Pengaruh kecepatan Pengelasan Tungsten Inert Gas Terhadap Sifat Fisis dan mekanis Pada Pengelasan Baja Karbon Menengah

Indriawan Apriadi[a*], Joko waluyo[b], Agus Duniawan[c]

[a,b,c] Program Studi Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Abstract

Welding Tungsten Inert Gas (TIG) is welding process using electrodes as a producer of flame arcs and noble gases as protectors. In the TIG welding parameters that must be considered are the welding speed, current and electrode diameter. The selection of the right welding parameters can produce optimum physical and mechanical properties.

This research was conducted in the Laboratory of Mechanical Engenering Mechanical Engenering Study Program AKPRIND Yogyakarta Institut & Technology.Science

The aim of this study is entitled the effect of welding speed of Tungsten Inert Gas on physical micro structure and Mechanical properties of tensile strenght the greatest impact welding medium carbon steel. The welding speeds chosen are 1,5 dan 9 mm/sec.

The result of the research produced welding speeds of 1,5 and 9 mm/sec were for tensile strenght of 44.06, 42,16 and 40,16 kg/mm^2 , the impact price were a70,21, 127,28 and 101,99 Joule, and the amount the pearlite item are 269,260 and 250 grain.

Key word : TIG welding, medium carbon steel, welding speed, tensile strenght, impact price and microstructure

INTISARI

Las Tungsten Inert Gas (TIG) adalah proses pengelasan menggunakan elektroda sebagai penghasil busur nyala dan gas mulia sebagai pelindung. Pada pengelasan las TIG parameter yang harus diperhatikan diantaranya parameter kecepatan pengelasan, besar arus yang digunakan dan diameter elektroda.. Pemilihan parameter pengelasan sangat berpengaruh terhadap kualitas pengelasan antara lain sifat fisik dan mekanik pada hasil pengelasan suatu logam.

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium teknologi mekanik jurusan teknik mesin Institut sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Tujuan dari penelitian dengan judul pengaruh kecepatan pengelasan Tungsten gas Inert pada pengelasan baja menengah ini adalah untuk mendapatkan sifat fisis struktur mikro dan sifat mekanis kekuatan tarik, dan harga impak. Adapun kecepatan pengelasan yang dipilih 1,5 dan 9 mm/detik.

Hasil penelitian yang dihasilkan untuk kecepatan pengelasan 1 mm/detik, 5 mm/detik dan 9 mm/detik, Kekuatan tariknya adalah 44,06, 42,16 dan 40,16 kg/mm^{2,} Energi Impaknya 170,21, 127,28 dan 101,99 Joule dan jumlah butir perlit 269,260 dan 250 butir.

Kata Kunci : Las TIG, baja karbon menengah, kecepatan pengelasan, kekuatan tarik, harga impak dan strukur mikro.

1. Pendahuluan

Untuk mendapatkan pengelasan yang baik, kuat dan aman maka perlu diperhitungkan beberapa persiapan diantaranya material yang akan dilas, bahan penambah. dan kecepatan pengelasan. Berdasarkan definisi dari *Duetch Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Las *Tungsten Inert Gas* (TIG) adalah jenis pengelasan dengan memakai busur nyala api yang menghasilkan elektroda tetap yang terbuat dari tungsten (*wolfram*), sedangkan bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari *torch*. Pengelasan TIG banyak digunakan untuk pengelasan pelat tipis. (Baskoro Ario sunar, 2013) Untuk mencegah oksidasi, maka dipakai gas pelindung yang keluar dari *torch* biasanya berupa gas argon dengan kemurnian mencapai 99,99%. Pada proses pengelasan ini peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dan logam induk. Dari hasil pengujian pada daerah las pengelasan TIG dengan kuat arus 150 A nilai kerasannya 88 HRB dan pada pengelasan MIG dengan kuat arus 200 A nilai kekerasannya 92,& HRB (Jimmy Dimu Raymons 2019)

Hasil penelitian Las TIG dengan menggunakan kuat arus 120A,130A dan 140A kekerasan dan kekuatan tarik tertinggi pada kuat arus 140A yang besarnya 57,27 HRA dan 371,67 Mpa (Widyatmoko Antonius 2017)

