

**PENGARUH VARIASI SUDUT V TUNGGAL DAN MEDIA PENDINGIN  
PADA PENGELASAN OXY ASETILEN TERHADAP PERUBAHAN SIFAT  
MEKANIK BAJA ST 37**

Joko Subiantoro (2010)  
(10 10641002)  
Jurusan TeknikMesin  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

**Abstrak**

Proses penelitian yang penulis lakukan dengan material baja karbon rendah, yang mana setelah dilakukan pengelasan variasi kampuh dengan pendinginan berbeda, material tersebut mempunyai kekuatan tertinggi terdapat pada pendinginan udara dengan variasi sudut 30° dan rata – rata 3,487 KN/mm<sup>2</sup>, dan kekuatan tarik terendah terdapat pada pendinginan air garam dengan variasi sudut 60° dan rata – rata kekuatan tarik 2,449 KN/mm<sup>2</sup>. Dan penambahan panjang pada spesimen yang paling tinggi pada pendinginan udara dengan variasi sudut 30° dan rata – rata 13,5 mm, dan penambahan panjang paling rendah terdapat pada air garam dengan panjang rata – rata 9,8 mm pada variasi sudut 60°. Tegangan tarik tertinggi meliputi udara bebas dengan rata – rata 93,1 kg/mm<sup>2</sup> dan nilai tegangan tarik terendah pada air garam dengan variasi sudut 60° rata – rata sebesar 65,2 kg/mm<sup>2</sup>. Regangan terbesar terdapat pada udara bebas dengan variasi sudut 30° rata – rata sebesar 21,9 %, dan regangan terkecil terdapat pada air garam dengan variasi sudut 60° rata – rata sebesar 16,3 %. Modulus elastisitas atau disebut dengan *modulus young* nilai tertinggi dihasilkan oleh sudut variasi kampuh 60° pada pendinginan oli rata – rata sebesar 4,27 N/mm<sup>2</sup>, dan nilai terkecil terdapat pada air garam dengan sudut 60° rata – rata sebesar 4,00 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil penelitian struktur mikro menunjukkan bahwa spesimen yang dipakai percobaan pada pengelasan oxy asetilen pada daerah HAZ dengan pendinginan air garam memiliki batas butir 73,8  $\mu$ m, dengan 57% struktur ferrite dan 43% struktur martensite, pada daerah HAZ dengan pendinginan Oli memiliki batas butir 52,67  $\mu$ m, dengan 65% ferrite dan 35% pearlite, dan pada daerah HAZ dengan pendinginan udara 36,19  $\mu$ m dengan 70% ferrite dan 30% pearlite.

**Kata kunci:** las oxy asetilen, media pendingin, uji tarik, uji struktur mikro.

**Abstract**

*The Research Process author did steel material WITH CARBON Low, Which taxable income do welding seam variation WITH DIFFERENT cooling, the material has the highest strength are in the Air cooling WITH 30o dan Angle Variations average - average 3487 KN / mm2, and the tensile strength There Lowest salt air pada pendinginan WITH 60o angle variation and average - average tensile strength 2,449 KN / mm2. And added length of the specimen pada pada The High fence Air cooling WITH 30° angle variation and average - average 13.5 mm, and the increase in the length of the fence are the salt air Low WITH average length - average of 9.8 mm at 60° angle variation. The highest tensile stress include free prepaid Air WITH average - average 93.1 kg / mm2 and a tensile stress Value Lowest pada air salt WITH 60o angle variation average - average sum of 65.2 kg / mm2. There biggest strain on free prepaid Air WITH Variations average 30° angle - average much as 21.9%, and the smallest strain are salt air pada WITH 60° angle*

variation average - average sebesar 16,3%. Modulus of elasticity modulus WITH OR called highest young nilai generated Posted hem 60° angle variation pada oil cooling average - average sum of 4.27 N / mm<sup>2</sup>, and the smallest value are the salt air WITH 60° angle average - average sum of 4.00 N / mm<sup>2</sup>. While research findings indicate that the specimen microstructure Experiments That Used oxy acetylene welding pada pada WITH HAZ area is air cooling grain of salt has a limit of 73.8 mm, with 57% and 43% ferrite structure of martensite structure, pada WITH HAZ region is cooling oil has a grain boundary 52.67 m, with 65% ferrite and 35% perlite, and in the HAZ area is 36.19 m Air cooling WITH THE 70% ferrite and 30% perlite.

**Keywords:** oxy acetylene welding, cooling medium, tensile test, test microstructure.

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Pesatnya perkembangan industri dewasa ini baik itu industri otomotif maupun industri permesinan akan ikut mempengaruhi perkembangan teknologi pembuatan material khususnya baja.

Untuk peralatan industri khususnya bahan logam tersebut sering kali dioperasikan di lingkungan temperatur tinggi. Banyak pengujian dilakukan pada logam dengan temperatur tinggi, karena hal tersebut banyak dipakai dalam dunia industri misalnya pembuatan engine, turbin – turbin uap, dapur – dapur pembakaran, alat penyulingan, dan lain sebagainya, alat tersebut bekerja pada temperatur yang tinggi hingga di atas temperatur kritis.

Penulis mengadakan suatu penelitian pada plat baja ST 37 setebal 3 mm dipotong menjadi dua dan membuat variasi sudut V tunggal dengan kedalaman yang berbeda sebagai titik pengelasannya, titik tersebut akan mendapat perlakuan panas dari las lalu di *quenching* dan uji struktur mikro serta pengujian tarik. Dari hasil uji tersebut dapat kita simpulkan kekuatan variasi sudut V tunggal baja ST 37 tersebut.

### Rumusan Masalah

Sesuai dari latar belakang maka rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah sifat mekanik variasi sudut V tunggal dengan media pendingin berbeda

pada plat baja ST 37 dengan pengujian tarik ?

