

## STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN TARIK PADA PENGELASAN SMAW (*SHIELDED METAL ARC WELDING*) DENGAN PENGARUH PREHEATING DAN POSTHEATING

Asrul  
Teknik Mesin, Politeknik Kotabaru  
mesinasrul@email.com

### ABSTRACT

*This research is the process of welding with preheating and post heating treatment effect on the type of EB 1730 steel or medium carbon steel with a carbon content of 0,45 % levels given heat treatment 300<sup>0</sup>C . testing methods will be undertaken in this study is a comparison of two methods of different variables to determine the extent of the influence of microstructure and tensile strength after the two different treatments , After testing and analysis of the data using two proportion hypothesis test on the microstructure and test t the tensile test , the results of microstructure on weld metal regions because Z arithmetic  $< Z$  table namely  $-4.28712 < -1.64$  then  $H_0$  is rejected and HAZ regions because  $-5.45171 < -1.64$  then  $H_0$  is rejected , . And the results of the t test of  $t < t$  table is  $-18.8789 < -2,132$  then  $H_0$  is rejected means that the value of the tensile strength ( kg/mm<sup>2</sup> ) welding with preheating treatment is smaller than post heating treatment . From the test results that the mechanical properties of conclusion post heating better effect compared with the effect of preheating.*

**Keywords :** Heat Treatment, Micro-Structure, Tensile Strength

### ABSTRAK

Penelitian ini adalah proses pengelasan dengan pengaruh perlakuan panas preheating dan postheating pada baja AISI 1045 atau baja karbon sedang dengan kandungan kadar karbon 0,45% yang diberikan perlakuan panas 300<sup>0</sup>C. metode pengujian yang di lakukan pada penelitian ini adalah metode dua perbandingan variabel yang berbeda untuk mengetahui sejauh mana pengaruh dari *struktur mikro* dan *kekuatan tarik* setelah dilakukan dua perlakuan yang berbeda ini, Setelah dilakukan pengujian dan analisa data menggunakan uji hipotesis dua proporsi pada struktur mikro dan uji t pada uji tarik, hasil dari struktur mikro pada daerah weld metal Karena  $Z_{hitung} < Z_{tabel}$  yaitu  $-4,28712 < -1,64$  maka  $H_0$  ditolak dan daerah HAZ karena  $-5,45171 < -1,64$  maka  $H_0$  ditolak,. Dan hasil dari uji t  $t_{hitung} < t_{tabel}$  yaitu  $-18,8789 < -2,132$  maka  $H_0$  ditolak berarti bahwa nilai kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>) pengelasan dengan perlakuan preheating lebih kecil daripada perlakuan postheating. Dari hasil pengujian disimpulkan bahwa sifat mekanis dari pengaruh postheating lebih baik dibandingkan dengan pengaruh preheating.

**Kata Kunci :** Perlakuan Panas, Mikro Struktur, Kekuatan Tarik

### PENDAHULUAN

Pada baja karbon jenis AISI 1045 dengan tebal 10 mm adalah termasuk baja karbon sedang yang memiliki kadar karbon (C 0,45%). Pada baja karbon sedang dapat dilas dengan semua cara pengelasan yang ada dalam praktek dan hasilnya akan baik bila persiapan sempurna dan persyaratannya terpenuhi, pada nyatanya baja karbon sedang adalah baja yang mudah dilas. Retak las yang mungkin terjadi pada pengelasan pelat tebal dapat dihindari dengan pemanasan mula. akibat dari siklus termal las dengan kecepatan pendinginan yang besar. Hal ini bisa diatasi dengan melakukan preheating dan postheating pada pengelasan. Dalam las logam gas mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda (Wiryosumarto dan Okimura, 2000).