Pengelasan dengan menggunakan filler 1,6 mm dengan kuat arus 120 A kekuatan tariknya 41,74 kg/mm^2 dan kekuatan tarik terndah dengan menggunakan filler 2,0 mm besarnya kekuatan tarik 39,17 kg/mm^2 (Budiyanto Eko, 2017)

Pada pengelasan denga GTAW dengan arus 90A,120A dan 130A besarnya kekuatan tarik adalah 18,01 Mpa, 20,22 Mpa, dan 23,04 Mpa.(Syahrani Awal 2017)

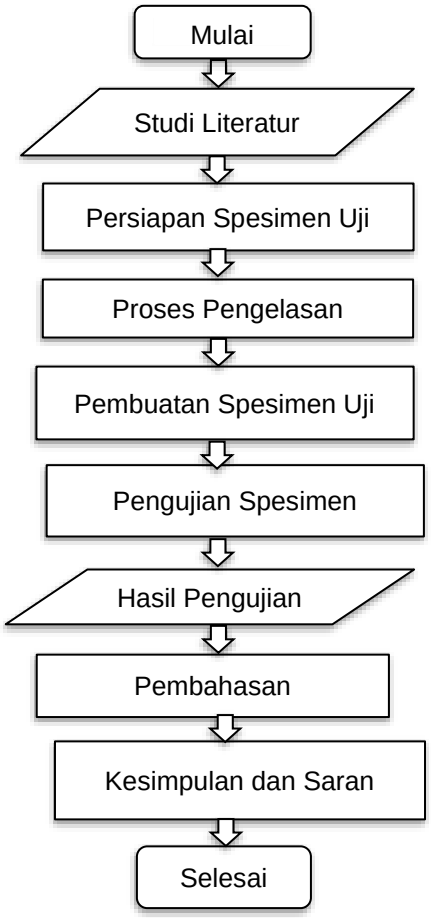
Pada pengelasan TIG dengan menggunakan pendinginan air, udara dan air laut kekuatan tarik adalah 20,25, 22,75 dan 27,05 kg/mm^2 (Sukamto 2009)

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, jika kadar karbon naik maka kekuatan dan kekerasan juga akan bertambah tinggi. Karena itu, baja karbon dikelompokkan berdasarka kadar karbonnya (surdia T 1985).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengelasan terhadap sifat fifis dan mekanis pada pengelasan baja karbon menengah

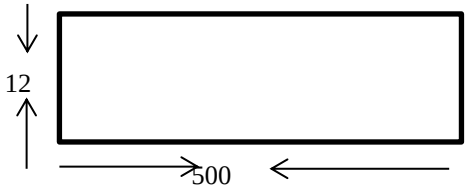
2. Metode Penelitian

.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Bahan material yang digunakan pada penelitian ini adalah plat baja karbon menengah untuk bejana tekan dengan seri SPV24 yang akan dikerjakan dengan proses pengelasan TIG dengan spesifikasi sebagai berikut :



Gambar 2. Bahan kerja

a) Panjang awal bahan 500 mm

b) Tebal bahan 12 mm

Tabel 1 Komposisi kimia material plat baja untuk bejana tekan seri SPV24

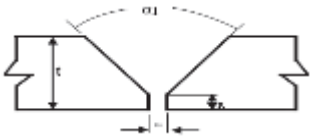
C	Si	Mn	P	S
0.30	0,35	1.40	0.035	0.040

Kecepatan pengelasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1,5,dan 9 mm/s dengan besar arus sebesar 160 ampere.

Elektroda tungsten yang digunakan adalah type EWTH-1 dengan bahan logam pengisi type E6013

1. Pembuatan Kampuh Las

Jenis kampuh las yang digunakan dalam penelitian ini adalah sambungan las tumpul alur V tunggal

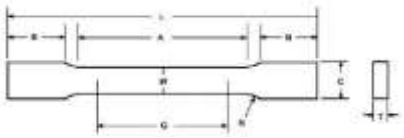


Gambar 3 . Dimensi sambungan las tumpul dengan alur V tunggal

Keterangan:
R= Kaki akar = 2 mm t = Tebal = 12
G = Celah akar = 3 mm α1 = Sudut= 60º

2. Pembuatan Spesimen uji tarik

Standar yang digunakan untuk pengujian tarik ini adalah ASTM E-8.