2. Bagaimanakah bentuk struktur *micro* sudut V tunggal dari baja ST 37 setelah mengalami deformasi perubahan suhu ?

### Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus, maka batasan masalah dari karya ilmiah ini yaitu :

1. Material yang digunakan adalah baja ST 37
2. Pengelasan menggunakan las oxy asetilen dengan perbandingan 1:1
3. Setelah dilas lalu di Quenching Panas
4. Media pendingin oli, air garam 10%, udara bebas
5. Variasi sudut V tunggal 30°, 45°, 60°,

### Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis kekuatan variasi sudut V tunggal bahan ST 37 yang mengalami perubahan suhu dari las dengan media pendingin yang berbeda.
2. Untuk mengetahui struktur mikro dari sudut V tunggal baja ST 37 yang mengalami perubahan suhu pada pendingin yang berbeda.
3. Untuk mengetahui kekuatan tarik sudut V tunggal dengan menggunakan pendingin yang berbeda.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Baja (Steel)

Baja merupakan suatu campuran dari ferro (besi) dan karbon (C) dimana unsur karbon (C)

menjadidasarcampurannya. Di samping itu baja juga mengandung unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Kandungan karbon di dalam baja sekitar 0,1% – 1,7%, sedangkan unsur lain dibatasi oleh persentasenya.

Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahanan gores dan tahanan suhu baja. Perbedaan prosentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasi baja. (Amanto, 1999)

## 2. Klasifikasi Baja

Baja karbon dibagi menjadi 3 macam menurut banyaknya baja karbon yang terkandung di dalamnya yaitu:

### a. Baja Karbon Rendah (*Mild Steel*)

Mengandung karbon antara 0,10 sampai 0,30%, baja karbon rendah ini biasanya dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip, dan baja batangan atau baja profil. Baja karbon ini mempunyai kekuatan yang relatif rendah, lunak, keuletannya sangat tinggi dan mudah dibentuk (*machining*).

### b. Baja Karbon Medium (*Medium Carbon Steel*)

Baja ini mengandung antara 0,30 sampai 0,60% C. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan perkakas bagian mesin, juga dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas, dan sebagainya.

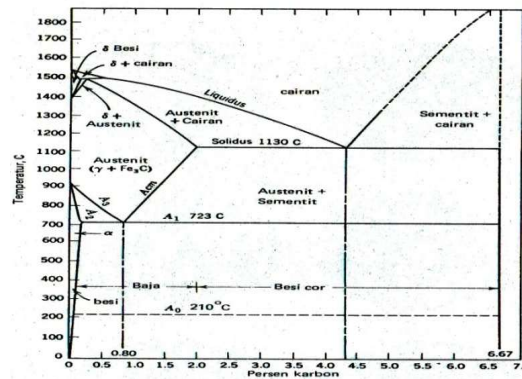
### c. Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon (C) antara 0,70 sampai 1,5%, baja ini sangat keras dibandingkan dengan Baja Karbon Medium (*Medium Carbon Steel*), hampir jarak tegangan lumernya terhadap

tegangan proporsionalnya tidak dapat diketahui pada grafik tegangan. Biasanya digunakan untuk alat potong seperti gergaji, pahat, kikir, dan lain sebagainya. (Murtiono, 2012).

## 3. Diagram Fasa Fe-C

Diagram kesetimbangan besi karbon adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur di mana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan yang lambat dengan kadar karbon. Diagram ini adalah dasar pemahaman untuk semua operasi-operasi perlakuan panas. Fungsi diagram fasa adalah memudahkan memilih temperatur pemanasan yang sesuai untuk setiap proses perlakuan panas baik proses *annealing*, *normalizing*, maupun proses pengerasan.



Gambar 1. Diagram Fasa Baja (Daryanto, 2010)

## 4. Teori Kegagalan

Suatu material dikatakan gagal jika tegangan yang diizinkan melebihi dari hasil tes/uji. Jika tegangan yang dihitung melebihi tegangan yang diizinkan diasumsikan kegagalan dari material terjadi.

Mesin tarik adalah alat uji untuk mengetahui sifat mekanik material dengan cara memberikan beban tarik pada material yang akan diuji. Alat pengujian tarik ini terdiri dari 3 bagian utama, yaitu load cell (pengukur gaya), pemegang benda uji (specimen), dan pengukur perpanjangan (extensometer).

Tegangan tarik ( $\sigma$ ) dinyatakan dalam rumus:

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Dimana:  $\sigma$  = Tegangan tarik (Kn/mm<sup>2</sup>)

F = Gaya tarik ( N )

$A_0$  = Penampang mula mula (mm<sup>2</sup>)

Sedangkan regangan (*strain*)  $\epsilon$  yang terjadidinyatakan dalam rumus :

$$\epsilon = \frac{l-l_0}{l} \times 100\%$$

Dimana :  $\epsilon$  = Regangan (*strain*) (%)

l = Panjang spesimen setelah uji tarik (mm<sup>2</sup>)

$l_0$  = Panjang spesimen mula-mula (mm<sup>2</sup>)

Jika gaya tarik pada spesimen dinaikkan, maka spesimen tersebut akan mengalami regangan, sehingga pada suatu saat tegangannya mencapai tegangan *yield*.

Jika beban tersebut dihilangkan, maka panjang spesimen akan kembali pada kedudukan semula.

Daerah ini disebut dengan daerah elastis (*linear elastic behavior*).