Dengan memberikan pengaruh panas preheating atau postheating pada logam las diharapkan mendapatkan sifat mekanis yang baik, yaitu mengurangi kekerasan dan menambah keuletan. (Sri Widarto, 2016) Yang tidak kalah pentingnya adalah mengurangi terjadinya tegangan dalam pada logam yang dilas. Hal ini dapat terjadi karena dengan preheating pada logam yang dilas akan mengurangi laju pendinginan sehingga mengurangi tegangan dalam. Perkembangan teknologi ini dapat dilihat dengan semakin kompleksnya proses penyambungan logam dengan pengelasan. Pada proses pengelasan ada beberapa factor yang menentukan keberhasilan dalam pengelasan, dimana perubahan logam yang disambung diharapkan mengalami perubahan sekecil-kecilnya

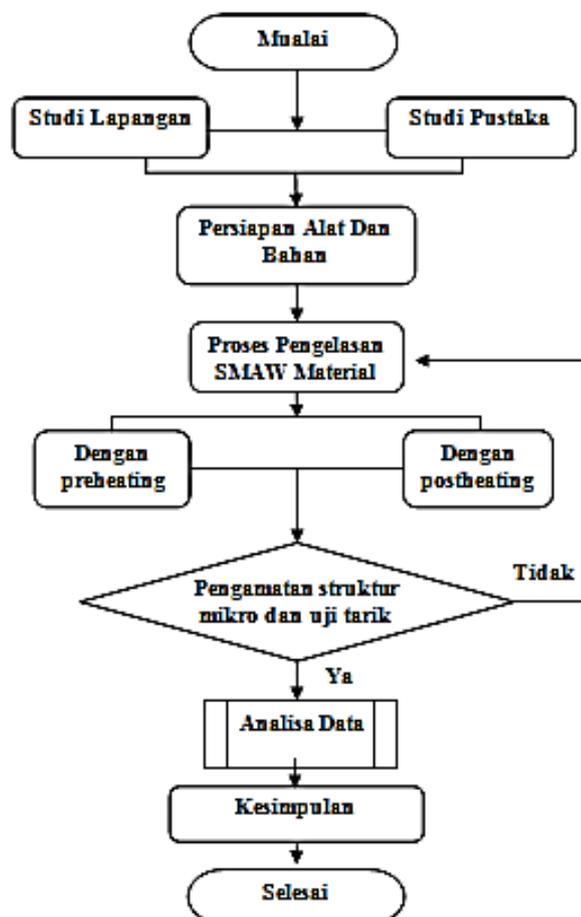
sehingga mutu las tersebut dapat dijamin yang terbentuk setelah proses pengelasan selesai. Material terutama baja karbon sedang akan mengalami perubahan struktur dan grain karena effect dari pemanasan dan pendinginan. Struktur yang tidak homogen ini menyimpan banyak tegangan sisa yang membuat material tersebut memiliki sifat yang lebih keras namun keunggulannya lebih rendah. (Surdia dan Saito, 1999)

Jenis pengelasan yang akan dilakukan pada proses penelitian ini adalah pengelasan SMAW (*shielded metal arc welding*) dengan perlakuan panas preheating dan postheating. Diharapkan nantinya akan mendapatkan hasil perbandingan dari dua perlakuan yang berbeda berdasarkan hasil pengujian dalam penelitian ini yaitu pengamatan mikro struktur dan kekuatan tarik untuk melihat sejauh mana perbandingannya.

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengetahui adanya pengaruh preheating dan postheating pada material EB 1045 setelah dilakukannya proses pengelasan SMAW dengan pengaruh Preheating dan postheating pada struktur mikro dan uji tarik, hasil penelitian ini bisa dijadikan sebagai referensi atau pertimbangan dalam pengembangan ilmu dan teknologi pengelasan kedepannya.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dapat dilakukan dengan teratur dan hasil penelitiannya bisa dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen perbandingan, yaitu suatu cara membandingkan dua buah spesimen dengan perlakuan yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang terbaik seperti pada Gambar 1 menunjukkan diagram alir proses penelitian sampai selesai dan bisa mendapatkan hasil penelitian.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan, meliputi tahapan-tahapan penelitian, variabel yang diamati/diukur, model yang digunakan, rancangan penelitian, serta teknik pengumpulan dan analisis data. Dalam penelitian ini digunakan material baja jenis AISI 1045 dengan menggunakan metode uji mikro struktur dan uji tarik, pada penelitian di lakukan prosedur percobaan sebagai berikut :