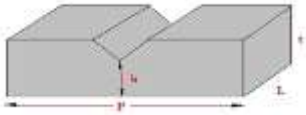


Gambar 4. Dimensi Spesimen Uji Tarik (Standar ASTM E-8)

Keterangan:
L : 200 mm W : 12,5 mm
B : 50 mm C : 20 mm
R : 12,5 mm W : 12,5 mm
G : 50±0,1 mm T : 12 mm

3. Pembuatan Spesimen Uji impak

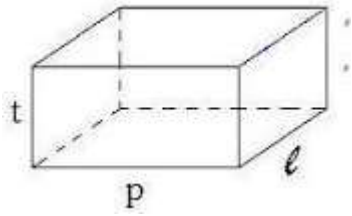
Metode pengujian yang digunakan adalah metode charpy Pada metode ini peletakan spesimen dilakukan secara horizontal atau mendatar dengan takikan diletakan membelakangi arah striking edge.



Gambar 5. dimensi spesimen uji impak metode charpy

Keterangan :
P : 55 mm t : 12 mm
L : 10 mm sudut takikan : 45^0
h : 8 mm

4. Spesimen Uji Struktur Mikro



Gambar 6. Spesimen uji struktur mikro

Keterangan :

P : 50 mm l : 50 mm t : 12 mm

3. Hasil Dan Pembahasan

1. Pembahasan Uji Tarik

Berdasarkan hasil pengujian kekuatan tarik baja karbon menengah yang telah mengalami proses pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) dengan variasi kecepatan pengelasan 1 mm/s, 5 mm/s, dan 9 mm/s diperoleh angka kekuatan tarik yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian tarik

Kecepatan pengelasan (Cm/men)	Max. Force (Kgf	Tensile strenght (Kgf/mm²)
1	6.757	44.06
5	6.204	42.16
9	5.756	40.16

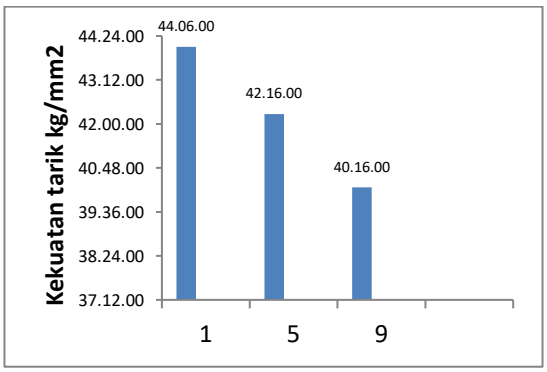


Diagram 1 Hasil pengujian tarik berdasar kecepatan pengelasan

Hasil rata-rata tegangan tarik dan jumlah butir pada kecepatan pengelasan 1 mm/detik, 5 mm/detik dan 9 mm/detik masing – masing besarnya adalah 44.04,· 42.16, dan 40,16 kg/mm^2 seperti terlihat pada diagram 1. Adapun jumlahnya besarnya butir adalah 269, 260 dan 250 butir perlit dan 298,236 dan 226 butir ferrit.

Kekuatan tarik tertinggi pada kecepatan pengelasan 1 mm/s sebesar 44.04 kgf/mm^2 sedangkan nilai tegangan tarik terrendah terdapat pada kecepatan pengelasan 9 mm/s sebesar 40.16 kgf/mm^2 , hal ini disebabkan pada pengelasan dengan kecepatan 1 mm/detik jumlah perlitnya 269 butir, sedangkan pada kecepatan 9 mm/detik jumlah perlitnya 250 butir, pada hasil pengelasan semakin banyak jumlah perlitnya tinggi maka kekuatan tariknya semakin besar begitu juga sebaliknya semakin kecil prosentasi perlitnya maka kekuatan tariknya semakin rendah

