

## Analisa Kekerasan Hasil Pengelasan Smaw Baja St 37 Berdasar Perbedaan Polaritas Dan Teknik Pendinginan

Dimas Anggoro Putro<sup>1</sup>, Fatkur Rhozman<sup>2</sup>, M.Muslimin Ilham<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri  
E-mail: <sup>1</sup>[dimasanggoro.zero@gmail.com](mailto:dimasanggoro.zero@gmail.com), <sup>2</sup>[fatkurrozman@unpkediri.ac.id](mailto:fatkurrozman@unpkediri.ac.id),  
<sup>3</sup>[im.muslimin@unpkediri.ac.id](mailto:im.muslimin@unpkediri.ac.id)

**Abstrak** – Pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam baik menggunakan bahan tambah maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisa-analisa kekerasan hasil pengelasan SMAW pada baja ST 37 dengan polaritas berbeda dan teknik pendinginan yang berbeda. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah ST 37. Material ini memiliki kandungan karbon di bawah 0,3%. Baja karbon rendah merupakan material yang baik untuk digunakan dalam proses pengelasan. Baja karbon rendah sering disebut dengan baja ringan (mild steel) atau baja perkakas. Jenis baja yang umum dan banyak digunakan adalah jenis cold roll steel. Baja karbon rendah juga banyak digunakan dalam konstruksi bangunan, jembatan dan lain sebagainya. Hasil uji kekerasan yang dilakukan bahwa pengelasan dengan pendinginan oli 150° lebih baik dibandingkan dengan pengelasan dengan air garam. Dari hasil diperoleh bahwa ada perbedaan antara media pendingin oli, ini terlihat dari rata-rata uji kekerasan pendingin oli sebesar 68 dan media pendingin air garam dengan rata-rata uji kekerasan sebesar 64,5. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil nilai sig.  $0,017 < 0,05$ . Artinya ada perbedaan antara pendinginan oli dan pendinginan air garam.

**Kata Kunci** : uji kekerasan, ST 37, pendinginan oli, pendinginan air garam

### 1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam baik menggunakan bahan tambah maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Faktor yang mempengaruhi kualitas dari hasil las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau Direct Current (DC), mesin las arus bolak-balik atau Alternating Current (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC). Mesin las arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Penentuan jenis mesin las yang digunakan dan jenis elektroda yang digunakan dalam pengelasan ini untuk membandingkan penelitian diatas, mencari tahu seberapa besar pengaruh polaritas pengelasan yang digunakan dalam las SMAW dengan jenis elektroda yang dipakai. Las SMAW merupakan proses las busur manual dimana panas pengelasan dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda terumpun berpelindung flux dengan benda kerja. Keuntungan dari las SMAW adalah jenis las yang paling sederhana dan paling serba guna, karena mudah dalam mengangkut peralatan dan perlengkapannya.

Hal tersebut membuat proses pengelasan SMAW mempunyai aplikasi refinery piping hingga pipeline, dan bahkan pengelasan untuk di bawah laut, guna untuk

memperbaiki lokasi yang bisa terjangkau oleh sebatang elektroda. Sambungan-sambungan pada daerah dimana pandangan mata terbatas masih bisa dilas dengan cara membengkokkan elektroda. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon oleh karena itu baja karbon di kelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja dengan kadar karbon kurang dari 0,3% disebut baja karbon rendah, baja dengan kadar karbon 0,3%-0,6% disebut dengan baja karbon sedang dan baja dengan kadar karbon 0,6%-1,5% disebut dengan baja karbon tinggi (1).

Las dalam bidang konstruksi sangat luas penggunaannya meliputi konstruksi jembatan, perkapalan, industri karoseri dll. Disamping untuk konstruksi las juga dapat untuk mengelas cacat logam pada hasil pengecoran logam, mempertebal yang aus (2) (Maulana, 2016). Secara sederhana dapat diartikan bahwa pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam baik menggunakan bahan tambah maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas.