Modulus elastisitas atau modulus *Young* (E) dinyatakan sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Dimana:  $\sigma$  = Tegangan tarik (Kg/mm<sup>2</sup>)

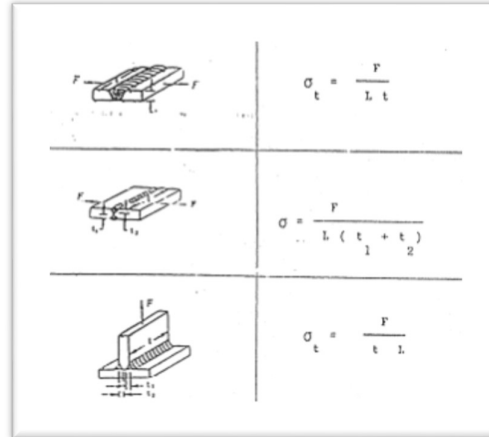
$\epsilon$  = Regangan (*strain*) (mm<sup>2</sup>)

Pada spesimen mencapai beban maksimum (UTS), pada spesimen tersebut mulai terjadi neck, dimana regangan yang terjadi tidak lagi seragam. Perubahan penampang tidak terjadi pada sepanjang spesimen, tetapi terkonsentrasi pada neck. Selanjutnya setelah mencapai tegangan maksimum kekuatan dari suatu spesimen akan turun drastis hingga terjadi patah pada daerah neck.

## 5. Jenis dan Bentuk Kampuh Las

Bentuk alur dalam sambungan las sangat mempengaruhi efisiensi pengerjaan dalam jaminan konstruksi yang akan dilas. Pada dasarnya dalam memilih bentuk alur, disamping memperhatikan ketebalan material yang akan

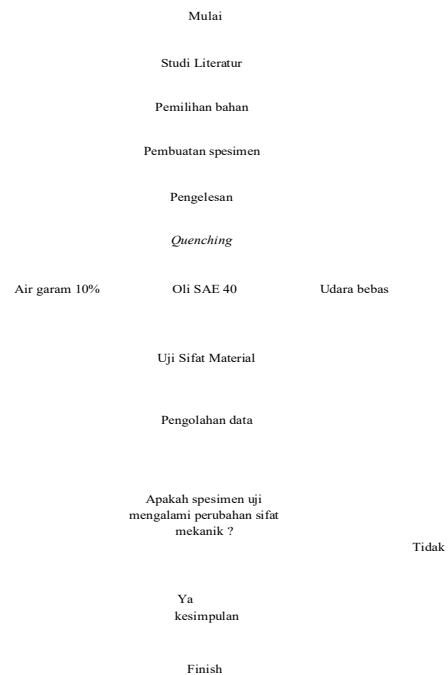
disambung juga harus memperhatikan besar dan arah beban yang akan ditanggung oleh sambungan. Sambungan las harus memperhatikan masukan panas yang diterima dan jumlah logam las sampai harga terendah dengan tidak menurunkan mutu sambungan. Karena itu dalam memilih bentuk alur las diperlukan kemampuan dan pengalaman yang luas dalam pemakaiannya. Sebagian jenis kampuh las dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Sudut kampuh dan cara uji (Chan, 2006)

## METODE PENELITIAN

### 1. Diagram Alir



Gambar 3. Diagram alir penelitian

## 2. Hasil Uji Tarik

Sebagai perbandingan dilakukan uji kekuatan tarik pada plat baja ST 37, Data beban minimum dan maksimum yang didapat antara lain:

Tabel 1 Kekuatan tarik spesimen

No	Media Pendingin	Spesimen	Variasi sudut		
			30°	45°	60°
1	Air Garam 10%	1	2,748	2,575	2,425
		2	2,789	2,481	2,425
		3	2,622	2,585	2,498
	Total	8,159	7,641	7,348	
	Rata - Rata	2,719	2,547	2,449	
2	Media Pendingin	Spesimen	Kekuatan tarik KN/mm <sup>2</sup>		
	Oli SAE 40	1	3,280	3,110	2,980
		2	3,118	2,995	2,857
		3	3,195	2,983	2,827
	Total	9,593	9,088	8,664	
Rata - Rata	3,197	3,029	2,888		
3	Media Pendingin	Spesimen	Kekuatan tarik KN/mm <sup>2</sup>		
	Udara bebas	1	3,450	3,342	3,293
		2	3,577	3,302	3,258
		3	3,456	3,374	3,300
	Total	10,483	10,018	9,851	
Rata - Rata	3,487	3,339	3,283		

Tabel 2 Pertambahan panjang spesimen

No	Media Pendingin	Spesimen	Variasi sudut		
			30°	45°	60°
1	Air Garam 10%	1	10,5	10	9,8
		2	10,6	9,9	9,7
		3	10,4	10,1	9,9
	Total	31,5	30	29,4	
	Rata - Rata	10,5	10	9,8	
2	Media Pendingin	Spesimen	Δr/mm <sup>2</sup>		
	Oli SAE 40	1	12,1	12	11,2
		2	12	11,7	10,8
		3	12,3	11,6	10,4
	Total	36,4	35,5	32,4	
Rata - Rata	12,1	11,7	10,8		
3	Media Pendingin	Spesimen	Δr/mm <sup>2</sup>		
	Udara bebas	1	13,4	13,1	12,5
		2	12,8	13	12,4
		3	13,3	12,9	12,6
	Total	40,5	39	37,5	
Rata - Rata	13,5	13	12,5		

## 3. Pengolahan Data

Setelah melakukan beberapa rangkaian uji dan mengetahui hasilnya, maka dapat kita tentukan tegangan tarik ( $\sigma$ ), regangan tarik ( $\epsilon$ ), dan modulus young ( $E$ ) dengan persamaan rumus sebagai berikut:

### a. Tegangan tarik ( $\sigma$ )

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{P}{b \cdot h}$$

Dimana:  $\sigma$  = Tegangan tarik (kg/mm<sup>2</sup>)

F = Gaya tarik (N)

A<sub>0</sub> = Penampang mula mula (mm<sup>2</sup>)

b = Lebar (mm<sup>2</sup>)

h = Tebal (mm<sup>2</sup>)

Besar tegangan tarik dari masing-masing spesimen dapat kita ketahui.

