* yang terbentuk, hal ini menyebabkan spesimen paling keras di dalam daerah weld metal dan lebih jelas struktur ( $Mg_2Si$ ) nya, sehingga dapat dipastikan bahwa nilai kekerasan juga meningkat.

#### 4.4 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan (*hardness*) pada penelitian ini menggunakan jenis *Vickers Hardness*. Pada pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui kemampuan benda dalam menerima pembebanan atau identasi dengan beban dan waktu yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk pengujian kekerasan pada spesimen ini direncanakan pada tabel di bawah ini :



**Gambar 4.12** Hardness Vickers Test Point Placement Planning Specimen

Standar pengujian kekerasan dengan metode Vickers dalam ASTM E92

$$\text{VHN} = (1,854)p/d^2$$

Test piece

1

Objek	koefisien	p	d <sup>1</sup>	VHN <sup>1</sup>
Base Metal	1.854	10	0.4656	85.53
HAZ	1.854	10	0.4518	90.84
Weld Metal	1.854	10	0.4405	95.55

Tabel 4.2 Hasil record dari uji kekerasan Test piece 1.

Test piece

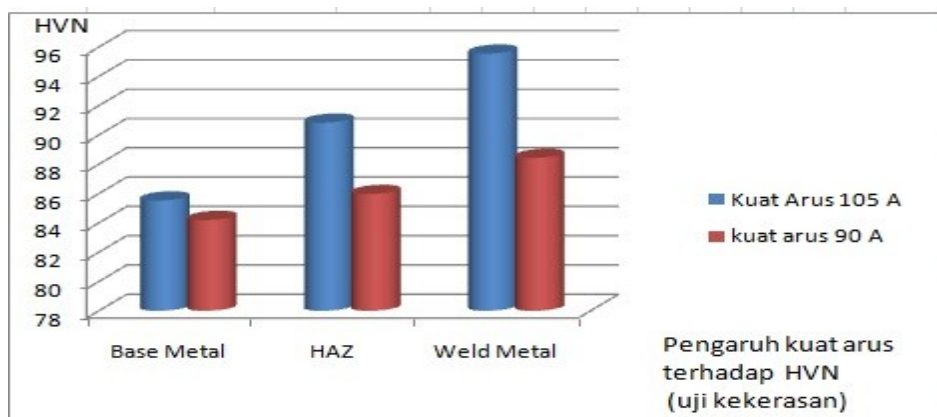
2

Objek	koefisien	p	d <sup>2</sup>	VHN <sup>2</sup>
Base Metal	1.854	10	0.4692	84.2
HAZ	1.854	10	0.4727	85.97
Weld Metal	1.854	10	0.4579	88.43

Tabel 4.3 Hasil record dari uji kekerasan Test piece 2

Objek	Kuat Arus 105 A	Kuat Arus 90 A
Base Metal	85.53	84.2
HAZ	90.84	85.97
Weld Metal	95.55	88.43

Tabel 4.3 Hasil record variasi arus terhadap nilai kekerasan



Gambar 4.13 Grafik variasi kuat arus terhadap nilai VHN

#### 4.4.1 Analisa Uji Kekerasan



Dari data hasil penelitian tabel 4.3 dan gambar grafik 4.13 menunjukkan pada *test piece* 1 dengan menggunakan kuat arus 105 A dan voltage 20 metode pengelasan SMAW menunjukkan nilai *heat input* 6.3 kJ/mm dan nilai kekerasan *Vickers* pada daerah base metal sebesar 85.53 HVN, nilai kekerasan *Vickers* pada daerah HAZ sebesar 90.84 HVN, dan nilai kekerasan *Vickers* pada daerah *weld metal* sebesar 95.55 HVN. Dan pada *test piece* 2 dengan menggunakan kuat arus 90 A dan voltage 20 metode pengelasan SMAW menunjukkan nilai *heat input* 4.5 kJ/mm dan nilai kekerasan *coupon test Vickers* pada daerah base metal sebesar 84.2 HVN, nilai kekerasan *Vickers* pada daerah HAZ sebesar 85.57 HVN, dan nilai kekerasan *Vickers* pada daerah *weld metal* sebesar 88.43 HVN. Melihat perbedaan nilai HVN pada base metal, HAZ dan *weld metal* material aluminium 5083 metode pengelasan SMAW pada *test piece* 1 dan *test piece* 2 dapat menjelaskan bahwa kenaikan kuat arus pengelasan diikuti dengan bertambahnya nilai kekerasan. (Raharjo, Samsudi & Rubijanto J.P, 2012)

