

# Analisa Kekuatan Sambungan Las Tig Pada Pengujian Tarik dan Kekerasan Plat *Stainless Steel* Setelah Proses Pemanasan Dengan Suhu 600<sup>o</sup>c di Tempering Dengan Minyak Rem dan Air Bercampur Garam

Ahmadin<sup>1</sup>

[Ahmadin.johar@gmail.com](mailto:Ahmadin.johar@gmail.com)

## Abstract

Heat treatment, heat treatment and rapid cooling to obtain the changing properties of carbon steel, metal or guides. One of the treatment methods is the tempering process. This process is carried out at a temperature of 6000C for 30 minutes then tempering with brake fluid and air mixed with salt. The results of the average tensile stress without heat treatment obtained yield stress  $\sigma_y = (58.14) \text{ kgf / mm}^2$ , ultimate stress  $\sigma_u = (71.2) \text{ kgf / mm}^2$ , breaking stress  $\sigma_f = (68.13) \text{ kgf / mm}^2$ , Result The average tensile stress of 6000C heat treatment treated with brake fluid obtained yield stress  $\sigma_y = (37.89) \text{ kgf / mm}^2$ , ultimate stress  $\sigma_u = (48.33) \text{ kgf / mm}^2$ , breaking stress  $\sigma_f = (43.58) \text{ kgf / mm}^2$  and the results of the average tensile stress of 6000C heat treatment which is tempered with salt water, the yield stress is obtained  $\sigma_y = (31.14) \text{ kgf / mm}^2$ , ultimate stress  $\sigma_u = (45.86) \text{ kgf / mm}^2$ , breaking stress  $\sigma_f = (36, 8) \text{ kgf / mm}^2$ .

For the hardness tester the chase results that the average values for the area of the parent metal, HAZ metal and weld metal. Untreated specimens for the parent metal area obtained 58.6 HRB, for the HAZ metal area obtained 51.1 HRB and for the weld metal area obtained 53 HRB, specimens that received 6000C treatment with brake fluid for the parent metal area obtained 57.8 HRB, for the HAZ metal area obtained 50.4 HRB and for the metal area obtained 58.6 HRB and specimens that received 6000C treatment with 800 gr air mixed with salt for the parent metal area obtained 56.8 HRB, for the HAZ metal area obtained 49.4 HRB and for the weld metal area obtained 49.8 HRB.

From the results of this study it can be concluded that the untreated specimens have the best tensile strength and hardness level compared to the welded joints of specimens that received heat treatment at a temperature of 6000C. While the specimens that received heat treatment at a temperature of 6000C were tempered with air mixed with 800gr of salt, the tensile strength and hardness level decreased more than the specimens that received heat treatment at 6000C which were tempered with brake fluid.

**Keywords:** Stainless steel plate, tempering, tensile test, hardness test.

## Pendahuluan

Pada era industrialisasi dewasa ini teknik pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas pada penyambungan logam, konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Penggunaan teknologi pengelasan dan sambungan ini disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan teknik penyambungan menjadi ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatannya. Teknologi pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak bisa

dipisahkan dalam teknologi manufaktur. Ruang lingkup penggunaan teknologi pengelasan ini cakupannya meliputi rangka baja, perkapalan, jembatan, kereta api, pipa saluran dan lain sebagainya.

Karena di dalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek. Secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa perencanaan tentang cara-cara pengelasan, cara-cara pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan. Mutu dari pengelasan disamping tergantung dari pengerjaan lasnya sendiri dan juga sangat

tergantung dari persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan, karena pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan saat logam dalam keadaan cair.