Tabel 3 Tegangan tarik

No	Media Pendingin	Spesimen	Variasi sudut		
			30°	45°	60°
1	Air Garam 10%	1	73,2	68,6	64,6
		2	74,3	66,1	64,6
		3	69,9	68,9	66,6
	Total	217,4	203,6	195,3	
	Rata - Rata	72,4	67,8	65,2	
2	Oli SAE 40	Spesimen	$\sigma$ =(kg/mm <sup>2</sup> )		
		1	87,4	82,9	79,4
		2	83,1	79,8	76,1
	3	85,2	79,5	75,3	
	Total	255,7	242,2	230,8	
Rata - Rata	85,2	80,7	76,9		
3	Udara Bebas	Spesimen	$\sigma$ =(kg/mm <sup>2</sup> )		
		1	92	89,1	87,8
		2	95,3	88	86,8
	3	92,1	89,9	88	
	Total	279,4	267	265,6	
Rata - Rata	93,1	89	88,5		

### b. Regangan Tarik ( $\epsilon$ )

$$\epsilon = \frac{l-l_0}{l_0} \times 100\%$$

Dimana :  $\epsilon$  = Regangan (*strain*) (%)

l = Panjang spesimen setelah uji tarik (mm<sup>2</sup>)

l<sub>0</sub> = Panjang spesimen mula-mula (mm<sup>2</sup>)

Dari hasil pengolahan data yang didapat hasil peregangan tiap-tiap spesimen antara lain:

Tabel 4 Regangan tarik

No	Media Pendingin	Spesimen	Variasi sudut				
			30°	45°	60°		
			ε = (%)				
1	Air Garam 10%	1	17,5	16,6	16,3		
		2	17,6	16,5	16,1		
		3	17,3	16,8	16,5		
	Total		52,4	49,9	48,9		
	Rata - Rata		17,4	16,6	16,3		
2	Oli SAE 40	Spesimen			ε = (%)		
		1	20,1	20	18,6		
		2	20	19,5	18		
	3	20,5	19,3	17,3			
	Total		60,6	58,8	53,9		
Rata - Rata		20,2	19,6	17,9			
3	Udara Bebas	Spesimen			ε = (%)		
		1	22,3	21,8	20,8		
		2	21,3	21,6	20,6		
	3	22,1	21,5	21			
	Total		65,7	64,9	62,4		
Rata - Rata		21,9	21,6	20,8			

### c. Modulus elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Dimana:  $\delta$  = Tegangan tarik (Kg/mm<sup>2</sup>)

$\varepsilon$  = Regangan (*strain*) (%)

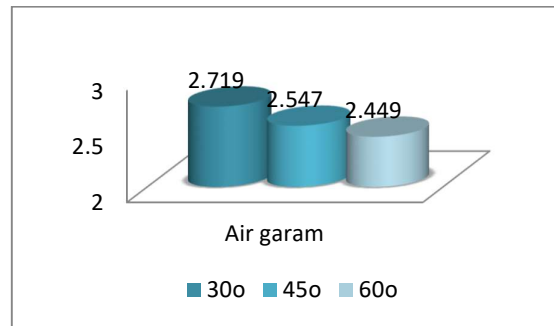
Dengan menggunakan rumus diatas maka besar modulus elastisitas atau *modulus young*(E) dari masing masing spesimen uji tarik dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 5 *Modulus Young*

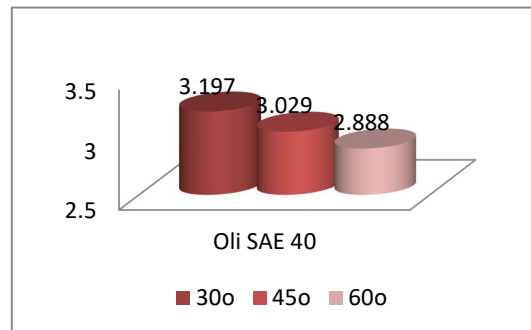
No	Media Pendingin	Spesimen	Variasi sudut				
			30°	45°	60°		
			E = (N/mm <sup>2</sup> )				
1	Air Garam 10%	1	4,18	4,13	3,96		
		2	4,22	4	4,01		
		3	4,04	4,10	4,03		
	Total		12,44	13,23	12		
	Rata - Rata		4,14	4,07	4		
2	Oli SAE 40	Spesimen			E = (N/mm <sup>2</sup> )		
		1	4,34	4,14	4,26		
		2	4,15	4,09	4,22		
	3	4,15	4,11	4,35			
	Total		12,64	12,34	12,83		
Rata - Rata		4,21	4,11	4,27			
3	Udara Bebas	Spesimen			E = (N/mm <sup>2</sup> )		
		1	4,12	4,08	4,22		
		2	4,47	4,07	4,21		
	3	4,16	4,18	4,19			
	Total		12,75	12,33	12,62		
Rata - Rata		4,25	4,11	4,20			

### Grafik Rata-Rata Spesimen Uji

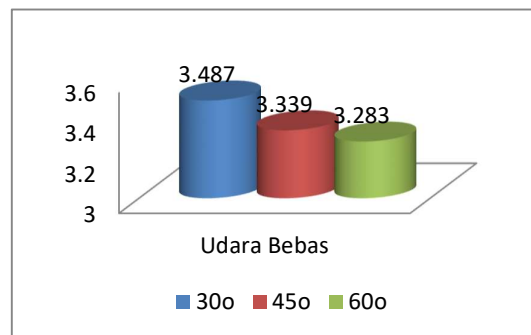
### 1. Grafik rata-rata uji kekuatan tarik