1. Persiapan spesimen dimana dibuat dua macam proses pengelasan yaitu dengan preheating dan postheating
2. Spesimen dengan pengelasan SMAW dengan preheating 300 °C Maksud dari pengelasan SMAW dengan perlakuan preheating ini adalah dilakukannya pemanasan terlebih dahulu terhadap logam yang akan di las dengan pemanasan 300 °C sebelum memulai penyambungan las.
3. Specimen dengan pengelasan SMAW dengan postheating 300 °C Maksud dari pengelasan SMAW dengan perlakuan postheating ini adalah dilakukannya pemanasan 300 °C sesudah dilakukan pengelasan.
4. Alat dan bahan yang digunakan, mesin las listrik, elektroda, alat ukur panas, las asitelin. Dan menggunakan bahan baja jenis AISI 1045. Tempat pengelasan dilakukan di ruang las listrik UPT Balai Pelatihan Kerja Singosari Malang, kemudian dilanjutkan dengan pengamatan struktur mikro dan pengujian tarik di laboratorium Teknik Mesin Universitas Brawijaya, Malang.

### Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian yang pertama adalah melakukan pengelasan di UPT Balai Pelatihan Kerja Singosari Malang dan selesai tanggal 6 November 2013 dan kemudian pengamatan struktur mikro dan pengujian tarik di Universitas Brawijaya Malang, selesai tanggal 19 November 2013.



Gambar 2 Perlakuan Panas Preheating

Pemanasan awal (preheating) Pemanasan awal bertujuan untuk menghindari perbedaan suhu yang terlalu besar antara logam las dan logam induk. Selain itu preheating juga berguna menahan laju pendinginan serta mengurangi tegangan sisa. Terjadinya retak dapat dihindari dengan pemanasan mula dengan suhu yang sangat tergantung dari pada kadar karbon atau harga ekuivalen karbon. (Wiryosumarto dan Okimura, 2000) Dalam industri perkapalan, sering terjadi kesalahan dalam proses pengelasan sehingga perlu dilakukan replating. Pemanasan awal (preheating) merupakan metode perlakuan panas yang dilakukan dalam proses pengelasan dengan tujuan memperlambat laju pendinginan pada logam las dan logam dasar sehingga menghasilkan struktur logam yang lebih ulet. Tujuan dari Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dilakukannya pemanasan awal pada pengelasan ulang dan sifat mekanis pada logam las akibat pengelasan ulang. (Pangaribowo dan Putra, 2018)

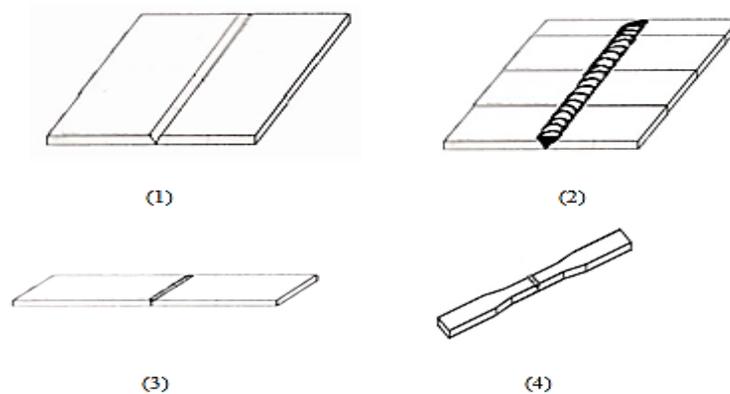


Gambar 3 Perlakuan Panas *Postheating*

Perlakuan panas pasca las (*Postheating*) dilakukan untuk menghilangkan tegangan sisa, terutama pada pelat tebal. Pemanasan dilakukan mendekati suhu rekristalisasi dan kemudian di dinginkan. Proses ini sama dengan proses penemperan pada baja yang terjadi pada perubahan strukturnya.