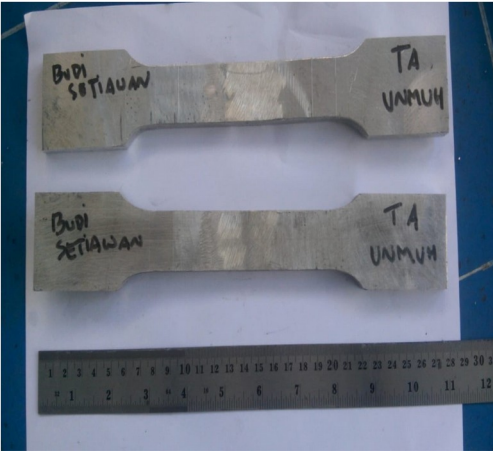
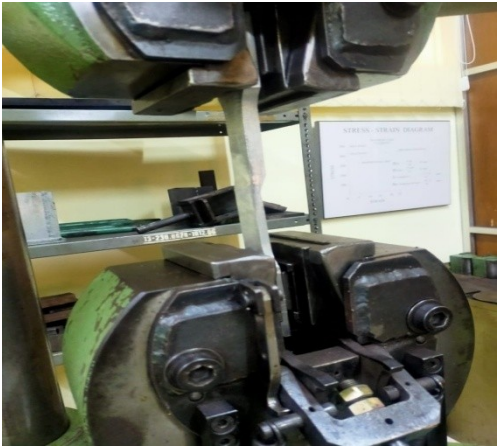
#### **4.5 Pengujian Tarik (*Tensile Test*)**

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang berlawanan arah. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Sifat mekanis logam yang dapat diketahui setelah proses pengujian ini seperti kekuatan tarik, keuletan dan ketangguhan. Pengujian tarik sangat dibutuhkan untuk menentukan desain suatu produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Karena dengan pengujian tarik dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan.

##### **4.5.1 Peralatan Uji Tarik**

- a. Mesin uji tarik
- b. Jangka sorong
- c. Meteran

Bahan yang digunakan untuk uji tarik adalah batang uji yang telah dibentuk sesuai standar BKI untuk uji tarik.



Gambar 4.14 material dan alat pengujian untuk uji tarik.



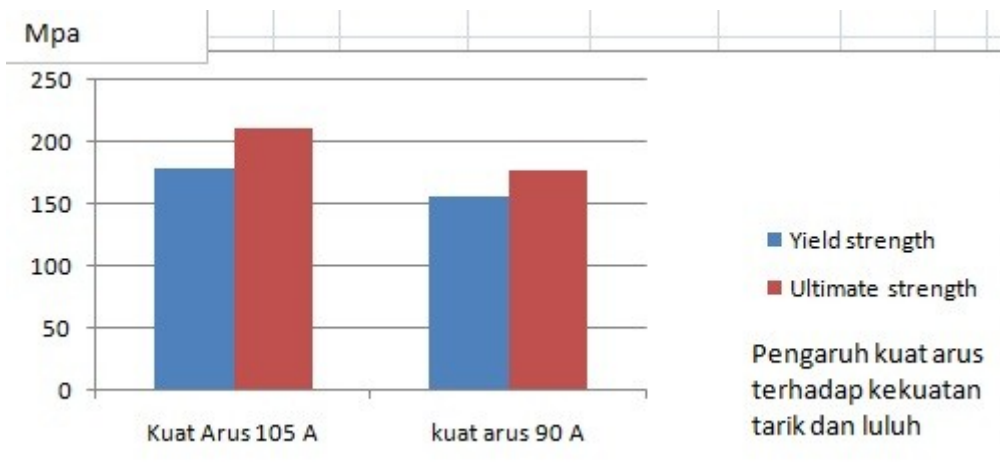
Gambar 4.15 Hasil material yang telah dilakukan uji tarik.

Code Material	Thick( T) mm	Width( W) mm	CSA mm <sup>2</sup>	Yield strengt h Mpa	Ultimt strengt h Mpa	F Yiel d KN	F Ulti mt KN
Test piece 1	10.62	25.23	267.94	179.15	210.87	48	56.5
Test piece 2	10.37	25.33	262.67	156.09	177.03	41	46.5

Tabel 4.4 Hasil record dari uji tarik.

objek	Kuat Arus 105 A	kuat arus 90 A
Yield strength	179.15 Mpa	156.09 Mpa
Ultimate strength	210.87 Mpa	177.03 Mpa

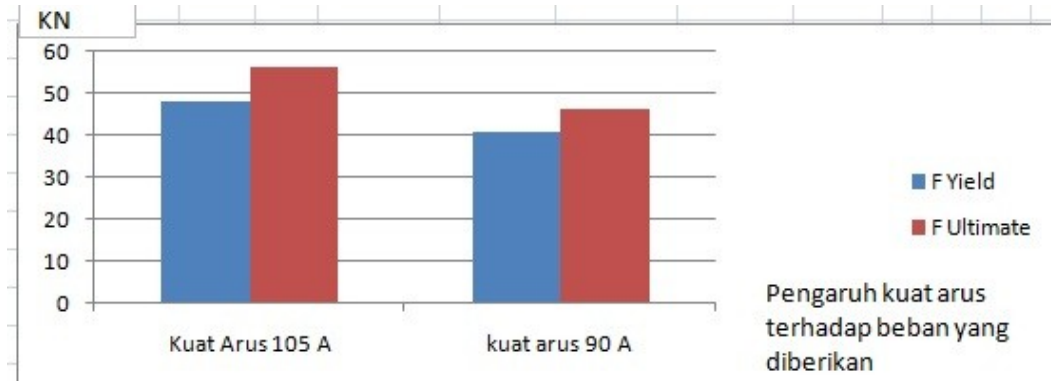
Tabel 4.5 Hasil record variasi arus terhadap nilai kekuatan tarik dan kekuatan luluh



