

ANALISA PENGARUH PENGELASAN TIG DAN MIG PADA SAMBUNGAN LAS DENGAN MATERIAL TIPE SS316 DAN SS304

Cahya Sutowo, Ichwan Budiawan

Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jurusan Teknik Mesin

ABSTRAK

Pada umumnya material baja digunakan tidak dalam bentuk lembaran ataupun potongan. Tetapi digunakan dengan membuatnya suatu bentuk sehingga perlu dilakukannya proses penyambungan (pengelasan) untuk menghasilkan suatu produk yang siap pakai. Jenis pengelasan yang tersedia beaneka ragam. Sehingga harus dapat memilih teknik pengelasan yang tepat agar diperolehnya suatu produk dengan hasil yang baik. Masalah yang ada pada pengelasan baja tahan karat sangat tergantung pada jenis baja tahan karat yang akan dilas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh metode pengelasan terhadap kekuatan tarik, kekuatan impak, kekerasan mikro Vickers dan struktur mikro pada material SS304 dan SS316. Pengelasan dilakukan dengan metode TIG dan MIG serta benda uji memiliki ketebalan 2 - 3 mm. Selanjutnya dilakukan pengujian yang meliputi uji tarik, uji impak, uji kekerasan serta uji struktur mikro. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai tegangan tarik tertinggi pada material SS316 dengan metode pengelasan TIG yaitu sebesar 602.61 N/mm^2 dan untuk material SS304 dengan metode pengelasan MIG yaitu sebesar 347.71 N/mm^2 . Nilai kuat impak terbesar pada material SS316 dan SS304 diperoleh dengan metode pengelasan MIG yaitu sebesar 570.5 J/cm^2 dan 696.8 J/cm^2 . Nilai kekerasan mikro Vickers tertinggi untuk material SS316 nilai kekerasan mikro Vickers tertinggi pada daerah lasan dan HAZ diperoleh dengan metode pengelasan MIG yaitu sebesar 528.1 HVn dan 231.8 HVn, sedangkan pada daerah base metal nilai kekerasan mikro Vickers tertinggi diperoleh dengan metode pengelasan TIG yaitu sebesar 187.5 HVn. Untuk material SS304 pada daerah lasan dan HAZ diperoleh dengan metode pengelasan MIG yaitu sebesar 548.6 HVn dan 362.2 HVn, sedangkan pada daerah base metal mempunyai nilai yang sama besar yaitu sebesar 220.6 HVn baik dengan metode pengelasan TIG maupun MIG. Sehingga dapat diperoleh metode pengelasan yang baik digunakan untuk material SS316 dan SS304 adalah metode pengelasan MIG.

Kata Kunci : TIG, MIG, Kekerasan, Impak, Tarik

1.PENDAHULUAN

Teknologi pengelasan merupakan bagian teknologi manufaktur. Secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan pada saat logam dalam keadaan cair. Pada sambungan-sambungan konstruksi mesin, banyaknya penggunaan teknik pengelasan karena dengan menggunakan teknik ini sambungan menjadi lebih ringan dan lebih sederhana dalam pembuatannya dan akhirnya biaya produksi dapat lebih murah.

Salah satu teknik pengelasan yang dikenal dalam penyambungan baja tahan karat adalah proses pengelasan busur las (*Arc Welding*). Jenis proses pengelasan ini diantaranya adalah *Tungsten Inert Gas* (TIG) dan *Metal Inert Gas* (MIG). Masalah yang ada pada pengelasan baja tahan karat sangat tergantung pada jenis baja tahan karat yang akan dilas. Jenis baja tahan karat yang umum adalah austenitik, ferritik, martensitik dan dupleks. Jenis baja austenitik merupakan jenis baja yang paling umum digunakan dalam dunia industri, karena jenis baja tahan karat ini yang paling mudah dilas dibandingkan dengan baja tahan karat lainnya. SS316 dan SS304 merupakan jenis baja tahan karat austenitik. SS316 dan SS304 merupakan baja tahan karat austenitik yang paling sering digunakan, karena lebih tahan terhadap korosi. Selain itu, SS316 dan SS304 dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang. Tujuan penelitian ini adalah :

- 1) Mencari pengaruh teknik pengelasan TIG dan MIG pada baja tahan karat SS316 dan SS304
- 2) Mengetahui perbandingan sifat mekanis dari metode pengelasan TIG dan MIG pada baja SS316 dan SS304
- 3) Mencari metode pengelasan yang tepat untuk baja SS316 dan SS304

LANDASAN TEORI

Menurut Yunus Yakub, dkk, 2013, telah melakukan riset pada baja tahan karat AISI 304 dilakukan pengelasan GTAW dengan variasi kuat arus 30A, 40A, dan 50A kemudian dilakukan uji metallografi, uji kekerasan dan uji tarik pada sambungan las tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai kekerasan *Vickers* tertinggi terdapat padapenggunaan kuat arus 40A (benda uji II) yaitu sebesar 226 kg/mm^2 , kekuatan tarik maksimum terjadi pada benda uji II (40A) sebesar 698 N/mm^2 . Hal ini disebabkan karena struktur mikro daerah HAZ pada benda uji II (40A) berupa austenit yang paling sedikit ditemukannya endapan karbid Krom dibandingkan dengan struktur mikro dari daerah HAZ benda uji I (30A) dan benda uji III (50A).