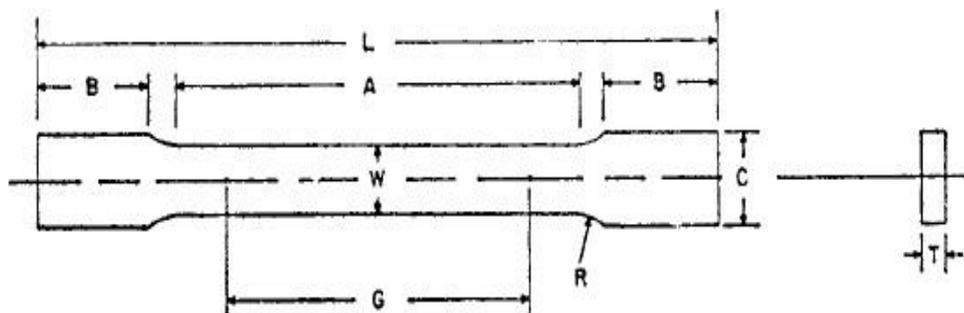
### Standar Specimen Uji Tarik

Setelah semua proses pengelasan selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen uji tarik sesuai standar. Standar yang digunakan untuk spesimen pengujian tarik adalah ASTM (*American Society for Testing and Material*) tipe E-8 seperti pada Gambar 4 dan dilas menggunakan pengelasan SMAW dengan perlakuan panas *Preheating* dan *Postheating*.



Gambar 4 Langkah Kerja Pembuatan Spesimen Uji Tarik (Bondan, 2010)

- Keterangan: (1). Material uji dibuat kempuh las  
(2). Pengelasan material  
(3). Setelah dilas, material uji kemudian di potong  
(4). Setelah di potong, dibentuk spesimen uji tarik sesuai ukuran



Gambar 5 Spesimen uji tarik (standar ASTM E-8)  
(Bondan, 2010)

Keterangan:

<i>L</i>	Panjangkeseluruh Spesimen	= 200 mm
<i>G</i>	Panjang Spesimen Uji	= 60 mm
<i>W</i>	Lebar spesimen	=12,5 mm
<i>T</i>	Tebal Pelat	= 10 mm
<i>C</i>	Lebar bagian pegangan	= 20 mm
<i>B</i>	Panjang bagian pegangan	= 50 mm
<i>R</i>	Jari-jari kelengkungan	=12,5 mm



Gambar 6 Mesi uji tarik

(Sumber : Laboratorium uji bahan teknik sipil universitas brawijaya malang)

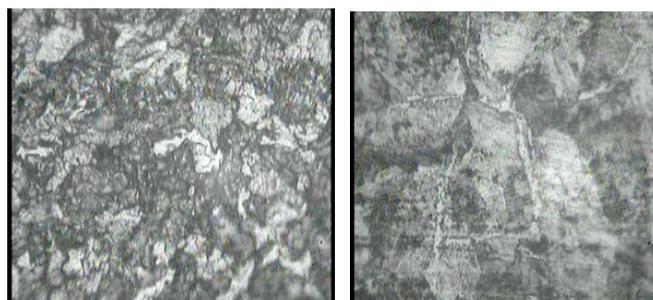


Gambar 7 Specimen sudah di uji tarik

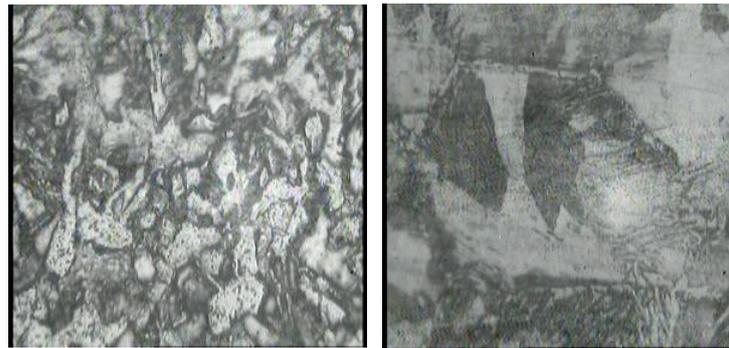
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil foto struktur mikro

Struktur mikro hasil pengelasan baja AISI 1045 dapat diklasifikasikan dalam 2 zona yaitu *welding zone* (WZ) dan *heat affected zone* (HAZ). Berdasarkan gambar hasil pengamatan dapat dilihat bahwa mikrostruktur logam las memiliki struktur butiran oval memanjang sesuai dengan arah pengelasan. Selanjutnya pada daerah HAZ terlihat butiran yang lebih besar dibandingkan dengan daerah logam las dan terlihat jelas batas butir, hal ini terjadi karena pengaruh pemberian panas sebelum dilakukan pengelasan sehingga menghindari terjadinya retak pada daerah HAZ.