Gambar 4.16 Perbandingan grafik variasi arus terhadap nilai kekuatan tarik dan luluh

objek	Kuat Arus 105 A	kuat arus 90 A
F Yield	48 KN	41 KN
F Ultimate	56.5 KN	46.5 KN

**Tabel 4.6** Hasil *record* variasi arus terhadap nilai beban yang diberikan



**Gambar 4.17** Perbandingan grafik variasi arus terhadap nilai beban yang diberikan

#### 4.5.2 Analisa Uji Tarik.

Sifat material aluminium 5083 ini ulet dikarenakan mempunyai daerah deformasi plastis yang luas disertai penyerapan energi yang besar. Patah ulet ditandai dengan adanya deformasi platis yang luas di sekitar retakan. Proses pemanjangan retak ini terjadi cukup lama dan bisa dikatakan stabil. Hal ini menandakan bahwa material melakukan perlawanan terhadap pemanjangan retakan kecuali apabila tegangan yang terjadi diperbesar. Dilihat dari gambar Gambar 4.15 Hasil material yang telah dilakukan uji tarik pada *test piece* 1 dan *test piece* 2 material aluminium 5083 terjadi patahan pada weld metal, dan mengalami patah ulet dikarenakan terlihat deformasi plastis yang kasar pada permukaannya. penyebaran retakan patah ulet material adalah stabil asalkan tegangan yang terjadi sama dan tidak berubah.

Dan dari data hasil penelitian sesuai Tabel 4.4 Hasil *record* dari uji tarik menunjukkan pada *test piece* 1 dengan menggunakan kuat arus 105 A dan voltage 20 metode pengelasan SMAW menunjukkan nilai *heat input* 6.3 kJ/mm, nilai *yield strength* (titik kekuatan luluh) sebesar 179.15 Mpa dengan nilai beban yang diberikan sebesar 48 KN, dan nilai *ultimate strength* (titik kekuatan tarik) sebesar 210.87 Mpa dengan nilai beban yang diberikan sebesar 56.5 KN. Dan pada *test piece* 2 dengan menggunakan kuat arus 90 A dan voltage 20 metode pengelasan SMAW menunjukkan nilai *heat input* 4.5 kJ/mm, nilai *yield strength* (titik kekuatan luluh) sebesar 156.09 Mpa dengan nilai beban yang diberikan sebesar 41 KN, dan nilai *ultimate strength* (titik kekuatan tarik) sebesar 177.03 Mpa dengan nilai beban yang diberikan sebesar 46.5 KN. Melihat perbedaan nilai *yield strength* (titik kekuatan luluh) dan nilai *ultimate strength* (titik kekuatan tarik) material aluminium 5083 metode pengelasan

SMAW pada *test piece* 1 dan *test piece* 2 dapat menjelaskan bahwa perbedaan arus dalam metode pengelasan SMAW dan penggunaan kuat arus yang tepat dapat meningkatkan kekuatan tarik pada pengelasan aluminium 5083.

Pada hal ini variasi kuat arus pengelasan sangat berpengaruh pada struktur mikro, nilai kekerasan dan nilai kekuatan tarik aluminium 5083. Dimulai dari rapuh, yakni pada kuat arus yang sangat rendah. Pada tahap ini, akibat kuat arus yang sangat rendah mengakibatkan ukuran butir mengecil sehingga jarak antar butir semakin jauh, ikatan melemah, dan rapuh (Raharjo, Samsudi & Rubijanto J.P, 2012). Dengan demikian material amat mudah patah, sehingga energi yang dibutuhkan untuk menarik dan mematahkannya sangat kecil pula. Selanjutnya dengan bertambahnya kuat arus pengelasan, maka ukuran butir makin membesar sehingga jaraknya semakin dekat dan ikatannya menguat serta kekuatan tarik dan ketangguhannya meningkat, namun masih getas (Raharjo, Samsudi & Rubijanto J.P, 2012). Dengan demikian kekerasan dan kekuatannya meningkat. Kemudian apabila temperatur makin meningkat, hingga material mencapai keuletan sampai pada temperatur maksimalnya, energi yang dibutuhkan untuk menarik dan mematahkannya akan bertambah pula sampai nilai maksimum. Selanjutnya jika lewat dari titik ini, maka energi akan menurun karena adanya deformasi (Suherman, 1987).