Menurut Suheni, dkk, 2007, telah melakukan riset pada baja tahan karat SS304 dan baja ST 42 dengan pengelasan TIG kemudian dilakukan uji dampak. Hasil yang didapat dari analisa uji dampak pada pengelasan TIG bahwa (1) Semakin besar arus diberikan semakin besar nilai IS. (2) Bahan SS 304 mempunyai sifat ulet. (3) Semakin besar arus semakin lebar area HAZ, (4) Lebar HAZ untuk pengelasan TIG elektroda E 50 dengan menggunakan arus 100A pada material ST 42 5mm, sedangkan pada material SS 304 4,2mm. Untuk pengelasan dengan menggunakan arus 140A pada material ST 42 = 7mm, sedangkan pada material SS 304 6,1 mm.

Menurut Pramono Sidi, 2011, telah melakukan riset pada plat baja yang dilakukan proses pengelasan *butt-joint* dengan menggunakan mesin las MIG untuk mengetahui pengaruh pengelasan terhadap distorsi sudut dan kedalaman penetrasi dengan variasi benda uji berukuran 100 x 200 [mm], 100 x 300 [mm] dan 100 x 400 [mm] dan variasi kuat arus 200, 250 dan 300 [A]. Hasil yang didapat adalah dari ketiga variabel proses, yang paling besar pengaruhnya adalah panjang pelat diikuti kecepatan pengelasan dan yang paling kecil pengaruhnya kuat arus. Nilai distorsi sudut terkecil sebesar 0,139 [Rad] dan kedalaman penetrasi 2.77 [mm] dapat dicapai dengan variabel pengelasan yang menggunakan panjang pelat 355.75 [mm], dengan kuat arus sebesar 250 [A] dan kecepatan pengelasan sebesar 30 [cm/menit].

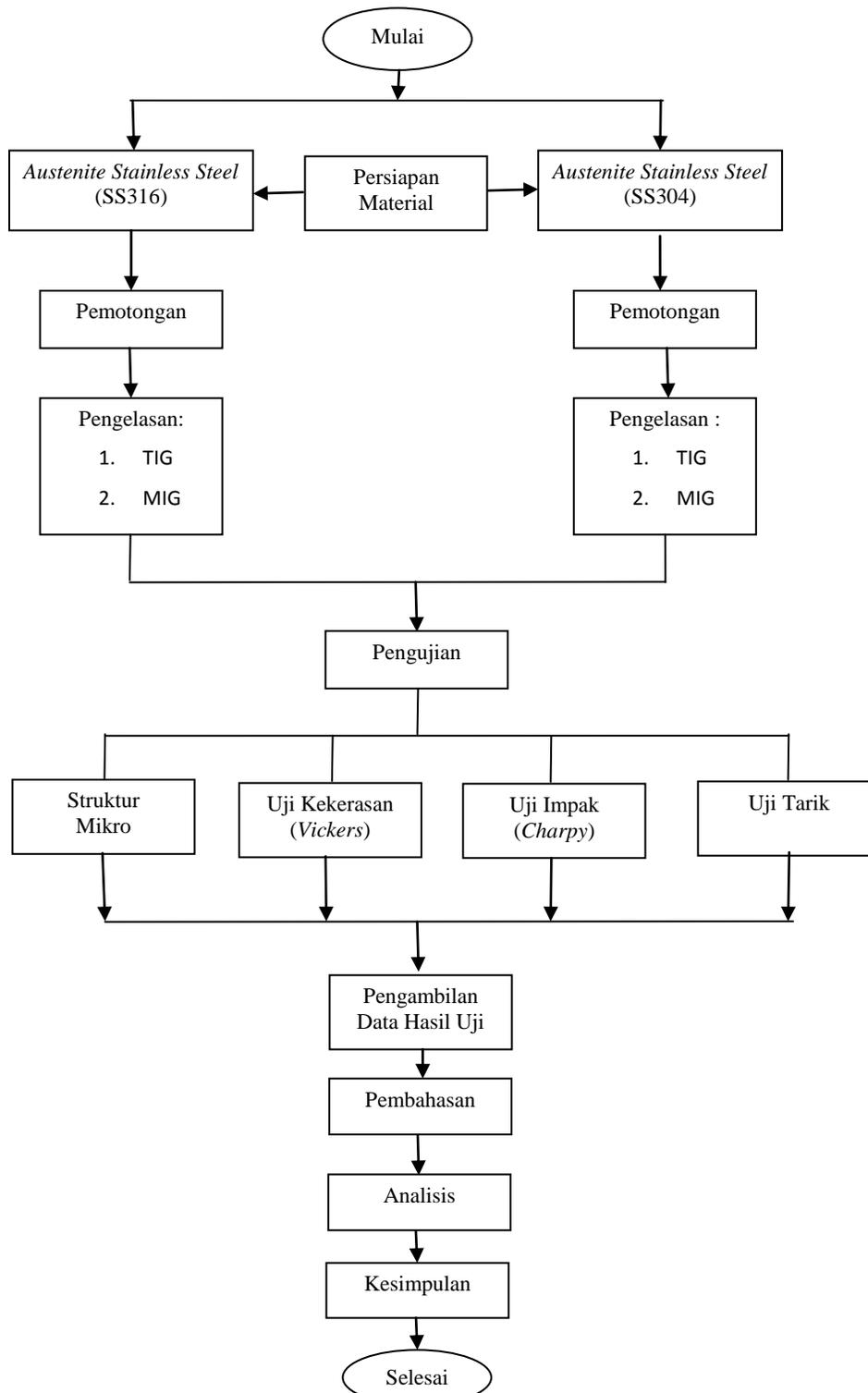
Menurut Buyung R. Machmoed, 2012, telah melakukan riset menggunakan material baja karbon rendah yang berada di pasaran dengan tebal 10 mm. Pengelasan menggunakan jenis las MIG (metal inert gas). Parameter sambungan yang akan diteliti adalah sudut alur 50° , 60° dan 70° jenis kampuh V (*one side welding*). Kemudian dilakukan karakterisasi fisik mekanik meliputi uji tarik dan pengukuran Distorsi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Distorsi anguler