Hal ini disebabkan pada pengelasan dengan kecepatan pengelasan 1 mm/detik logam hasil pengelasan mendapatkan pendinginan yang cepat dibandingkan dengan pengelasan dengan kecepatan 5 mm/detik dan 9 mm/detik sehingga struktur perlit yang terbentuk lebih dominan untuk prosentase jumlah butir perlit dapat dilihat pada gambar struktur mikro

2. Pengujian Impak

Berdasarkan hasil pengujian impak pada tabel 3. menunjukkan bawa variasi kecepatan pengelasan berpengaruh terhadap harga impak semakin tinggi kecepatan pengelasan mengakibatkan usaha yang dibutuhkan untuk mematahkan benda uji tersebut menurun. Diagram 2. menunjjukkan bahwa harga impak tertinggi didapatkan dari kecepatan pengelasan 1 mm/detik sebesar 170.21 J, dan harga impak terrendah didapatkan dari kecepatan 9 mm/detik sebesar 101.99 Joule, Adapun perbedaan harga impak untuk hal ini disebabkan karena laju pendinginan pada saat proses pengelasan sangat cepat sehingga menyebabkan logam induk dan kawat las tidak menyatu dengan sempurna yang mengakibatkan hasil pengelasan menjadi getas dan rapuh. Adapun hasil pengujian impak untuk kecepatan 1 mm/detik, 5 mm/detik dan 9 mm/detik seperti terlihat pada diagram di bawah ini.

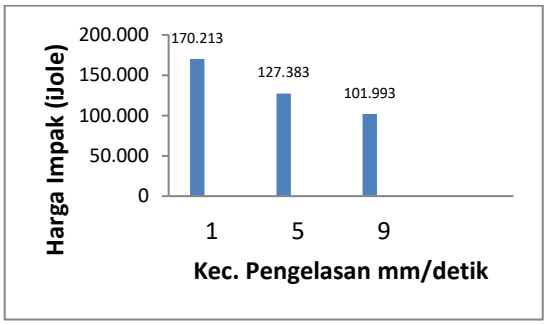


Diagram 2 Harga Impak dan Kec. Pengelasan

Pengujian impak juga berhubungan dengan struktur mikro. Karena pengaruh kecepatan pengelasan berpengaruh dari jumlah butir yang dihasilkan hal ini dapat dilihat jumlah butir tertinggi terdapat pada kecepatan pengelasan 1 mm/detik, dan jumlah butir terrendah terdapat pada kecepatan pengelasan 9 mm/detik dari kedua pembahasan ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak dan padat jumlah butir yang dihasilkan pada struktur mikro suatu material maka usaha yang dibutuhkan untuk mematahkan material tersebut juga semakin tinggi dan nilai keuletan material tersebut juga semakin tinggi begitu juga sebaliknya semakin sedikit dan renggang jumlah butir mikro yang dihasilkan pada struktur mikro suatu material maka semakin kecil usaha yang dibutuhkan untuk mematahkaan benda uji tersebut, dan nilai keuletan material menurun yang

menyebabkan material uji semakin rapuh dan getas.adapaun harga keliatan dapat dilihat pada diagram 3.

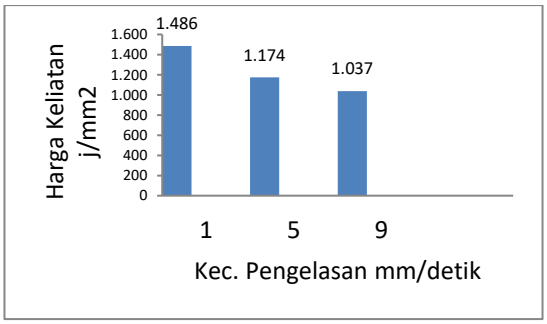


Diagram 3. harga keliatan pengujian impak

Hasil penlitian ini menunjukkan pada kecepatan 1 mm/detik jumlah perlitnya 298 butir dan pada kecepatan 9 mm/detik jumlah perlitnya 226 butir struktur mikro yang prosentase perlitnya tinggi mempunyai keuatan impaknya juga besar begitu sebaliknya. Jumlah butir perlit yang paling besar terjadi pada proses pendinginan yang cepat dan terjadi pada kecepatan yang rendah yaitu 1 mm/detik, dengan jumlah butir perlit 269butir, dan kecepatan 5 mm/detik 260 butir perlit, dan kecepatan 9 mm/detik butir perlit. Adapun urutan Harga impak dari yang tertinggi sampai terendah hasil pengujian tarik seperti pada diagram 2.