Las SMAW merupakan proses las busur manual dimana panas pengelasan dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda terumpun berpelindung flux dengan benda kerja. Keuntungan dari las SMAW adalah jenis las yang paling sederhana dan paling serba guna, karena mudah dalam mengangkut peralatan dan perlengkapannya. Hal tersebut membuat proses pengelasan SMAW mempunyai aplikasi refinery piping hingga pipeline, dan bahkan pengelasan untuk di bawah laut, guna untuk memperbaiki lokasi yang bisa terjangkau oleh sebatang elektroda. Sambungan-

sambungan pada daerah dimana pandangan mata terbatas masih bisa dilas dengan cara membengkokkan elektroda.

Mesin las SMAW menurut arusnya dibedakan menjadi tiga macam yaitu mesin las arus searah atau Direct Current (DC), mesin las arus bolak-balik atau Alternating Current (AC) dan mesin las arus ganda yang merupakan mesin las yang dapat digunakan untuk pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik (AC). Mesin las arus DC dapat digunakan dengan dua cara yaitu polaritas lurus dan polaritas terbalik. Mesin las DC polaritas lurus (DC-) digunakan bila titik cair bahan induk tinggi dan kapasitas besar, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub negatif dan logam induk dihubungkan dengan kutub positif, sedangkan untuk mesin las DC polaritas terbalik (DC+) digunakan bila titik cair bahan induk rendah dan kapasitas kecil, untuk pemegang elektrodanya dihubungkan dengan kutub positif dan logam induk dihubungkan dengan kutub negative.

Penentuan jenis mesin las yang digunakan, dan jenis elektroda yang digunakan dalam pengelasan ini untuk pembandingan penelitian diatas, mencari tahu seberapa besar pengaruh polaritas pengelasan yang digunakan dalam las SMAW dengan jenis elektroda yang dipakai.

Kelemahan dari pengelasan diantaranya adalah timbulnya lonjakan tegangan yang besar disebabkan oleh perubahan struktur mikro pada daerah las yang menyebabkan turunnya kekuatan bahan dan akibat adanya tegangan sisa dan adanya cacat dan retak akibat proses pengelasan (3). Kemudian kegagalan pada pengelasan *dissimilar* dikarenakan kualitas sambungan las yang tidak optimal akibat lonjakan tegangan tinggi disekitar las yang ditimbulkan dari temperatur puncak las dan temperatur terdistribusikan tidak sama pada kedua logam yang disambung (4). Untuk menghindari kelemahan dan kekurangan tersebut pada penelitian yang dilakukan (5) variasi arus pengelasan SMAW dengan elektroda berdiameter 2,5 mm menggunakan arus 50, 60, 70 ampere dimana arus tersebut adalah arus yang rendah dari pada standarisasi arus pada (6) dimana untuk elektroda yang berukuran 2,5 arus paling rendah adalah 60 ampere.

Untuk proses hardening yaitu dengan melakukan pendinginan secara cepat dengan menggunakan media udara, air garam dan oli bekas. Tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur martensite, semakin banyak unsur karbon, maka struktur martensite yang terbentuk juga akan semakin banyak.

Cara pengujian kekerasan menggunakan metode rockwell dengan cara penekanan sebuah indentor dengan suatu gaya ke permukaan yang rata dan bersih dari spesimen yang akan diuji. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya minor, kemudian dari dalamnya lekukan yang terjadi akibat penekanan indentor di ketahui tingkat kekerasan dari spesimen yang di uji.

Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon oleh karena itu baja karbon di kelompokkan

berdasarkan kadar karbonnya. Baja dengan kadar karbon kurang dari 0,3% disebut baja karbon rendah, baja dengan kadar karbon 0,3%-0,6% disebut dengan baja karbon sedang dan baja dengan kadar karbon 0,6%-1,5% disebut dengan baja karbon tinggi (8).