Gambar3 Grafik rata-rata uji kekuatan tarik dengan pendinginan air garam

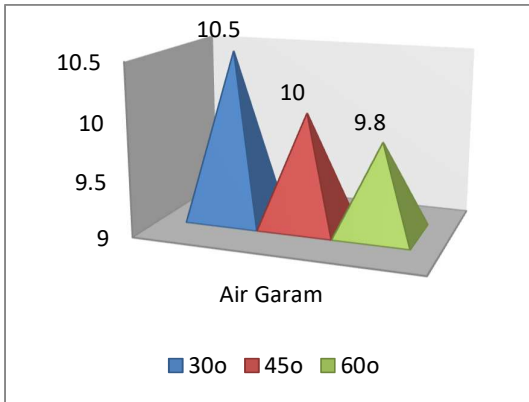


Gambar4.2 Grafik rata-rata kekuatan tarik dengan pendinginan oli SAE 40

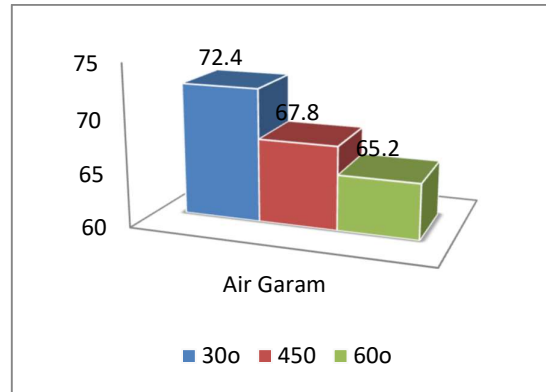


Gambar4.3 Grafik rata-rata kekuatan tarik dengan pendinginan udara bebas

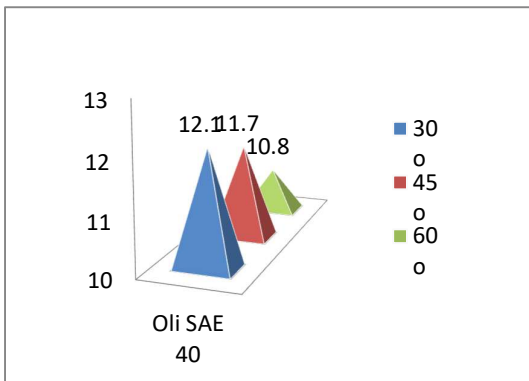
### 2. Grafik rata-rata pertambahan panjang spesimen



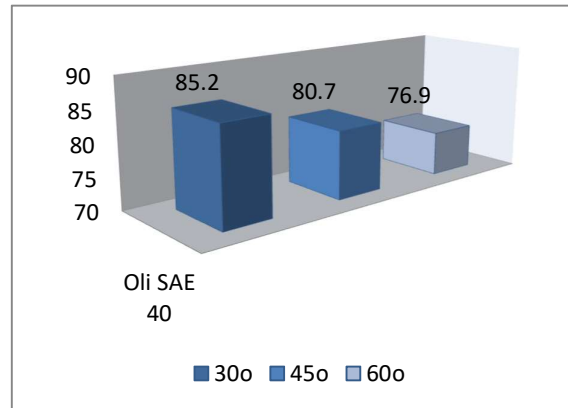
Gambar 4.4 Grafik rata-rata pertambahan panjang spesimen pada air garam



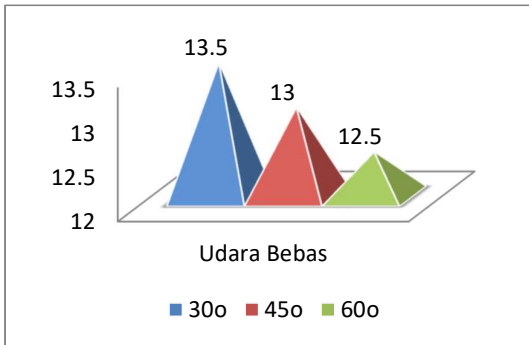
Gambar4.7Grafik rata-rata tegangan tarik( $\sigma$ )pendinginan air garam 10%



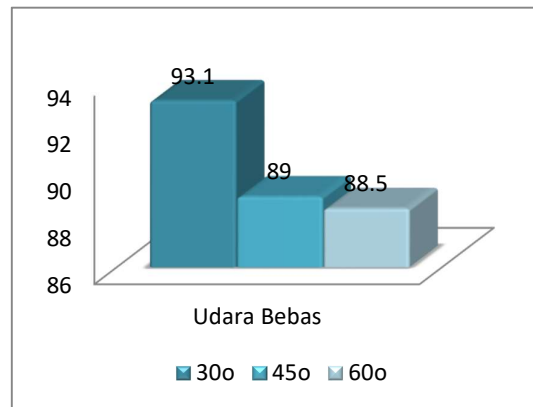
Gambar4.5 Grafik rata-rata pertambahan panjang spesimen pada oli SAE 40



Gambar4.8Grafik rata-rata tegangan tarik( $\sigma$ )pendinginan oli SAE 40



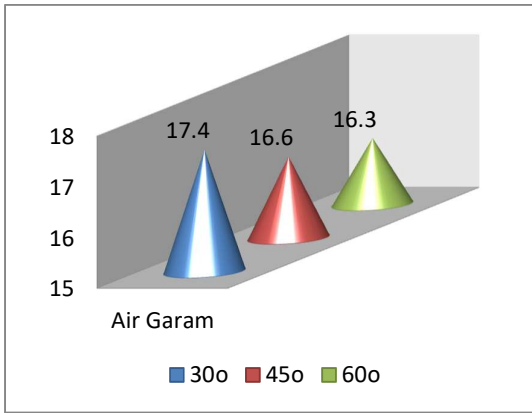
Gambar4.6 Grafik rata-rata pertambahan panjang spesimen pada udara bebas



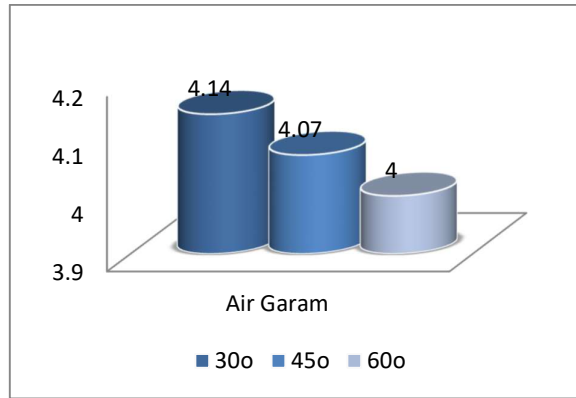
Gambar4.9Grafik rata-rata tegangan tarik( $\sigma$ )pendinginan udara bebas