terbesar jika dibandingkan ketiga spesimen dengan sudut 50° , 60° dan 70° relatif lebih baik pada sudut 70° karena menghasilkan penyusutan penampang secara tegak lurus. Distorsi lengkung (*longitudinal bending distortion*) terbesar terjadi pada spesimen sudut alur 70° . Selain itu pengujian tarik menunjukkan bahwa tegangan tarik maksimum dan regangan tarik tertinggi terjadi pada spesimen sudut alur 70° sebesar 1938 MPa dan 28.5 % jika dibandingkan antara sudut alur 50° dan 60° . Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat korelasi antara sudut alur, distorsi dan sifat mekanis.

Menurut Kusmanto, dkk, 2012, telah melakukan riset menggunakan bahan dari *cast wheels aluminium* dengan metode pengelasan Oksi Asetilin, TIG dan MIG. Teknik Analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif yaitu mengamati secara langsung hasil eksperimen kemudian dianalisis dan menyimpulkan hasil penelitian. Sebagai parameter input pada penganalisan data meliputi, pengujian komposisi kimia, struktur mikro, kekerasan dan impak. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposisi kimia *cast wheels aluminium* termasuk paduan AlSi karena unsur Si merupakan paduan terbesar yaitu 7,38%. Nilai kekerasan tertinggi yaitu hasil pengelasan oksi asetilin sebesar 54,80 BHN pada daerah lasan dan 38,69 BHN pada daerah HAZ. Nilai kekerasan terendah pada hasil pengelasan MIG yaitu 44,18 BHN pada daerah lasan dan hasil las TIG yaitu 30,47 BHN pada daerah HAZ. Nilai kekuatan impak tertinggi yaitu hasil pengelasan TIG dengan harga impak rata-ratanya 0,114 joule/mm². Harga impak terendah yaitu hasil pengelasan oksi asetilin dengan harga impak rata-rata 0,085 joule/mm².