Metode pengelasan yang sangat beragam mengalami kemajuan yang semakin pesat yang didorong oleh peningkatan ilmu pengetahuan dan teknologi berdasarkan definisi dari Deutche Industrie Norman (DIN). Sambungan las merupakan ikatan metalurgi yang ada pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Salah satu cara agar dapat digunakan memperbaiki sifat dan mekanis suatu bahan ialah melalui perlakuan panas (*Heat Treatment* dengan proses pendinginan air garam, dan oli bekas setelah proses pada pengelasan baja ST 37 langsung didinginkan).

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini ingin melakukan analisis terhadap media pendingin yang berbeda dari kedua pendingin manakah yang lebih baik dari proses perlakuan panas terhadap hasil pengelasan pada baja ST 37. Dari dua macam media pendingin yang dilakukan akan memberikan data atau informasi sehingga kekerasan dari hasil pengelasan Baja ST 37 menjadi lebih kuat. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin air garam dan pendingin oli terhadap kekerasan pasca pengelasan.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

#### a. Alat Uji yang digunakan

Peralatan penelitian ini berupa sarana yaitu peralatan yang digunakan dalam pembuatan spesimen maupun pengambilan data. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Alat uji Kekerasan : Mesin Rockwell
2. Alat perlakuan panas : Tang penjepit, wadah berisi air garam dan oli
3. Alat spesimen : Mesin gerinda potong, mesin las, mesin gerinda tangan, jangka sorong



Gambar 1. Mesin uji kekerasan

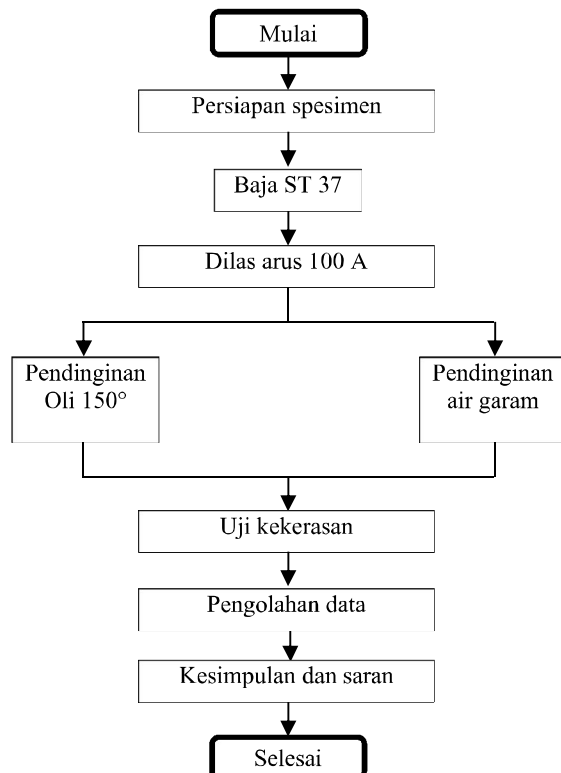
#### b. Bahan

Penelitian ini adalah menggunakan baja karbon rendah sebagai bahan penelitian. Adapun bahan yang digunakan untuk penelitian yaitu:

1. Baja yang digunakan adalah ST. 37 dengan ketebalan 5 mm.
2. Elektroda las yang digunakan RB 2,6 (E 6013) dengan diameter 3,2 mm
3. Arus yang digunakan adalah 100 A dengan posisi pengelasan datar
4. Sambungan yang digunakan adalah tipe sambungan kampuh V dengan kemiringan sudut kampuh 45.
5. Media pendingin yang digunakan pada perlakuan hardening adalah air garam dan oli yang dipanaskan pada suhu 150°.

## 2.2 Metode

Metode yang dipakai pengujian kekerasan rockwell adalah sebagai kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam perubahan yang tetap. Dengan kata lain, ketika gaya tertentu diberikan tekanan pada suatu benda uji yang mendapat pengaruh pembebanan, benda uji akan mengalami deformasi/perubahan. Kita dapat menganalisis seberapa besar tingkat kekerasan dari bahan tersebut melalui besarnya beban yang diberikan terhadap benda yang menerima pembebanan tersebut. Dan material yang digunakan dalam penelitian ini yakni material baja karbon ST37 serta media air garam dan oli sebagai komposit pendinginannya. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan

Diagram alir pembuatan spesimen sampai dengan proses pengujian digunakan sebagai dasar acuan untuk proses pembuatan specimen dan proses pengujian

sampai mendapatkan data hasil dari pengujian specimen.