### 3. Grafik rata-rata tegangan tarik ( $\sigma$ )

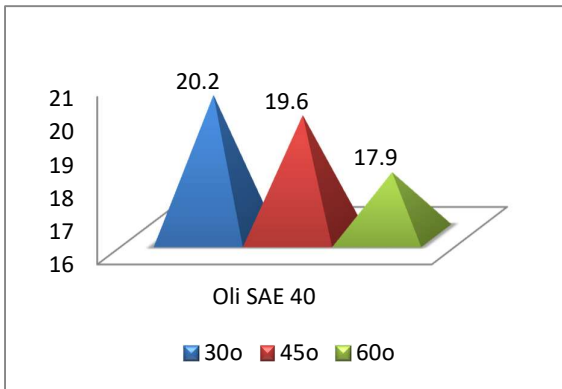
### 4. Grafik rata-rata regangan tarik ( $\epsilon$ )



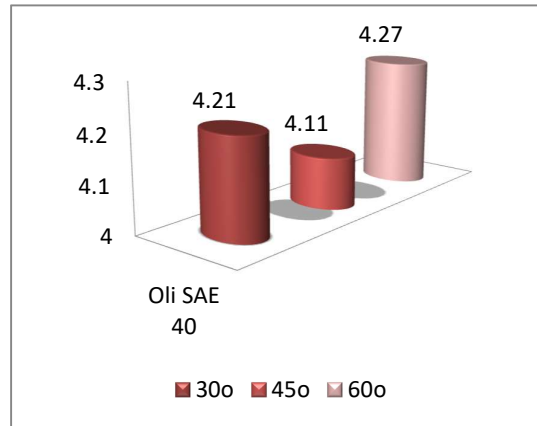
Gambar4.10 Grafik rata-rata regangan tarik( $\epsilon$ ) pendinginan air garam 10%



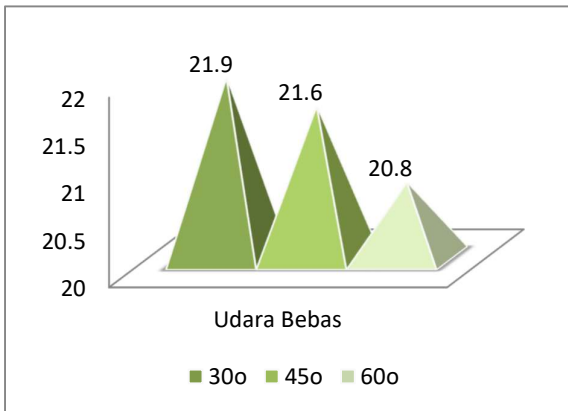
Gambar4.13 Grafik rata-rata *modulus young* (E) pendinginan air garam 10%



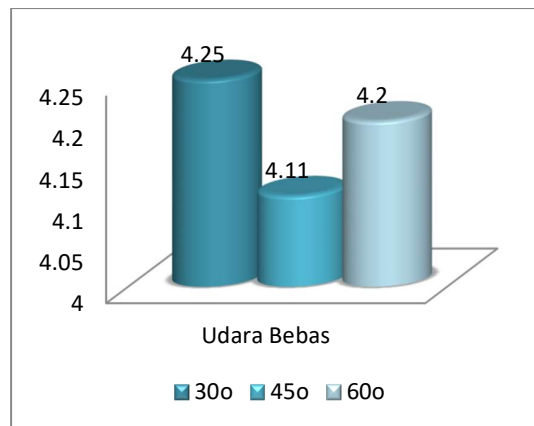
Gambar4.11 Grafik rata-rata regangan( $\epsilon$ ) tarik pendinginan oli SAE 40



Gambar4.14 Grafik rata-rata *modulus young* (E) pendinginan oli SAE 40



Gambar4.12 Grafik rata-rata regangan( $\epsilon$ ) tarik pendinginan udara bebas



Gambar4.15 Grafik rata-rata *modulus young* (E) pendinginan udara bebas

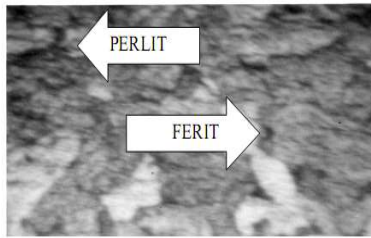
## 5. Grafik rata-rata *modulus young* (E)

## 4. Hasil Uji Struktur Mikro

Tujuan pengamatan struktur mikro adalah untuk mengetahui sifat mekanik dari bahan tersebut dimana terfokuskan pada sudut kampuh V

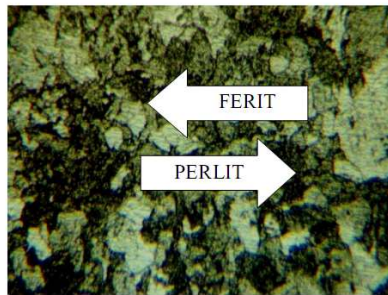


tunggal, dengan begitu kita akan mengetahui perubahan jenis struktur mikro tersebut. Berikut merupakan struktur mikro dari sudut kampuh V groove hasil uji mikroskop metalurgi.