3.METODE PENELITIAN

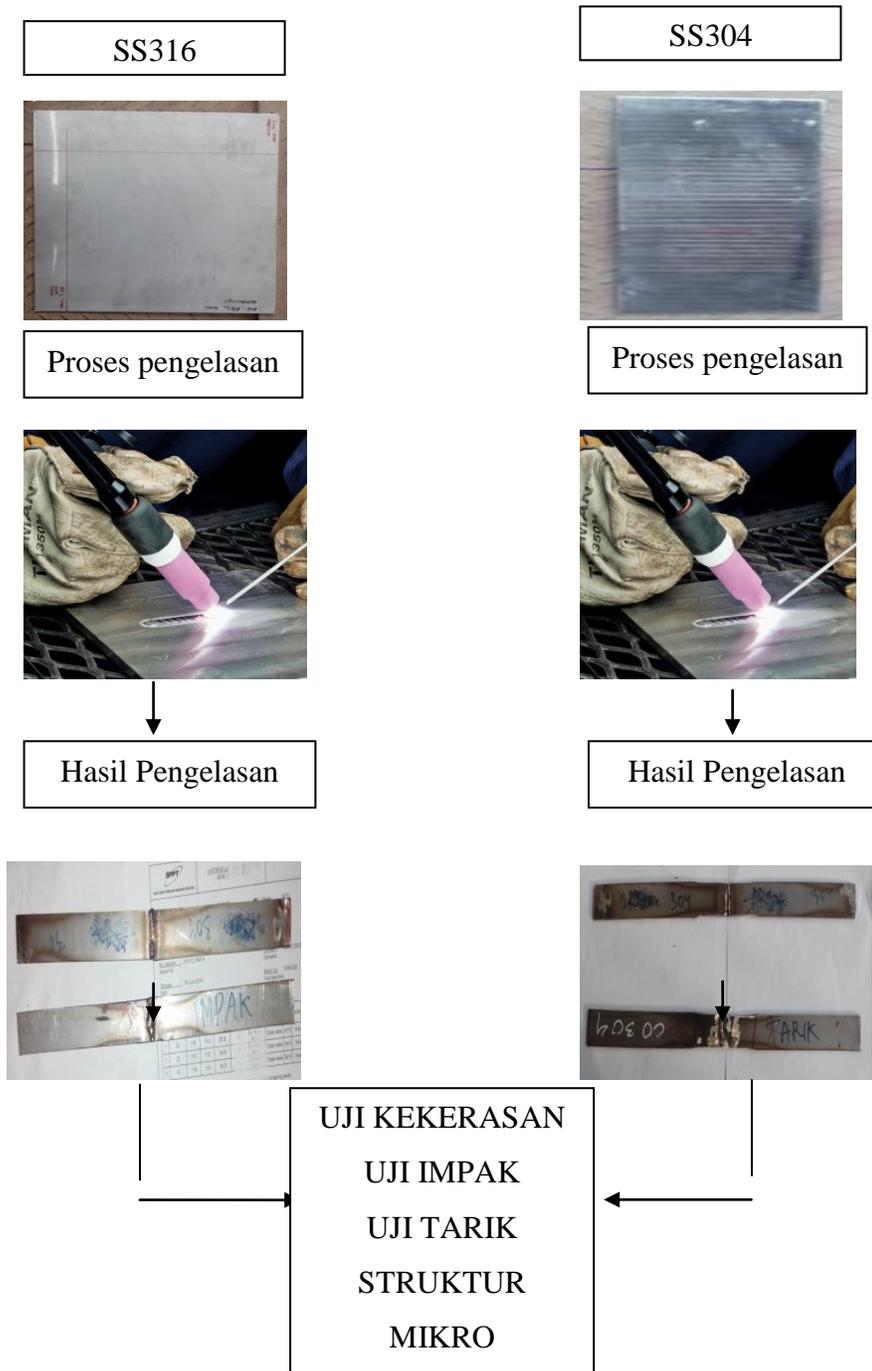
3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

4. DATA DAN ANALISA PENGUJIAN

Proses pembentukan specimen pengujian SS316 dan SS304 dengan metode pengelasan TIG dan MIG pada Gambar 4.1:

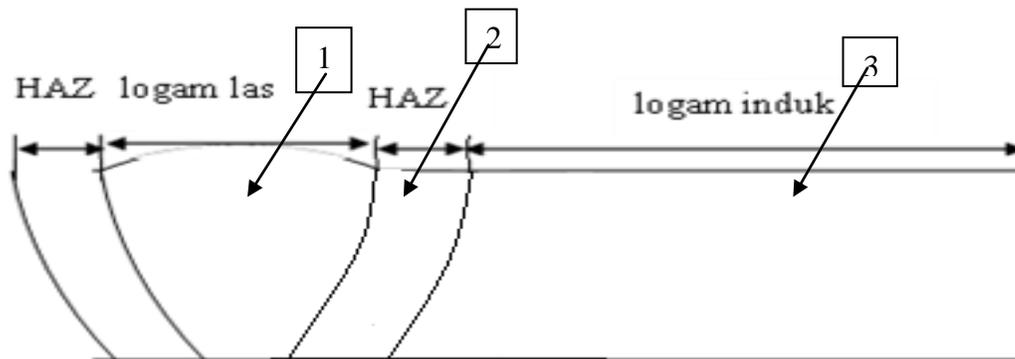


Gambar 2 specimen pengujian SS316 dan SS304 dengan Metode pengelasan TIG dan MIG

Setelah dilakukan riset, pengukuran serta pengujian dilaksanakan terhadap masing-masing spesimen atau benda kerja, maka telah didapatkan data-data seperti yang akan ditampilkan pada bab ini bersamaan dengan analisa setiap pengujian dan pengamatan.