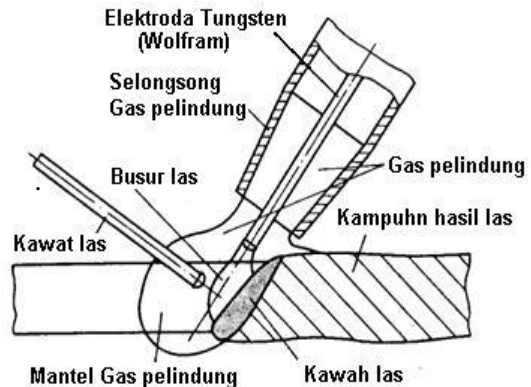
Pengelasan TIG merupakan proses pengelasan dimana busur listrik tercipta antara elektrode tungsten yang tak terumpan dan benda kerja. Pengelasan TIG banyak digunakan untuk pengelasan baja-baja kualitas tinggi salah satunya stainless steel. Kualitas sambungan las biasanya dikaitkan dengan kekuatan, ketangguhan atau sifat mekanis lainnya. Berdasarkan uraian diatas dengan ini penulis mengambil judul Penelitian “Analisa Kekuatan Sambungan Las Tig Pada Pengujian Tarik Dan Kekerasan Plat *Stainless Steel* Setelah Proses Pemanasan Dengan Suhu 600<sup>o</sup>c Di tempering Dengan Minyak Rem Dan Air Bercampur Garam”.

## Landasan Teori

### Pengertian Tungsten Inert Gas (TIG)

*Tungsten Inert Gas* (TIG) adalah suatu proses pengelasan dengan menggunakan busur nyala yang dihasilkan oleh elektroda tetap yang terbuat dari tungsten. Elektroda ini digunakan hanya untuk menghasilkan busur nyala listrik, sedangkan bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang akan dilas dan terpisah dari pistol las. Bahan penambah pada las TIG, berupa batang las (*rod*) yang dicairkan oleh busur nyala tersebut dan mengisi kampuh bahan induk. Gas pelindung yang digunakan dalam pengelasan biasanya berupa gas kekal (99% Argon). Las TIG dapat menjangkau proses pengelasan yang luas dan mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menyatukan logam serta dapat pula mengelas pada segala posisi pengelasan dengan kepadatan yang tinggi.

Daya busurnya tidak bergantung pada bahan tambah yang diperlukan sehingga las TIG dimungkinkan dipakai untuk mengelas berbagai jenis logam. Las TIG dapat digunakan dengan atau tanpa bahan penambah. Jenis las ini menghasilkan (Suheni dan Syamsuri).



Gambar 1. Skema pengelasan *Tungsten Inert Gas*

### Pengertian *Stainless Steel*

*Stainless steel* adalah baja paduan yang memiliki sifat tahan korosi (karat) sehingga secara luas digunakan dalam industri kimia, pupuk, makanan dan minuman, industri yang berhubungan dengan air laut dan semua industri yang memerlukan ketahanan korosi.

*Stainless steel* didapat dengan menambahkan unsur Chromium (Cr) pada baja minimum sejumlah 12%. Unsur Cr ini akan bereaksi dengan oksigen yang ada di udara (atmosfir) dan membentuk lapisan oksida-Crom yang sangat tipis. Lapisan ini kedap dan kuat sehingga berfungsi sebagai tembok yang melindungi permukaan logam dibawahnya, lapisan tersebut akan mencegahnya proses korosi (karat) berkelanjutan. Lapisan Cr-oksida ini dapat dikatakan bersifat permanen, karena jika lapisan tersebut rusak misalkan akibat goresan, maka segera akan segera terbentuk lapisan Cr-oksida yang baru (INCO,1963) (Gadang Priyotomo).

### Pengertian *quenching*

*Quenching* adalah proses *heat transfer* (perpindahan panas) dengan laju yang sangat cepat. Pada perlakuan *quenching* terjadi percepatan pendinginan dari temperatur akhir perlakuan dan mengalami perubahan dari *austenite* menjadi *bainite* dan *martensite* untuk menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang tinggi. Pendinginan secara langsung proses ini dilakukan dengan cara logam yang sudah dipanaskan hingga suhu *austenite* dan setelah itu logam didinginkan dengan cara mencelupkan logam tersebut ke dalam media pendingin cair, seperti air, oli, air garam dan lain-lain.