Langkah pemberian beban awal pada raw material untuk mengetahui angka awal dari kekerasan bahan sebelum bahan diberi beban yang lebih berat. Untuk pemberian beban awal pada material diberi beban 150 kgf dengan waktu lama penekanan 20 detik. Pada raw material dengan mesin Rockwell.

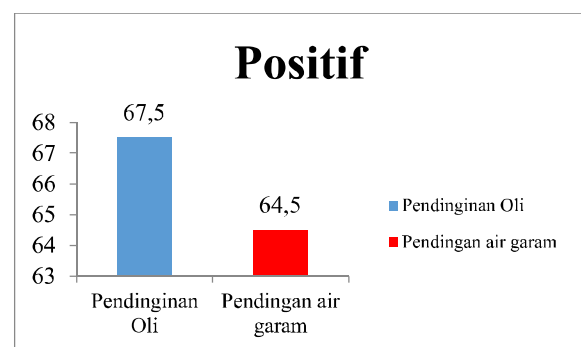
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisis Data

Tabel 1. Hasil Uji kekerasan

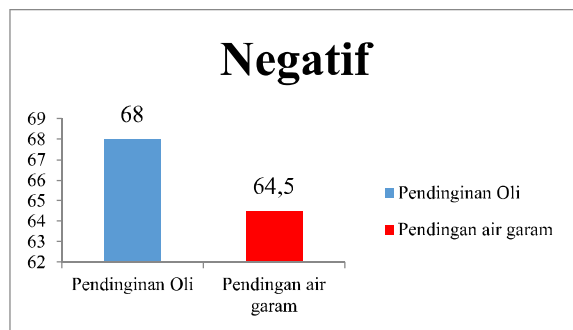
Polaritas	Pendinginan Oli 150°			Pendinginan Air Garam		
	A	B	C	A	B	C
Positiv	67.5	68	67	63.5	65	65
Negativ	67	6.9	68	64	64.5	65

Tabel di atas adalah tabel dari Hasil Uji Kekerasan dari Spesimen yang di gunakan dalam penelitian, dari table di atas diketahui hasil dari pengelasan dengan menggunakan polaritas positif dan negative dan diketahui juga hasil pengujian kekerasan dari variasi pendinginan yang menggunakan oli bersuhu 150 dan menggunakan air garam yang kemudian dibuatkan grafik rata-rata tingkat kekerasan specimen dengan perbandingan dari variasi pendinginannya untuk setiap polaritas.



Gambar 3. Hasil perbandingan kedua perlakuan pada polaritas positif

Di atas adalah hasil grafik perbandingan hasil pengujian kekerasan hasil pengelasan menggunakan Polaritas Positif dengan berbagai variasi media pendingin oli dan air garam pada nilai rata-rata.



Gambar 4. Hasil perbandingan kedua perlakuan pada polaritas negative

Diatas adalah hasil grafik perbandingan hasil pengujian kekerasan hasil pengelasan menggunakan polaritas negativ dengan berbagai variasi media pendingin oli dan air garam pada nilai rata-rata.

### 3.2 Hasil Uji Normalitas

Dalam prosedur analisa data dilakukan uji normalitas, uji homogenitas dan uji T (t-test). Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui normalitas distribusi data. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data termasuk homogen atau tidak homogen. Uji T (t-test) digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen.