4.1 Data Hasil Uji Kekerasan (*Vickers*)

Pengujian kekerasan *vickers* merupakan pengujian untuk menentukan kekerasan bahan dengan menggunakan indentor intan, pada pengujian kekerasan *vickers* masing – masing benda uji pada sambungan pengelasan pada plat 316 dan 304 pada sambungan pengelasan TIG dan MIG yang diberi 3 titik penekanan untuk menentukan perbedaan kekerasan pada masing – masing benda uji tersebut. Adapun titik penekanan bisa dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 3. Titik Uji Kekerasan Pada Sambungan las TIG dan MIG pada material SS316 dan SS304

Dari hasil pengujian kekerasan *vickers* setelah diambil 3 titik penekanan menggunakan intan 120° dengan beban penekanan 200 gf dapat diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kekerasan *Vickers* (HV)

Kode Sampel	No.Uji	Kekerasan Mikro Vickers (HV)			Keterangan
		Lasan	Haz	BM	
TIG 316	1	220.6	220.6	187.5	Program Kekerasan Mikro Vickers (Hv) Beban = 200 gf Indentor = Intan 120°
	2	220.6	220.6	187.5	
	3	220.6	220.6	187.5	
Rata-rata		220.6	220.6	187.5	
MIG 316	1	528.1	231.8	187.3	
	2	528.1	231.8	187.3	
	3	528.1	231.8	187.3	
Rata-rata		528.1	231.8	187.3	
TIG 304	1	210.2	231.8	220.6	
	2	210.2	231.8	220.6	
	3	210.2	231.8	220.6	
Rata-rata		210.2	231.8	220.6	
MIG 304	1	548.6	362.2	220.6	
	2	548.6	362.2	220.6	
	3	548.6	362.2	220.6	
Rata-rata		548.6	362.2	220.6	

Pada data hasil pengujian kekerasan dengan metode *vickers* yang sudah dirata-ratakan pada setiap benda uji, untuk material SS316 dan SS304 pada pengelasan TIG dan MIG memiliki nilai kekerasan yang berbeda. Untuk daerah lasan pada material SS316 dengan pengelasan MIG memiliki nilai kekerasan sebesar 528.1 HVn sedangkan dengan pengelasan TIG SS316 memiliki nilai kekerasan sebesar 220.6 HVn. Berdasarkan pernyataan di atas bahwa nilai kekerasan tertinggi diperoleh dengan metode pengelasan MIG dengan nilai 528 HVn. Perbedaan nilai kekerasan keduanya sebesar 307.5 HVn atau sekitar 58.23%. Untuk daerah HAZ pada material SS316 dengan metode pengelasan TIG memiliki nilai kekerasan sebesar 220.6 HVn sedangkan dengan metode MIG memiliki nilai kekerasan sebesar 231.8 HVn. Berdasarkan pernyataan di atas bahwa nilai kekerasan tertinggi dengan metode MIG dengan nilai 231.8 HVn. Perbedaan nilai kekerasan keduanya sebesar 11.2 HVn atau sekitar 4.83%. Untuk daerah Base Metal (BM) pada material SS316 dengan pengelasan TIG memiliki nilai kekerasan sebesar 187.5 HVn sedangkan dengan metode MIG 187.3 HVn. Berdasarkan pernyataan di atas bahwa nilai kekerasan tertinggi dengan metode TIG 187.5 HVn walaupun perbedaan dengan metode MIG hanya sebesar 0.2 HVn atau sekitar 0.11%. Pada material SS304, untuk daerah lasan dengan metode TIG memiliki kekerasan sebesar 210.2 HVn sedangkan dengan metode MIG memiliki nilai kekerasan sebesar 548.6 HVn. Berdasarkan pernyataan di atas bahwa nilai kekerasan tertinggi dengan metode MIG 548.6 HVn. Perbedaan nilai kekerasan keduanya sebesar 338.4 HVn atau sekitar 61.68%. Untuk daerah HAZ pada material SS304 dengan metode TIG memiliki kekerasan 231.8 HVn sedangkan dengan metode MIG memiliki nilai kekerasan sebesar 362.2 HVn. Berdasarkan pernyataan di atas bahwa nilai kekerasan tertinggi dengan metode MIG 362.2 HVn walaupun perbedaan dengan metode TIG hanya sebesar 130.4 HVn atau sekitar 36%. Untuk daerah Base Metal (BM) pada material SS304 dengan metode TIG dan MIG memiliki nilai kekerasan yang konstan yaitu sebesar 220.6 HVn. Dapat disimpulkan bahwa pada daerah lasan, metode pengelasan sangatlah berpengaruh terhadap nilai kekerasan baik pada material SS316 maupun SS304. Untuk daerah HAZ pada material SS316 dengan metode pengelasan baik TIG maupun MIG sedikit mempengaruhi nilai kekerasan karena perbedaannya hanya sekitar 4.83%. Sedangkan untuk material SS304 metode pengelasan yang digunakan cukup mempengaruhi nilai kekerasannya yaitu sekitar 36%. Untuk daerah Base Metal pada material SS316 metode pengelasan yang digunakan tidak terlalu mempengaruhi terhadap nilai kekerasannya karena perbedaannya hanya sekitar 0.2%, sedangkan pada material SS304 metode pengelasan sangatlah tidak mempengaruhi sama sekali nilai kekerasannya karena nilai kekerasannya konstan.