Pada proses ini benda uji dipanaskan sampai suhu *austenite* dan dipertahankan beberapa lama sebelum di masukan ke media pendinginan sehingga strukturnya seragam setelah itu di dinginkan dengan mengatur laju pendinginannya untuk mendapatkan sifat mekanis yang dikehendaki. Pemilihan temperatur media pendingin dan laju pendingin pada proses *quenching* sangat penting sebab apabila temperatur terlalu tinggi atau pendinginan terlalu besar maka akan menyebabkan permukaan logam menjadi retak ( Agus pramono.2011).

### Minyak rem (Brake Fluid)

Minyak merupakan istilah yang sangat umum untuk semua cairan organik yang tidak larut atau bercampur dengan air. Minyak memiliki cakupan yang sangat luas seperti minyak goreng atau dapat juga sebagai pewangi seperti minyak nilam dan sebagai pelumas pada kendaraan seperti minyakrem. Setiap kendaraan bermotor pasti akan memiliki sistem pengereman untuk menghentikan laju kendaraan. Berbagai komponen dalam sistem tersebut berhubungan satu sama lain. Minyak rem dan kampas rem adalah sebagian komponen tersebut.

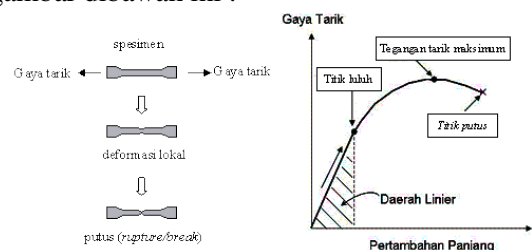
### Air Garam

Garam adalah senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion

negatif (anion) sehingga membentuk senyawa netral (tanpa bermuatan). Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Komponen kation dan anion ini dapat berupa senyawa anorganik seperti klorida ( $\text{Cl}^-$ ) dan bisa juga berupa senyawa organik seperti asetat ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) dan ion monoatomik seperti fluorida ( $\text{F}^-$ ) serta ion poliatomik seperti sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ) bahan utama garam dapur adalah suatu garam.

### Pengertian Tarik

Uji tarik adalah salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dengan melakukan uji tarik kita mengetahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material bertambah panjang. Bila kita terus menarik suatu bahan sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap berupa kurva. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2. Kurva hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang

Dalam pengujian, spesimen tersebut dibebani dengan kenaikan beban sampai spesimen mengalami pepatahan. Hal yang diamati dalam pengujian ini adalah:

Besarnya luas penampang dapat dihitung dengan persamaan

$$A_0 = T \times W$$

Dimana :

$A_0$  = Luas mula dari penampang batang uji ( $\text{mm}^2$ )

T = Tebal spesimen

W = Lebar spesimen

Nilai tegangan tarik ( $\sigma$ ), besarnya beban tegangan tarik (F) dibagi dengan luas penampang awal ( $A_o$ ) dapat dihitung dengan persamaan

$$\sigma = \frac{F}{A_o}(\text{kg/mm}^2)..$$

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

F = Beban (kg)

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

Keuletan yaitu kemampuan suatu logam menahan deformasi hingga terjadi perpatahan. Persentase perpanjangan (elongation) diukur sebagai penambahan panjang ukur setelah terjadinya perpatahan.Regangan/elongation ( $\epsilon$ ) dapat dihitung dengan persamaan :

$$\epsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\%.$$

Dimana :  $\epsilon$  = Regangan (%)

$L_0$  = Panjang awal (mm)

L = Panjang akhir (mm)

### **Pengertian Kekerasan**

#### **Uji Kekerasan Rockwell**

Uji kekerasan rockwell yang paling banyak digunakan di Amerika Serikat. Hal ini dikarenakan sifat-sifatnya yaitu cepat dan bebas dari kesalahan manusia, mampu untuk membedakan perbedaan kekerasan yang kecil pada baja yang diperkeras dan ukuran lekukannya kecil, sehingga bagian yang mendapat perlakuan panas yang lengkap dapat diuji kekerasannya tanpa menimbulkan kerusakan. Uji ini menggunakan kedalaman lekukan pada beban yang konstan sebagai ukuran kekerasan. Mula-mula diterapkan beban kecil (beban minor F0) sebesar 10 kg untuk menempatkan benda uji. Kemudian diterapkan beban yang besar (beban mayor F1). Dan secara otomatis kedalaman lekukan akan terekam oleh gage penunjuk yang menyatakan angka kekerasan. Untuk indentornya biasanya digunakan penumbuk berupa kerucut intan 120° dengan puncak yang hampir bulat dan dinamakan penumbuk *Brale*. Serta bola baja berdiameter  $\frac{1}{16}$

inci dan  $\frac{1}{8}$  inci. Beban besar yang digunakan adalah 60,100 dan 150 kg untuk indentorbrale. Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indentor sesuai kondisi pengujian.