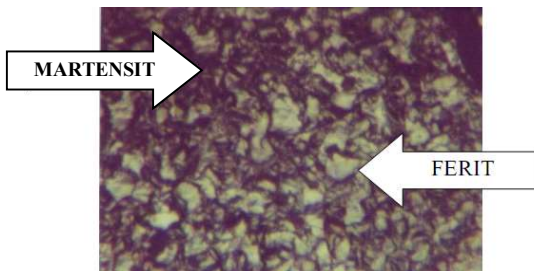


Gambar 4. Struktur mikro pada daerah logam sebelum pengelasan dengan pembesaran 200x

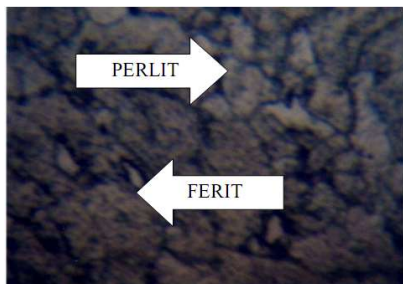
Hasil pemotretan struktur mikro pada daerah HAZ logam



Gambar 5. Struktur mikro daerah las pada logam dengan pendinginan oli pembesaran 200x

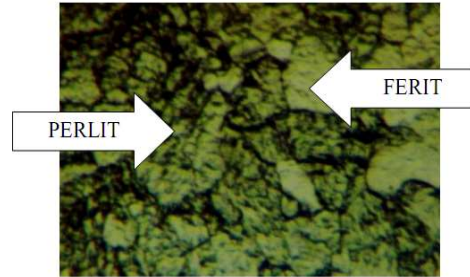


Gambar 6. Struktur mikro daerah las pada logam dengan pendinginan air garam 10% pembesaran 200x

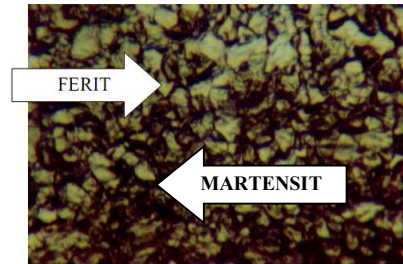


Gambar 7. Struktur mikro daerah las pada logam dengan pendinginan udara bebas pembesaran 200x

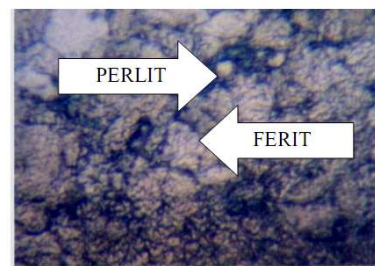
Hasil pemotretan struktur mikro pada daerah HAZ logam



Gambar 8. Struktur mikro daerah HAZ pendinginan oli pembesaran 200x

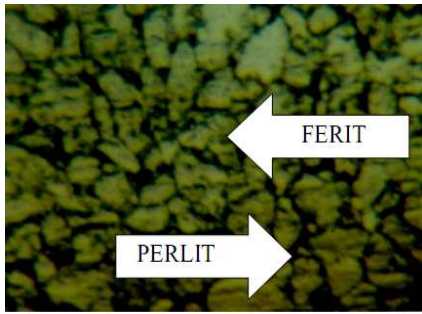


Gambar 9. Struktur mikro daerah HAZ pendinginan air garam 10% pembesaran 200x

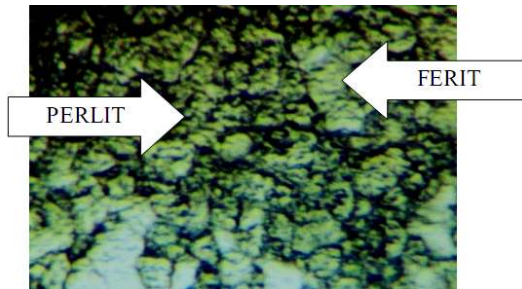


Gambar 10. Struktur mikro daerah HAZ pendinginan udara bebas pembesaran 200x

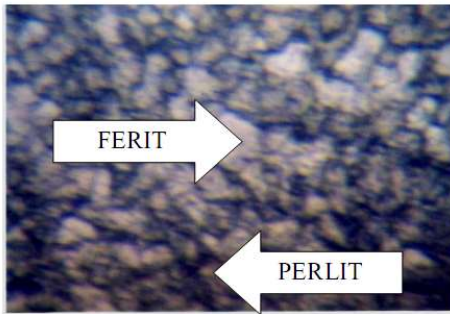
Hasil pemotretan struktur mikro pada daerah logam induk



Gambar 11. Struktur mikro daerah logam induk pendinginan air garam 10% pembesaran 200x



Gambar 12. Struktur mikro daerah logam induk pendinginan oli pembesaran 200x



Gambar 13. Struktur mikro daerah logam induk pendinginan udara bebas pembesaran 200x

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen yang dipakai percobaan pada pengelasan oxy asetilen dan setelah pengelasan digunakan media pendingin yang berbeda akan menghasilkan struktur mikro yang berbeda pula, pada logam induk sebelum pengelasan memiliki struktur mikro berupa ferrite (daerah terang) dan pearlite (daerah gelap), pada daerah HAZ dengan pendinginan air garam memiliki batas butir  $73,8\mu\text{m}$ , dengan 57% struktur ferrite dan 43% struktur martensite, pada daerah HAZ dengan pendinginan Oli memiliki batas butir  $52,67\mu\text{m}$ , dengan 65% ferrite dan 35% pearlite, dan pada daerah HAZ dengan pendinginan

udara  $36,19\mu\text{m}$  dengan 70% ferrite dan 30% pearlite.

Setelah mengetahui jumlah batas butir dari ketiga media pendinginan yang digunakan pada pengelasan oxy asetilen dimana struktur butir dengan pendinginan air garam mempunyai struktur butir yang lebih rapat dibandingkan dengan struktur butir dari oli maupun udara, maka pada pengelasan oxy asetilen dengan pendinginan air garam mempunyai sifat yang keras dan getas karena dipengaruhi oleh pendinginan yang cepat sehingga tidak sempat terjadi pertumbuhan butir namun akan mengakibatkan kehilangan keuletannya.

Untuk pendinginan udara laju pendinginannya paling lambat dari pendinginan air garam dan oli, sehingga pada pengelasan oxy asetilen dengan pendinginan udara mempunyai sifat yang lunak dan mempunyai struktur ferrite dan pearlite yang kasar dibandingkan dengan air garam maupun oli.