4.2 Data Hasil Uji Impak

Pengujian impak merupakan pengujian untuk menentukan kuat Impak pada sambungan pengelasan dengan menggunakan metode *Charpy*. Pada pengujian pengujian Impak masing – masing benda uji pada sambungan pengelasan pada plat 316 dan 304 pada sambungan pengelasan TIG dan MIG. Adapun hasil uji Impak dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil uji Impak pada sambungan pengelasan TIG dan MIG pada material SS316 dan SS304

Hasil dari pengujian ketangguhan impak yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Impak

No.	Dimensi (mm)		Dalam Takik (mm)	Sudut (derajat)	Temp. (°C)	Energi (J)	Kuat Impak (J/cm ²)	Keterangan
	Lebar	Tebal						
1	10.35	2.09	2.0	45	Ruang	74.0	342.1	TIG 316
2	10.35	2.10	2.0	45	Ruang	124.0	570.5	MIG 316
3	10.19	2.99	2.0	45	Ruang	122.0	400.4	TIG 304
4	10.98	2.98	2.0	45	Ruang	228.0	696.8	MIG 304

Pada Tabel 2 di atas menunjukkan nilai kuat impak untuk TIG 316 nilai kuat impak sebesar 342.1 Joule/cm² dan pada MIG 316 sebesar 570.5 Joule/cm². Sehingga besarnya perbedaan nilai kuat impak pada material SS316 dengan pengelasan TIG dan MIG adalah 40.03%. Nilai kuat impak pada material TIG 304 sebesar 400.4 Joule/cm² dan MIG 304 sebesar 696.8 Joule/cm². Sehingga perbedaan kuat impak untuk material SS304 dengan pengelasan TIG dan MIG sebesar 42.54%. Pada Berdasarkan Gambar 4.2 nilai kuat impak terbesar terjadi pada material SS304 dengan pengelasan MIG.

Nilai energi yang diserap untuk TIG 316 nilai energi yang diserap sebesar 74 Joule dan pada MIG 316 sebesar 124 Joule. Sehingga besarnya perbedaan nilai energi yang diserap pada material SS316 dengan pengelasan TIG dan MIG adalah 40.32% Pada TIG 304 sebesar 122 Joule dan MIG 304 sebesar 228 Joule. Sehingga perbedaan energi yang diserap untuk material SS304 dengan pengelasan TIG dan MIG sebesar 46.49%. Pada Gambar 4.3 dapat dilihat penyerapan energi terbesar terjadi pada material SS304 dengan pengelasan MIG.

Pengujian ini dilakukan pada keadaan tetap yaitu temperatur dan sudut yang sama pada masing-masing spesimen. Untuk luas penampang yang besar dan energi yang diserap lebih tinggi maka nilai kuat impak juga semakin besar. Data di atas menunjukkan material SS316 dan SS304 lebih baik dilakukan pengelasan MIG karena tingginya nilai kuat impak yang dihasilkan.

4.3 Data Hasil Uji Tarik

Pengujian Tarik merupakan pengujian untuk menentukan kuat Tarik pada sambungan pengelasan. Pada pengujian pengujian Tarik dapat dilihat hasil perpatahan di setiap spesimen uji Tarik, masing – masing benda uji pada sambungan pengelasan pada plat 316 dan 304 pada sambungan pengelasan TIG dan MIG, dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Hasil uji Tarik dengan Material a) SS316; b) SS304 dengan metode pengelasan TIG dan MIG

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari material baja sebagai spesimen dalam penelitian ini. Hasil pengujian tarik pada umumnya adalah parameter kekuatan (kekuatan tarik dan kekuatan luluh).

Spesimen pengujian terdiri dari pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik baja hasil pengelasan TIG dan MIG serta kekuatan tarik daerah las pada baja tersebut.

Tabel 3 Data Hasil Pengujian Tarik

Lebar (mm)	Tebal (mm)	Ao (mm ²)	Gaya Maksimum (N)	Tegangan Tarik (N/mm ²)	Keterangan
25.01	2.11	52.77	31.8	602.61	TIG 316
25.03	2.10	52.56	27.6	525.11	MIG 316
25.95	2.99	77.59	25.4	327.36	TIG 304
25.97	2.99	77.65	27	347.71	MIG 304

Keterangan :

Ao = luas penampang awal (lebar x tinggi)