Karena pada pengujian rockwell, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indentor yang dipakai maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan.

Dial pada mesin terdiri atas warna merah dan hitam yang didesain untuk mengakomodir pengujian skala B dan C yang seringkali dipakai. Skala kekerasan B digunakan untuk pengujian dengan kekerasan medium seperti baja karbon rendah dan baja karbon medium dalam kondisi telah dianil (dilunakkan). Range kekerasannya dari 0–100. Bila indentor bola baja dipakai untuk menguji bahan yang kekerasannya melebihi B 100, indentor dapat terdefomasi dan berubah bentuk. Selain itu, karena bentuknya, bola baja tidak sesensitif brale untuk membedakan kekerasan bahan-bahan yang keras. Tetapi jika indentor bola baja dipakai untuk menguji bahan yang lebih lunak dari B 0, dapat mengakibatkan pemegang indentor mengenai benda uji, sehingga hasil pengujian tidak benar dan pemegang indentor dapat rusak.

#### **Analisa Data dan Pembahasan**

Pengujian komposisi Baja bertujuan untuk mengetahui kadar (persentase) setiap unsur pembentuk suatu logam baik itu logam ferro maupun logam non ferro. Pengujian komposisi kimia spesimen uji baja karbon rendah dilakukan di PT. Sinar Harapan Tehnik Betungan.

Pengkelompokkan baja berdasarkan pada kandungan karbonnya dapat dibagi dalam 3 bagian. Baja dengan kandungan karbon kurang dari 0,30% disebut baja karbon rendah, baja dengan

kadar karbon 0,30% - 0,45% disebut baja karbon sedang dan dengan kadar karbon 0,45% - 0,71% disebut baja karbon tinggi. Hasil pengujian di PT. Sinar Harapan Teknik Betungan menunjukkan terdapat 99,333 % unsur Besi (Fe), 0,207 % unsur Mangan (Mn) dan unsur – unsur lain seperti C, V, Ni, Mo dan lain – lain yang mempunyai persentasenya relatif sangat kecil sekali sehingga persentase unsur – unsur pembentuk lainnya tidak terdata dan dari data tersebut diatas dapat disimpulkan spesimen uji dikategorikan dalam kelompok baja karbon rendah.

Pengujian Tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan luluh, kekuatan tarik, perpajangan dan modulus elastisitas pada pipa baja karbon rendah dan pengujian tarik plat baja karbon rendah dilakukan di Laboratorium Metalurgi Universitas Sriwijaya Indralaya.

Pengujian Tarik dilakukan untuk masing – masing 5 buah spesimen uji plat baja karbon rendah yaitu untuk baja karbon rendah non perlakuan (spesimen awal), media pendingin udara (Normalizing), media pendingin air (Quenching) dan media pendingin Biosolar.

## Metode Penelitian

### Alat dan Bahan

#### 1 Alat

1. Mesin Gerinda
2. Jangka Sorong
3. Mistar Besi
4. Kikir
5. Tungku Pemanas/Oven
6. Alat Uji Tarik

#### 2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bahan pengujian tarik yang digunakan adalah plat *stainless steel* dengan ukuran panjang 420 mm, lebar 35 mm dan ketebalan 1mm.