### 3.3 Hasil Uji Polaritas

Tabel 2. Uji normalitas polaritas One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Polaritas Positif	Polaritas Negatif
N		6	6
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	64.1667	66.2500
	Std. Deviation	5.25991	2.04328
Most Extreme Differences	Absolute	.283	.230
	Positive	.233	.230
	Negative	-.283	-.143
Kolmogorov-Smirnov Z		.693	.563
Asymp. Sig. (2-tailed)		.723	.910

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Berdasarkan hasil uji normalitas, normal atau tidaknya suatu data, maka digunakan P-Value {Asymp. Sig. (2-tailed)} pada polaritas positif diperoleh nilai  $0,723 > 0,05$  dan polaritas negatif diperoleh nilai  $0,910 > 0,05$ . Dikarenakan nilai P-Value lebih dari  $0,05$  maka data tersebut berdistribusi normal.

Tabel 3. Uji Homogenitas Polaritas

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
data gabungan polaritas positif dan negatif	Equal variances assumed	1.660	.227
	Equal variances not assumed		

Berdasarkan data di atas, diketahui nilai Sig. Levene's Test for Equality of Variances adalah  $0,227 > 0,05$  maka dapat diartikan bahwa varians data antara polaritas positif dan negatif homogen.

Tabel 4. Uji-t Polaritas

		t-test for Equality of Means						
							95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
data gabungan polaritas positif dan negatif	Equal variances assumed	-.904	10	.387	-2.08333	2.30368	-7.21625	3.04959
	Equal variances not assumed	-.904	6.475	.398	-2.08333	2.30368	-7.62142	3.45475

Berdasarkan tabel di atas bahwa uji-t (*Independent Samples Test*) tersebut mengacu pada nilai yang terdapat pada tabel *equal variances assumed*. Pada bagian *equal variances assumed* diketahui nilai Sig. (2-tailed) adalah sebesar  $0,387 > 0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada polaritas positif dan negatif.

### 3.4 Hasil Uji Pendinginan

Tabel 5. Uji normalitas pendinginan  
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Pendinginan oli	Pendinginan air garam
N		6	6
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	67.7500	62.6667
	Std. Deviation	.75829	4.28563
Most Extreme Differences	Absolute	.204	.410
	Positive	.204	.293
	Negative	-.161	-.410
Kolmogorov-Smirnov Z		.500	1.005
Asymp. Sig. (2-tailed)		.964	.264

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Berdasarkan hasil uji normalitas, normal atau tidaknya suatu data, maka digunakan P-Value {Asymp. Sig. (2-tailed)} pada pendinginan oli diperoleh nilai  $0,964 > 0,05$  dan pendinginan air garam diperoleh nilai  $0,264 > 0,05$ . Dikarenakan nilai P-Value lebih dari 0,05 maka data tersebut **berdistribusi normal**.

Tabel 6. Uji Homogenitas pendinginan

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
data gabungan pendinginan oli dan air garam	Equal variances assumed	3.744	.082
	Equal variances not assumed		

Berdasarkan data di atas, diketahui nilai Sig. *Levene's Test for Equality of Variances* adalah  $0,082 > 0,05$  maka dapat diartikan bahwa varians data antara pendinginan oli dan pendinginan air garam homogen.

Tabel 7. Uji-t pendinginan

		Independent Samples Test							
		t-test for Equality of Means						95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper	
data gabungan pendinginan oli dan air garam	Equal variances assumed	2.861	10	.017	5.08333	1.77678	1.12442	9.04224	
	Equal variances not assumed	2.861	5.313	.033	5.08333	1.77678	.59568	9.57099	

Berdasarkan data di atas uji-t (*Independent Samples Test*) tersebut mengacu pada nilai yang terdapat pada tabel *equal variances assumed*. Pada bagian *equal variances assumed* diketahui nilai Sig. (2-tailed) adalah sebesar  $0,017 > 0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada pendinginan oli dan pendinginan air garam.

### 3.5 Pembahasan

Proses pendinginan dilakukan terhadap hasil pengelasan dengan menggunakan baja ST 37, menggunakan media pendingin air garam dan oli. Proses ini berguna untuk memperbaiki kekerasan dari hasil pengelasan ST 37 tanpa mengubah komposisi kimia yang ada secara menyeluruh.