3. Pembahasan Struktur mikro

Struktur mikro yang terbentuk dari hasil pengelasan dapat dilihat seperti pada daerah Haz dan daerah las seperti terlihat gambar 7 sampai dengan gambar 12.

Variasi kecepatan pengelasan sangat berpengaruh terhadap struktur mikro sehingga juga berpengaruh terhadap hasil kekuatan tarik dan kekuatan impack suatu material yang dilas. Kecepatan pengelasan yang tinggi dengan tegangan dan arus yang dibuat tetap maka deposit persatuan panjang las jadi menurun. Bila kecepatan pengelasan dinaikkan terus maka masukan panas persatuan panjang juga akan menurun, sehingga pendinginan akan berjalan terlalu lambat yang memungkinkan terjadinya penurunan sifat mekanis pada daerah las dan daerah HAZ.

Variasi kecepatan yang semakin tinggi juga berpengaruh pada stuktur mikro dimana ukuran butir-butir struktur material membesar yang mengakibatkan ikatan strukturnya menjadi lemah sehingga kekuatan tariknya juga semakin kecil karena energi yang dibutuhkan untuk menarik dan memutuskan benda uji pada pengujian tarik sangat kecil.

Berdasarkan hasil pengujian impak pada diagram 2. menunjukkan bawa variasi kecepatan pengelasan berpengaruh terhadap harga impak dapat dilihat bahwa semakin tinggi kecepatan pengelasan mengakibatkan usaha yang dibutuhkan untuk mematahkan benda uji tersebut menurun. Diagram 2. menunjjukkan bahwa harga impak tertinngi didapatkan dari kecepatan pengelasan 1mm/s sebesar 170.21 J, dan harga impak terrendah didapatkan dari kecepatan 9 mm/detik sebesar 101.99 Joule, hal ini disebabkan karena laju pendinginan pada saat proses pengelasan sangat tinggi sehingga menyebabkan logam induk dan kawat las tidak menyatu dengan sempurna yang mengakibatkan hasil pengelasan menjati getas dan rapuh.

Pengujian impak juga berhubungan dengan struktur mikro. Pada tabel 3 dapat dilihat jumlah butir tertinggi terdapat pada kecepatan pengelasan 1 mm/detik, dan jumlah butir terrendah terdapat pada kecepatan pengelasan 9 mm/detik dari kedua pembahasan ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak dan padat jumlah butir yang dihasilkan pada struktur mikro suatu material maka usaha yang dibutuhkan untuk mematahkan material tersebut juga semakin tinggi, dan nilai keuletan material tersebut juga semakin tinggi begitu juga sebaliknya semakin sedikit dan renggang jumlah butir mikro yang dihasilkan pada struktur mikro suatu material maka semakin kecil usaha yang dibutuhkan untuk mematahkaan benda uji tersebut.

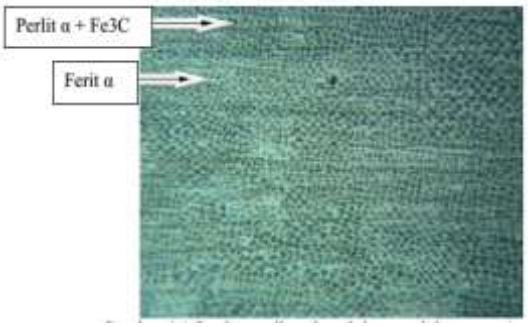
Tabel 3. Hasil perhitungan butir struktur mikro