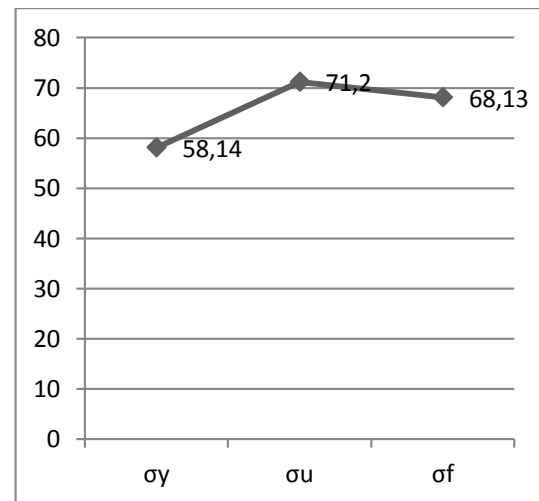
- b. Bahan pengujian kekerasan yang digunakan adalah plat *stainless steel* dengan Panjang 80 mm, Lebar 30 mm dan Ketebalan plat 1 mm

## Hasil Pengujian

Hasil pengujian Tarik Plat Baja Karbon Rendah dengan non perlakuan, di quenching udara, air dan biosolar.

Tabel 1. Data hasil pengujian tarik sambungan las plat *Stainless Steel* tanpa perlakuan panas.

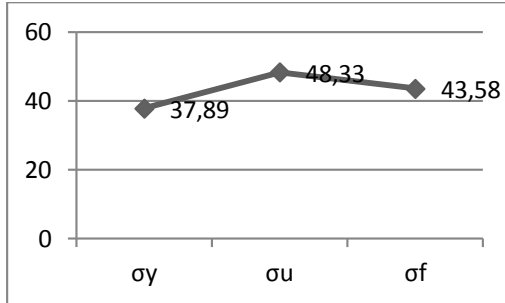
No	Ø (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_u$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\Delta L$ (%)
1	1	25	59,84	76	72	26
2	1	25	57,4	70	68	24
3	1	25	57,2	67,6	64,4	32
Nilai rata-rata			58,14	71,2	68,13	27,33



Gambar 3. Grafik data nilai rata-rata pengujian tarik sambungan las plat *Steel* tanpa perlakuan panas

Tabel 2. Data hasil rata-rata pengujian tarik sambungan las plat *Stainless Steel* mendapatkan perlakuan panas di tempering minyak rem

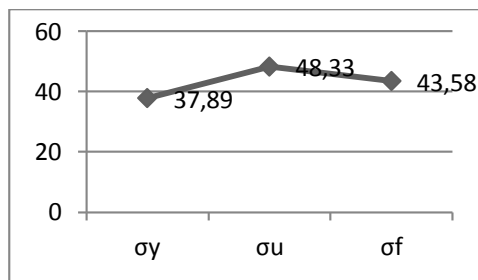
No	T (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_u$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\Delta L$ (%)
1	1	25	39,6	54	45,92	5
2	1	25	37,4	47,4	39,88	7,5
3	1	25	36,68	53,2	47,68	11
Nilai rata-rata			37,89	48,33	43,58	7,8



Gambar 4. Grafik data nilai rata-rata pengujian tarik sambungan las plat *Stainless Steel* mendapatkan perlakuan panas ditempering dengan minyak rem

Tabel 3. Data hasil Pengujian tarik sambungan las plat *Stainless Steel* yang mendapatkan perlakuan panas ditempering air garam 800gr

No	T (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_u$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_f$ (kgf/mm <sup>2</sup> )	$\Delta L$ (%)
1	1	25	31,48	43,6	30,08	7
2	1	25	27,76	40	34,4	10,5
3	1	25	40,2	54	45,92	17
Nilai rata-rata			31,14	45,86	36,8	11,5

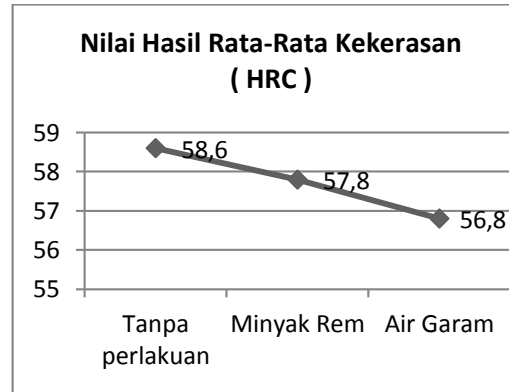


Gambar 5. Grafik data nilai rata-rata pengujian tarik sambungan las plat *Stainless Steel* mendapat perlakuan panas ditempering dengan air Garam 800gr.