## KESIMPULAN

### 1. Kesimpulan

Setelah memperoleh data – data hasil pengujian tarik dan struktur mikro pada proses pengelasan maka dapat disimpulkan bahwa :

- kekuatan tarik tertinggi terdapat pada pendinginan udara dengan variasi sudut  $30^\circ$  dan rata – rata  $3,487\text{ KN/mm}^2$ , dan kekuatan tarik terendah terdapat pada pendinginan air garam dengan variasi sudut  $60^\circ$  dan rata – rata kekuatan tarik  $2,449\text{ KN/mm}^2$ .
- Pertambahan panjang pada spesimen yang paling tinggi pada pendinginan udara dengan variasi sudut  $30^\circ$  dan rata – rata  $13,5\text{ mm}$ , dan pertambahan panjang paling rendah terdapat pada air garam dengan panjang rata – rata  $9,8\text{ mm}$  pada variasi sudut  $60^\circ$ .
- Tegangan tarik tertinggi meliputi udara bebas dengan rata – rata  $93,1\text{ kg/mm}^2$  dan nilai tegangan tarik terendah pada air garam dengan variasi sudut  $60^\circ$  rata – rata sebesar  $65,2\text{ kg/mm}^2$ .

- d. Regangan terbesar terdapat pada udara bebas dengan variasi sudut  $30^\circ$  rata – rata sebesar 21,9 %, dan regangan terkecil terdapat pada air garam dengan variasi sudut  $60^\circ$  rata – rata sebesar 16,3 %.
- e. Modulus elastisitas atau disebut dengan *modulus young* nilai tertinggi dihasilkan oleh sudut variasi kampuh  $60^\circ$  pada pendinginan oli rata – rata sebesar  $4,27 \text{ N/mm}^2$ , dan nilai terkecil terdapat pada air garam dengan sudut  $60^\circ$  rata – rata sebesar  $4,00 \text{ N/mm}^2$ .
- f. Pada daerah HAZ dengan pendinginan air garam memiliki batas butir  $73,8 \mu\text{m}$ , dengan 57% struktur ferrite dan 43% struktur martensite, pada daerah HAZ dengan pendinginan Oli memiliki batas butir  $52,67 \mu\text{m}$ , dengan 65% ferrite dan 35% pearlite, dan pada daerah HAZ dengan pendinginan udara  $36,19 \mu\text{m}$  dengan 70% ferrite dan 30% pearlite,
- g. Struktur butir dengan pendinginan air garam mempunyai struktur butir yang lebih rapat dibandingkan dengan struktur butir dari oli maupun udara, maka pada pengelasan oxy asetilen dengan pendinginan air garam mempunyai sifat yang keras dan getas karena dipengaruhi oleh pendinginan yang cepat sehingga tidak sempat terjadi pertumbuhan butir namun akan mengakibatkan kehilangan keuletannya. Untuk pendinginan udara laju pendinginannya paling lambat dari pendinginan air garam dan oli, sehingga pada pengelasan oxy asetilen dengan pendinginan udara mempunyai sifat yang lunak dan mempunyai struktur ferrite dan pearlite yang kasar dibandingkan dengan air garam maupun oli.

## 2. Saran

Karena keterbatasan penelitian ini maka diharapkan pada penelitian – penelitian selanjutnya tentang proses pengelasan maupun uji sifat mekanik harus lebih spesifik secara khusus maupun secara umum, karena dalam hal ini sangat berguna untuk menambah dan memperjelas pengetahuan dibidang Metallurgy.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto., 2010. *Proses Pengolahan Besi dan Baja (Ilmu Metalurgi)*. Bandung Satu Nusa.
- Surdia. Tata., 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Penerbit PT. Pradya Paramita ISBN 979-268-6.
- Nurachman Ardiansyah., 2010. *Pengaruh Variasi Pendinginan Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Pada Plat Baja ST 37*. Universitas Muhammadiyah Jember
- Aisyah., 2010. *Perubahan Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Pada Pengelasan Drum Baja Karbon Wadah Limbah Radioaktif*. Jurnal Metalurgi. Bandung
- Kuswanto. Bambang., 2010. *Klasifikasi Baja dan Sifat sifat yang Mempengaruhi Perubahan Kekuatan*. Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang.
- Murtiono. Arief., 2012. *Jurnal Pengaruh Quenching dan Tempering Terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Untuk Mata Pisau Pemanen Sawit*. Universitas Sumatra Utara
- Nofan A. S., 2014. *Pengaruh Variasi Sudut V Tunggal pada pengelasan SMAW Dengan Elektroda E6013 Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Baja ST 37*. Universitas Muhammadiyah Jember
- Schonmetz Gruberfachcunder., 1985. *Fur Metal Berufe - Wekstoffkende Fertigung Von Halbzeugen, Chemische Grundebegrife*, Penerbit Dalam Edisi Bahasa Indonesia. Penerbit Angkasa (Anggota IKAPI). Bandung
- Setyahandana. B., 1999. *Karakteristik Tarik dan Lelah baja ST 37*. Skripsi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma
- Love. G., 1983. *Teori dan Praktek Kerja Logam, Edisi Tiga*, Terjemahan: Harun. AR. Erlangga. Jakarta
- B. Zakharov., 1962. *Heat Treatment of Metal*. Peace Publisher. Moscow

- Amanto., 1999. *Ilmu Bahan Teknik*. Penerbit Dalam Edisi Bahasa Indonesia. Penerbit Angkasa (Anggota IKAPI). Bandung
- Yefri Chan. ST. MT., 2006. *ElemenMesin Las*. Jurnal Ilmu Pengelasan. Institut Teknologi Bandung
- Sriati Djapri., 1985. *PengetahuanBahan TeknikdanIlmuStrukturLogam*. Edisi 3 Jilid 2. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- AmantoHari., 2006. *Proses Pengolahan Besi dan Baja*. Bandung Satu Nusa
- WiryoSumarto H. dan Okumura T., 2000. *TeknikPengelasanLogam*. Cetakan Kesepuluh. Jakarta. PratnyaParamita.