Gambar 8 Hasil foto struktur mikro pengaruh panas preheating daerah weld metal dan HAZ pembesaran 400x.



Gambar 9 Hasil foto struktur mikro pengaruh panas postheating daerah weld metal dan HAZ pembesaran 400x.

Berdasarkan Gambar 9 diatas dapat dilihat bahwa mikro struktur logam las memiliki struktur yang lebih halus dan bentuk strukturnya tidak beraturan, hal ini terjadi akibat rekritisasi butir setelah proses pengelasan yang diberikan perlakuan panas untuk mrnghindari penurunan temperatur yang cepat. Hal ini menunjukkan bahwa heat input pada pengelasan sangat berpengaruh terhadap perubahan struktur mikro.

### Rumus Penghitungan Data Hasil Pengujian Tarik

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_0}$$

Dimana :

- $\sigma_u$  = Tegangan tarik (N/mm<sup>2</sup>)
- $F_u$  = Gaya tarik maksimum (N)
- $A_0$  = Luas penampang awal spesimen

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana :

- $\varepsilon$  = Regangan (%)
- $L$  = Panjang akhir setelah patah
- $L_0$  = Panjang awal spesimen

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana :

- $E$  = Modulus Elastis ((N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma$  = Tegangan tarik ((N/mm<sup>2</sup>)
- $\varepsilon$  = Reagangan (%)

Tabel 1 Data Hasil Uji Tarik Pengelasan Dengan Pengaruh *Postheating*

Spesimen	Beban (KN)	Perpanjangan (mm)	Tegangan tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Regangan (%)	Modulus (N/mm <sup>2</sup> )
1	72	32	576	16	36
2	73	37	584	18,5	31,567
3	73	35	584	17,5	33,371
4	73,5	36	588	18	32,666
5	74,5	38	596	19	31,368
$\Sigma$	<b>366</b>	<b>178</b>	<b>2.928</b>	<b>89</b>	<b>164,972</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>73,2</b>	<b>35,6</b>	<b>585,6</b>	<b>17,5</b>	<b>32,9944</b>

Tabel 2 Data hasil uji tarik pengelasan dengan pengaruh preheating

Spesimen	Beban (KN)	Perpanjangan (mm)	Tegangan tarik (N/mm <sup>2</sup> )	Regangan (%)	Modulus (N/mm <sup>2</sup> )
1	69,5	29	556	14,5	38,344
2	69,5	38	556	19	29,263
3	70	27	560	13,5	41,481
4	70,5	32	564	16	35,25
5	71,5	31	572	15,5	36,903
<b>Σ</b>	<b>351</b>	<b>157</b>	<b>2.808</b>	<b>78,5</b>	<b>181,241</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>70,2</b>	<b>31,4</b>	<b>561,6</b>	<b>15,7</b>	<b>36,2482</b>

### Dengan Uji t

Untuk mengetahui perbedaan variasi kedua kelompok data dianalisis dengan Uji t. Oleh karena itu dalam pengujian ini diperlukan informasi apakah varian kedua kelompok yang diuji sama atau tidak. Dimana dua kelompok tersebut dikenai 2 buah perlakuan yang berbeda. Sehingga peneliti memperoleh 2 macam data sampel, yaitu data dari perlakuan pertama dan data dari perlakuan kedua. Pada Penelitian ini untuk mengetahui perbedaan nilai kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>) pengelasan dengan perlakuan preheating dan postheating, maka data yang sudah diperoleh dianalisis dengan Uji t sebagai berikut:

### Langkah-langkah pengujian :

a. Formulasi H<sub>0</sub> dan H<sub>1</sub>

$$H_0 : \mu_{\text{preheating}} = \mu_{\text{postheating}}$$

artinya bahwa tidak ada perbedaan nilai kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>) pengelasan dengan perlakuan preheating dan postheating

$$H_1 : \mu_{\text{preheating}} < \mu_{\text{postheating}}$$

artinya bahwa nilai kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>) pengelasan dengan perlakuan preheating lebih kecil dari pada pengelasan setelah postheating

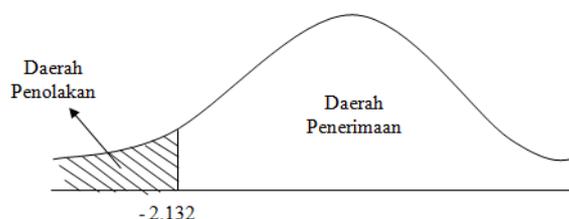
b. Menentukan Level Of Significance (taraf keyakinan  $\alpha$ )

$$\alpha = 5\%$$

$$\text{Degree Of Freedom (d.f)} = n - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$\text{Sehingga : } t_{\text{tabel}} = - 2,132$$

Menentukan Alternatif Pengujian Menggunakan pengujian satu sisi kiri :



Gambar 10 Kurva daerah terima dan daerah tolak uji t

c. Menentukan Kriteria Pengujian

- H<sub>0</sub> diterima apabila  $t_{\text{hitung}} \geq - 2.132$
- H<sub>0</sub> ditolak apabila  $t_{\text{hitung}} < - 2.132$

d. Menghitung Nilai t<sub>Hitung</sub> :

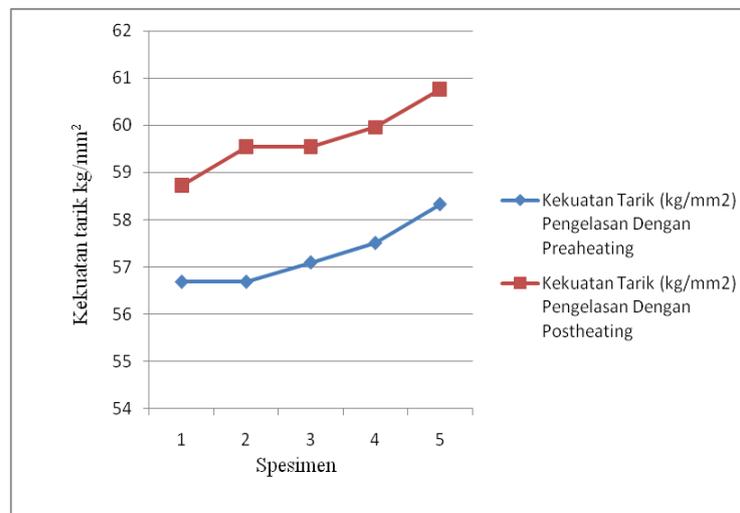
Tabel 3 Perbandingan Nilai Tegangan Tarik ( $N/mm^2$ ) yang sudah di konversi menjadi ( $kg/mm^2$ ) Pengelasan Baja AISI 1045 Dengan Perlakuan Preheating dan Postheating.

Spesimen	Preheating	Postheating
	x	y
1	56,69	58,73
2	56,69	59,55
3	57,1	59,55
4	57,51	59,96
5	58,33	60,77
$\Sigma$	<b>286,32</b>	<b>298,56</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>57,264</b>	<b>59,712</b>

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{-12,24}{5} = -2,448 \quad s_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2} = \sqrt{\frac{1}{5-1} (0,33628)} = 0,289948$$

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{\left(\frac{s_d}{\sqrt{n}}\right)} = \frac{-2,448}{\left(\frac{0,289948}{\sqrt{5}}\right)} = \frac{-2,448}{(0,236068)} = -18,8789$$

f. Hasil : Karena  $t_{hitung} < t_{tabel}$  yaitu  $-18,8789 < -2,132$  maka  $H_0$  ditolak berarti bahwa nilai kekuatan tarik ( $kg/mm^2$ ) pengelasan dengan perlakuan preheating lebih kecil daripada perlakuan postheating.