Tabel 4. Perbandingan hasil nilai rata-rata pengujian kekerasan sambungan Las Tig pada plat *Stainless* tanpa perlakuan dan mendapatkan perlakuan panas 600 °C

ditempering minyak rem dan air garam 800gr daerah logam induk

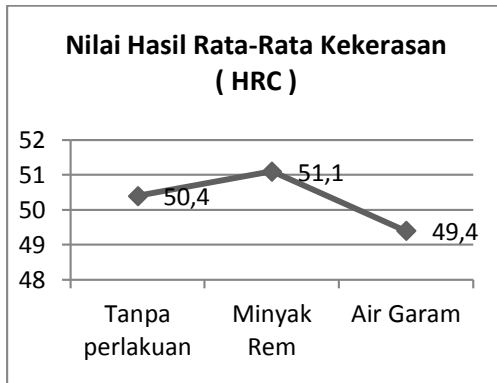
Tempering	Nilai Hasil Rata-Rata Kekerasan ( HRC )
Tanpa perlakuan	58,6
Minyak Rem	57,8
Air Garam	56,8



Gambar 6. Grafik pengujian kekerasan sambungan las Tig pada plat *Stainless* tanpa perlakuan dan mendapatkan perlakuan panas 600 °C ditempering minyak rem dan air garam 800gr daerah logam induk.

Tabel 5. Perbandingan hasil nilai rata-rata pengujian kekerasan sambungan las Tig pada plat *Stainless* tanpa perlakuan dan mendapatkan perlakuan panas 600 °C ditempering minyak rem dan air garam 800gr daerah logam HAZ.

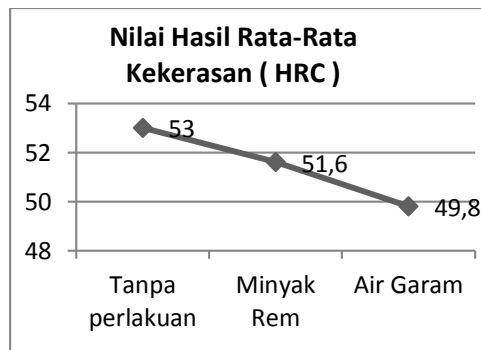
Tempering	Nilai Hasil Rata-Rata Kekerasan ( HRC )
Tanpa perlakuan	50,4
Minyak Rem	51,1
Air Garam	49,4



Gambar 7. Grafik pengujian kekerasan sambungan las Tig pada Plat *Stainless* tanpa perlakuan dan mendapatkan perlakuan panas 600 °C dengan ditempering minyak rem dan air garam 800gr daerah logam HAZ.

Tabel 6. Perbandingan hasil nilai rata-rata pengujian kekerasan sambungan las Tig pada Plat *Stainless* tanpa perlakuan dan mendapatkan perlakuan panas 600 °C ditempering minyak rem dan air garam 800gr daerah logam las.

Tempering	Nilai Hasil Rata-Rata Kekerasan ( HRC )
Tanpa perlakuan	53
Minyak Rem	51,6
Air Garam	49,8



Gambar 8. Grafik pengujian kekerasan sambungan las Tig pada plat *Stainless* tanpa perlakuan dan mendapatkan perlakuan panas 600 °C dengan ditempering minyak rem dan air garam 800gr daerah logam las.

### Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

Sifat mekanis bahan plat *stainless stell* non perlakuan dan yang mendapatkan perlakuan panas dengan suhu 600°C ditempering dengan minyak rem dan air garam 800gr. Hasil rata-rata tegangan tarik tanpa perlakuan panas diperoleh tegangan luluh  $\sigma_y = (58,14)$  kgf/mm<sup>2</sup> tegangan ultimit  $\sigma_u = (71,2)$  kgf/mm<sup>2</sup>, tegangan putus  $\sigma_f = (68,13)$  kgf/mm<sup>2</sup>, Hasil rata-rata tegangan tarik mendapatkan perlakuan panas 600°C ditempering dengan minyak rem diperoleh tegangan luluh  $\sigma_y = (37,89)$  kgf/mm<sup>2</sup>, tegangan ultimit  $\sigma_u = (48,33)$  kgf/mm<sup>2</sup>, tegangan putus  $\sigma_f = (43,58)$  kgf/mm<sup>2</sup> dan Hasil rata-rata tegangan tarik mendapatkan perlakuan panas 600°C ditempering dengan air garam diperoleh tegangan luluh  $\sigma_y = (31,14)$  kgf/mm<sup>2</sup>, tegangan ultimit  $\sigma_u = (45,86)$  kgf/mm<sup>2</sup>, tegangan putus  $\sigma_f = (36,8)$  kgf/mm<sup>2</sup>.

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa spesimen tanpa mendapatkan perlakuan panas memiliki kekuatan tarik yang terbaik dibandingkan dengan spesimen yang mendapatkan perlakuan panas dengan suhu 600°C. Sedangkan spesimen yang mendapatkan perlakuan panas dengan suhu 600°C ditempering air bercampur garam 800gr kekuatan tarik lebih menurun dibandingkan spesimen yang mendapatkan perlakuan panas dengan suhu 600°C ditempering dengan minyak rem.

Untuk pengujian kekerasan hasil pengujian memperlihatkan bahwa nilai rata-rata kekerasan untuk daerah logam induk, logam HAZ dan logam las. Spesimen tanpa perlakuan untuk daerah logam induk didapat 58,6 HRB. Untuk daerah logam HAZ dididapat 51,1 HRB dan untuk daerah logam las didapat 53 HRB, spesimen yang mendapatkan

perlakuan 600°C ditempering minyak rem untuk daerah logam induk didapat 57,8 HRB. Untuk daerah logam HAZ didapat 50,4 HRB dan untuk daerah logam las didapat 58,6 HRB dan spesimen yang mendapatkan perlakuan 600°C ditempering air bercampur garam 800gr untuk daerah logam induk didapat 56,8 HRB.

Untuk daerah logam HAZ didapat 49,4 HRB dan untuk daerah logam las didapat 49,8 HRB. Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa spesimen tanpa mendapatkan perlakuan panas memiliki tingkat kekerasan yang terbaik dibandingkan dengan sambungan las spesimen yang mendapatkan perlakuan panas dengan suhu 600°C. Sedangkan spesimen yang mendapatkan perlakuan panas dengan suhu 600°C ditempering air bercampur garam 800gr tingkat kekerasan lebih menurun dibandingkan spesimen yang mendapatkan perlakuan panas dengan suhu 600°C ditempering dengan minyak rem.

#### **Saran**

1. Dilakukan penelitian lanjut dengan proses *tempering* dengan spesimen baja karbon sedang dan baja karbon tinggi.
2. Dilakukan penelitian lanjut proses *tempering* dengan media

3. pendingin seperti alkohol, Air soda, air hujan, dll.

#### **Daftar Pustaka**

- A.azhari.2012. *Pengaruh proses tempering dan proses pengolahan di bawah dan di atas temperatur rekristalisasi pada baja karbon sedang terhadap kekerasan dan ketangguhan serta struktur mikro untuk mata pisau pemanen sawit.* Jurnanl e-dinamis vol 2 no 2
- ACH.Nurfanani.2013. *Perbandingan media pendingin oli sae 5w dan air garam pada proses quenching grinding ball 40 mm terhadap kekerasan dan ketahanan aus,* Jember.
- Agus Pramono.2011. *Karakteristik mekanik proses hardening baja aisi 1045 media quenching untuk aplikasi sprocket rantai.* Jurnal ilmiah teknik mesin cakra.M vol 5,no.1, Aril 2011
- Arief Murtiono.2012. *Pengaruh quenching dan tempering terhadap kekerasan dan kekuatan tarik serta struktur mikro baja karbon sedang untuk mata pisau pemanen sawit.* Jurnal e-Dinamis Volume 2 No.2.