Dari kedua media pendingin yang digunakan dapat terlihat, bahwa polaritas positif diperoleh nilai rata-rata uji kekerasan sebesar 67,5 dan para polaritas negatif uji kekerasan dengan rata-rata sebesar 64,5. Sedangkan media pendingin oli, ini terlihat dari rata-rata uji kekerasan sebesar 68 dan media pendingin menggunakan air garam dengan rata-rata uji kekerasan sebesar 64,5.

Dari hasil uji kekerasan yang dilakukan bahwa pengelasan dengan pendingin oli  $150^{\circ}$  lebih baik dibandingkan dengan pengelasan dengan air garam. Penggunaan oli ini sebagai media pendingin akan menyebabkan timbulnya selaput karbon pada spesimen tergantung pada besarnya viskositas. Dengan demikian bahwa atas dasar tujuan untuk memperbaiki sifat baja tersebut. Disimpulkan bahwa dengan proses hardening pada baja karbon akan meningkatkan kekerasannya.

### 4. SIMPULAN

Dari hasil uji kekerasan yang dilakukan bahwa pengelasan dengan pendingin oli  $150^{\circ}$  lebih baik dibandingkan dengan pengelasan dengan pendinginan air garam.

Dengan demikian bahwa dari kedua media pendingin yang digunakan dapat terlihat:

1. Tidak ada perbedaan antara polaritas positif dan polaritas negatif, hal ini dapat dilihat dari rata-rata uji kekerasan polaritas positif sebesar 67,5 dan polaritas negatif sebesar 64,5. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil nilai sig.  $0,387 > 0,05$ . Artinya ada perbedaan antara polaritas positif dan negatif.
2. Ada perbedaan antara media pendingin oli, ini terlihat dari rata-rata uji kekerasan pendingin oli sebesar 68 dan media pendingin air garam dengan rata-rata uji kekerasan sebesar 64,5. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil nilai sig.  $0,017 < 0,05$ . Artinya ada perbedaan antara pendinginan oli dan pendinginan air garam.

### 5. SARAN

Agar diperoleh hasil penelitian yang lebih baik pada pengelasan SMAW baja karbon rendah, perlu dilakukan pengujian selanjutnya seperti kekerasan dan *impact*. Pada proses pengelasan harus diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil sambungan las. Diantaranya penggunaan parameter las yang sesuai, kebersihan kampuh las dan kontaminasi dari udara luar, sehingga dapat mengurangi cacat yang terjadi pada logam hasil pengelasan.

Secara umum Polaritas pengelasan DC (+) lebih baik digunakan untuk pengelasan, yaitu digunakan pada material yang mempunyai luasan yang sempit.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amanto, H. 2009. *Ilmu Bahan*. Bumi Aksara. Jakarta
- [2] Maulana, Yassyir. 2016. Analisis Kekuatan Tarik Baja ST37 Pasca Pengelasan Dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan SMAW. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA* Vol. 02 No. 01

- [3] Nasrul, E. 2016. Hubungan Derajat Merokok Berdasarkan Indeks Brinkman dengan Kadar Hemoglobin. *Jurnal Kesehatan Andalas* , vol.3, pp. 619 – 624.
- [4] Sugiarto, 2011. Dampak Perubahan Temperatur Lingkungan Terhadap Temperatur Puncak Las dan Laju Pendinginan Sambungan Dissimilar Metal Menggunakan Las MIG. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol.2 No.2. Universitas Brawijaya.
- [5] Parekke, Simon. 2014. Pengaruh Pengelasan Logam Berbeda (AISI 1045) Dengan (AISI 316L) Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro. *Jurnal Sains & Teknologi*. Vol.3 No.2 Desember. Universitas Hasanuddin.
- [6] Howard. 1994. *The Nature and Conditions of Learning*. Prentice Hall Ings. NewJersey
- [7] Edriandi. 2004. *Teknik pengelasan*. PT. Chevron Pasific Indonesia
- [8] Wiryosumarto, Harsono dan Okumura, T, 2006. *Teknologi pengelasan Logam*. Pradnya Paramita. Jakarta.