Gambar 11. Perbandingan kekuatan tarik ( $kg/mm^2$ ) dengan perlakuan preheating dan postheating

### Pembahasan

Dari data hasil pengujian tarik dan uji struktur mikro yang telah dilakukan di laboratorium teknik mesin brawijaya malang, di dapatkan hasil struktur mikro dari perlakuan panas postheating yang lebih tersusun rapi dari ferit, perlit dan martensitnya sehingga cocok dengan hasil uji tarik seperti yang terdapat dalam Tabel 1,2 dan 3 hasil konversi, maka dapat disimpulkan besar tegangan tarik dari masing-masing spesimen yang sudah dilakukan pengelasan dengan perlakuan panas preheating dan postheating. Material yang dilas jenis baja AISI 1045 ini menggunakan las busur listrik dengan perlakuan panas Preheating  $300^{\circ}C$  dan perlakuan panas postheating  $300^{\circ}C$  sehingga didapatkan hasil uji tarik dari preheating  $59,712 kg/mm^2$  lebih kecil dibandingkan kekuatan tarik postheating yaitu  $59,712 kg/mm^2$ .

## KESIMPULAN

Pada plat baja jenis AISI 1045 yang dilas menggunakan jenis las SMAW dengan perlakuan panas 300°C preheating didapatkan tegangan tarik 57,264 kg/mm<sup>2</sup> lebih rendah dibandingkan dengan pengelasan SMAW dengan perlakuan panas 300°C postheating yaitu 59,712 kg/mm<sup>2</sup>, jadi bisa disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>) pengelasan dengan perlakuan panas preheating lebih kecil dibandingkan perlakuan panas postheating, dan hasil dari uji t yaitu Karena  $t_{hitung} < t_{tabel}$  yaitu  $-18,8789 < -2,132$  maka  $H_0$  ditolak yang artinya nilai kekuatan tarik (kg/mm<sup>2</sup>) pengelasan dengan perlakuan preheating lebih kecil daripada perlakuan postheating.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis bersujud syukur kepada Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga jurnal ini bisa terwujud meskipun masih perlu perbaikan secara terus menerus, kepada pihak-pihak yang sudah memberikan bantuan baik itu masukan bahkan kritik yang membangun penulis menyampaikan banyak terimakasih tanpa bantuan semuanya tulisan ini tidak akan bisa terwujud. Terkhusus UPT Balai Pelatihan Kerja Singosari Malang yang memberikan kesempatan penulis dalam melaksanakan pengelasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- B,J,M Beumering, 1994, *Ilmu bahan logam*, Jilid III, Bahtera, Jakarta  
Bondan T, Sofyan, 2010 *Pengantar Material Teknik*, Salemba Teknik, Jakarta  
Djarwanto. Pangestu Subagyo, 1994 *Statistik Induktif edisi IV*, BPFE, Yogyakarta  
Pangaribowo, B, H. dan Akbar Putra, W, H., *Studi Pengaruh Pemanasan Awal pada Pengelasan Ulang Baja ASTM A36 Akibat Reparasi Terhadap Sifat Mekanis Menggunakan Proses Las FCAW*, Jurnal Teknik ITS Vol. 7, No. 2, (2018) ISSN: 2337-3539  
Sri Widarto, 1986, *Petunjuk pengelasan logam*, Pradya Cipta, Jakarta  
Sriati Djapri, 1992, *Ilmu Dan Teknologi Bahan Edisi kelima*, Erlangga, Jakarta  
Surdia, T. dan Saito. S, 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik, Book*. doi: PT. Pradnya Paramita. Jakarta.  
Terjemahan Sriati Djapri, 1992, *Proses perubahan Kristal*, Erlangga, Jakarta  
Wiryosumarto Harsono dan Okimura, T. 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.  
W Kenyon, Dimas Ginting, 1985, *Dasar-dasar Pengelasan*. Erlangga, Jakarta Pusat