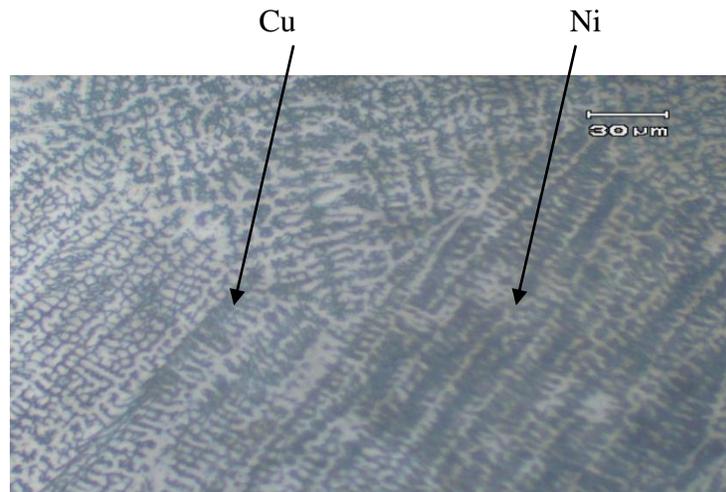
Pada Tabel 3 di atas menunjukkan nilai tegangan tarik untuk TIG 316 nilai tegangan tarik sebesar 602.61 N/mm² dan pada MIG 316 sebesar 525.11 N/mm². Sehingga besarnya perbedaan nilai tegangan tarik pada material SS316 dengan pengelasan TIG dan MIG adalah 12.86%. Pada TIG 304 sebesar 327.36 N/mm² dan MIG 304 sebesar 347.71 N/mm². Sehingga perbedaan tegangan tarik untuk material SS304 dengan pengelasan TIG dan MIG sebesar 5.85%. Berdasarkan Gambar 4.4 nilai tegangan tarik terbesar terjadi pada material SS316 dengan

pengelasan TIG. Nilai tegangan tarik pada material SS304 tidak jauh berbeda antara pengelasan TIG maupun MIG, sedangkan pada material SS316 dengan pengelasan TIG dan MIG nilai tegangan tariknya cukup berbeda. Pada material SS304 dengan pengelasan TIG maupun MIG hasilnya tidak terlalu signifikan, sehingga untuk pemilihan jenis pengelasan yang mana pun tidak terlalu mempengaruhi hasil spesimen. Berbeda dengan material SS316, dimana nilai tegangan tarik tertinggi terjadi pada pengelasan TIG. Sehingga untuk material SS316 lebih baik dilakukan dengan pengelasan TIG.

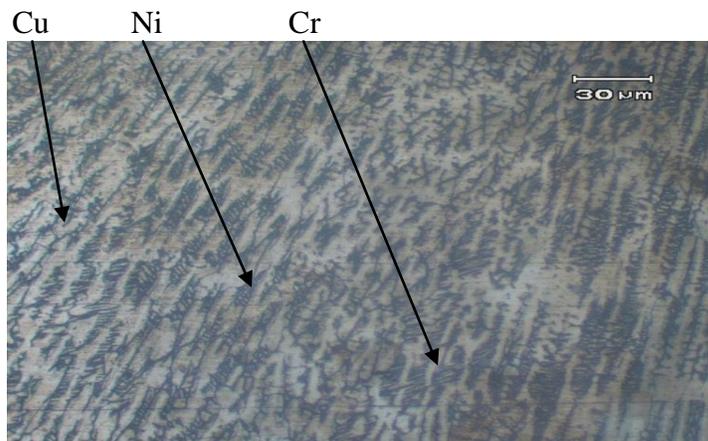
Pada material SS304 baik dengan pengelasan TIG maupun MIG saat dilakukan pengujian tarik spesimen mengalami patah di sambungan las, sedangkan untuk material SS316 hasilnya berbeda. Material SS316 dengan pengelasan MIG spesimen mengalami patah di sambungan las, sedangkan dengan pengelasan TIG spesimen mengalami patah pada materialnya (plat).

4.4 Data Hasil Uji Struktur Mikro (Metallografi)

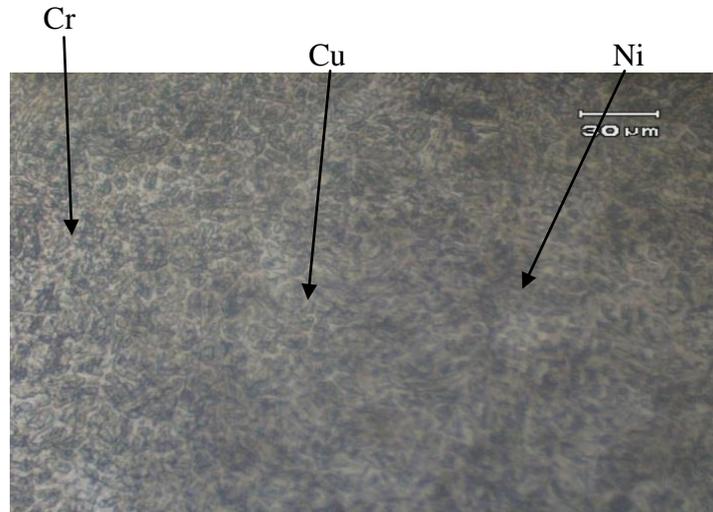
Pada pengujian struktur mikro adalah untuk mengetahui butiran-butiran yang terdapat pada sambungan pengelasan yang sudah di etsa kellers reagent dengan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 500 dan 800X.