Kecepatan Pengelasan	Jumlah Butir Ferit	Jumlah Butir Perlit
1 mm/s	298	269
5 mm/s	236	260
9 mm/s	226	250

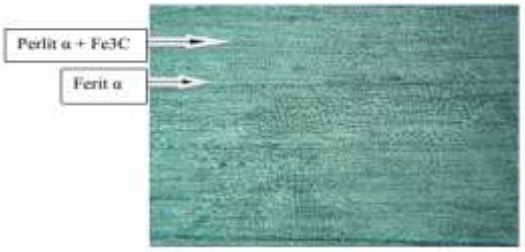
Hasil pengamatan struktur mikro pada suatu material benda uji yang telah mengalami proses pengelasan yaitu pada daerah lasan, daerah tersebut mendapat perlakuan panas yang berbeda, dalam hal ini tempetarur puncak dan laju pendinginan yang tidak sama maka daerah tersebut juga memiliki bentuk struktur yang berbeda, adapun struktur mikro pada setiap daerah pengujian dapat dilihat pada gambar 7, 8 dan 9 Struktur mikro yang terbentuk dari daerah lasan ini adalah ferit dan perlit.

Ferit disimbolkan dengan α dengan kode warna butir putih sedangkan untuk perlit disimbolkan dengan α + Fe3C dengan kode warna butir hitam.

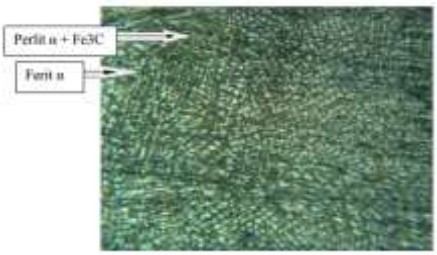
Pada tabel 3 jumlah butir mikro yang dihasilkan pada daerah pengelasan setiap variasi kecepatan pengelasan memiliki jumlah yang berbeda dimana untuk kecepatan 1 mm/detik jumlah butir ferit yang dihasilkan sebesar 269 dengan butir perlit sebesar 298 butir. Untuk kecepatan 5 mm/detik jumlah butir adalah ferit 236 dengan perlit sebesar 260 dan untuk kecepatan pengelasan 9 mm/detik jumlah butir ferit yang dihasilkan sebesar 226 dengan butir perlit sebesar 250 butir. Dari hasil perhitungan jumlah butir struktur mikro diatas, Setiap kenaikan kecepatan pengelasan mengalami penurunan jumlah butir yang mengakibatkan nilai keuletan material tersebut juga menurun.adapun struktur mikro pada daerah pengelasan dapat dilihat pada gambar 7, 8 dan 9.



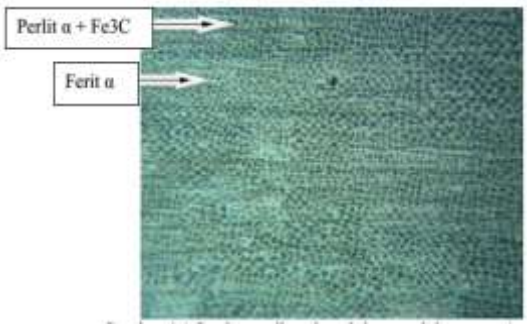
Gambar 7. Struktur mikro pada kecepatan pengelasan 1mm/menit, daerah las



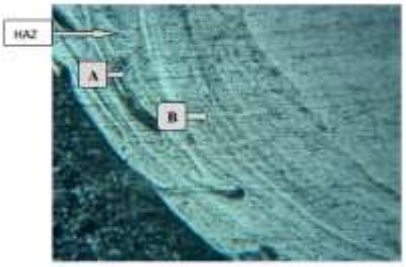
Gambar 8. Struktur mikro pada kecepatan pengelasan 5 mm/menit, daerah las



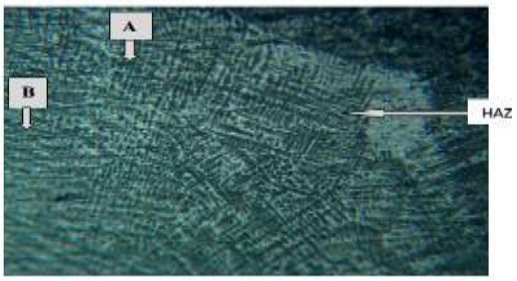
Gambar 9. Struktur mikro pada Kec. pengelasan 9 mm/menit, daerah las



Gambar 10. Struktur mikro pada kecepatan pengelasan 1mm/menit, daerah Haz



Gambar 11. Struktur mikro pada kecepatan pengelasan 5 mm/menit, daerah Haz



Gambar 12 Struktur mikro pada kecepatan pengelasan 9 mm/menit, daerah Haz

Pada gambar 10, 11 dan 12 adalah gambar struktruk mikro daerah Haz. Daerah ini adalah daerah yang posisinya bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal dan pendinginan cepat sehingga daerah ini yang paling kritis dari sambungan las.

Pada daerah Haz terdapat dua titik yang berbeda, titik A dan B (Haz kasar) menununjukkan temperatur pemanasan mencapai daerah berfasa austenit dan ini disebut dengan transformasi menyeluruh yang artinya struktur mikro baja mula-mula ferit+perlit terlihat lebih banyak hal ini dikarenakan dengan menigkatnya masukan panas maka laju pendinginan menjadi lebih lambat, sehingga jumlah butir baik untuk perlit dan ferrit mengalami penurunan jumlah sehingga berdampak pada penurunan kekuatan tarik, harga impak dan harga keliatan. Adapun hasil kekuatan tarik seperti terlihat pada diagram 1, Harga impak dan harga keliatan pada diagram 2 dan 3.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang diperoleh dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

a. Sifat fisis yang paling tinggi terjadi pada pengelasan dengan kecepatan pengelasan 1 mm/detik besarnya 269 butir ferlit dan 298 butir ferrit dan yang paling rendah pada kecepatan 9 mm/detik besarnya 226 butir perlit dan 250 butir ferrit.
b. Sifat mekanis yang paling tinggi terjadi pada pengelasan dengan kecepatan pengelasan 1 mm/detik besarnya kekuatan tarik 44,06 kg/mm^{2}dan harga impak 170,21 Joule dan yang paling rendah pada kecepatan 9 mm/detik

besarnya kekuatan tarik 40,16 kg/mm ^{2} dan kekuatan impak 101,99 Joule.

Daftar Pustaka

ASM HANDBOOK 2000 *Mechanical Testing and Evaluation. Volume 08, ASM International, USA*

Budiyanto Eko 2017. Pengaruh diameter filler dan arus pada pengelasan TIG terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada baja karbon rendah. Turbo Jurnal Program Studi Teknik Mesin.

Baskoro Ario Sunar, Peningkatan penetrasi pengelasan pada las TIG (Tungsten Inert Gas) menggunakan pengaruh medan Elektromagnetik. Jurnal teknik Mesin Volume 14. Universitas Indonesia.

Jimmy Dimu Roymons 2019. Analisa pengaruh variasi listrik terhadap kekerasan material baja karbon rendah pada daerah lasan TIG dan MIG Jurnal Teknik Mesin Vol 2. No. 1 Maret 2019.

Syahrani awal 2017. Pengaruh variasi arus pengelasan GTAW terhadap sifat mekanis pipa karbon ASTM A106. Jurnal Mekanikal, Vol 8 No 1: januari 2017.

Sukamto 2009, Pengaruh pendinginan terhadap hasil pengelesan TIG pada baja karbon rendah. Jukna teknika Vol 11 No2 /Juli 2009.

Surdia, T. 1985, *Pengetahuan Bahan Teknik***.** Pradnya Paramita. Jakarta.

Widyatmoko Antonius 2017. Pengaruh arus pengelasan las terhadap karakteristik sifat mekanis stainlees steel type 304, Traksi Majalah ilmiah teknik Mesin.

Wiryosumarto, H Dan Okumura, T. 2000. *Teknologi Pengelsan Logam*. Cetakan Ke 8. Pradnya Paramita. Jakarta.