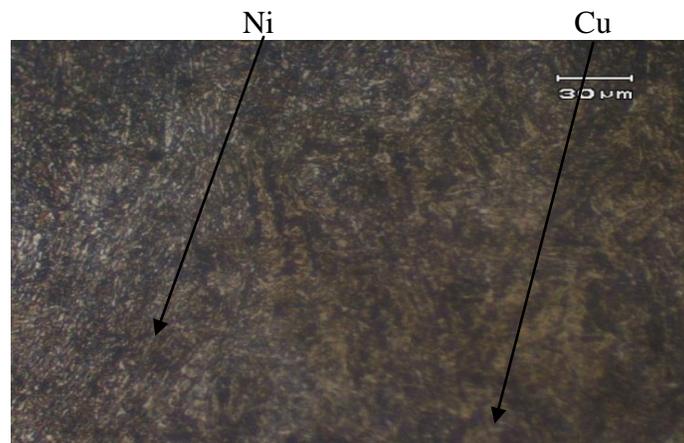
Gambar 6. Foto Struktur Mikro Daerah Lasan Pengelasan TIG Plat 316 Etsa Kalling Reagent Pembesaran 400x



Gambar 7 Foto Struktur Mikro Daerah Lasan Pengelasan TIG Plat 304 Etsa Kalling Reagent Pembesaran 400x



Gambar 8. Foto Struktur Mikro Daerah Lasan Pengelasan MIG Plat 316 Etsa Kalling ReagentPembesaran 400x



Gambar 9. Foto Struktur Mikro Daerah Lasan Pengelasan MIG Plat 304 Etsa Kalling ReagentPembesaran 400x

Pada foto Struktur Mikro sambungan pengelasan pada material SS316 dengan metode pengelasan TIG dan MIG dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 8 terlihat struktur Cr yang (berwarna terang) di daerah Base Metal, Ni yang (berwarna hitam) di daerah lasan, dan Si yang (berwarna abu-abu) pada bagian HAZ. Untuk metode pengelasan MIG terlihat struktur (Cu yang berwarna coklat), Ni yang (berwarna hitam) Pada daerah lasan. Perubahan struktur mikro yang terjadi tidak terlepas dari perilaku panas yang ditimbulkan selama proses pengelasan. Perubahan struktur mikro terjadi pada daerah *fusion line*. Daerah ini merupakan daerah pencampuran logam pengisi dan base metal. Pada daerah fusion line tampak butiran partikel yang berwarna hitam. Partikel ini mengandung unsur Ni dan silikon. Daerah fusion line ini memiliki struktur dengan butir-butir yang lebih kasar, hal ini disebabkan base metal yang menerima panas lebih akan melepaskan Mg, unsur Mg ini akan bersenyawa dengan Si.

Pada foto struktur mikro sambungan pengelasan material SS304 dengan metode pengelasan TIG dan MIG dapat dilihat pada gambar 7 dan gambar 9 untuk metode pengelasan MIG. Untuk metode pengelasan TIG terdapat unsure kimia Cr yang (berwarna terang), Ni yang (berwarna hitam), Fe yang (berwarna abu-abu). Sedangkan untuk metode pengelasan MIG terdapat unsure kimia Cu yang (berwarna coklat) di daerah lasan, Ni yang (berwarna hitam).

5.KESIMPULAN

1. Teknik pengelasan TIG dan MIG berpengaruh pada masing-masing material, diantaranya pada hasil uji struktur mikro, uji kekerasan, uji tarik dan uji impak.
2. Nilai kuat impak terbesar pada material SS316 dan SS304 terjadi pada pengelasan MIG yaitu sebesar 570.5 Joule/cm² dan 696.8 Joule/cm².
3. Nilai tegangan tarik terbesar pada material SS316 terjadi pada pengelasan TIG yaitu sebesar 602.61 N/mm², sedangkan pada material SS304 terjadi pada pengelasan MIG yaitu sebesar 347.71 N/mm².
4. Pengujian tarik yang dilakukan pada material SS304 baik dengan pengelasan TIG maupun MIG mengalami patah di sambungan las. Pada material SS316 dengan pengelasan MIG spesimen mengalami patah di sambungan las, sedangkan dengan pengelasan TIG spesimen mengalami patah pada materialnya (plat).
5. Sehingga dapat diperoleh metode pengelasan yang baik digunakan untuk material SS316 dan SS304 adalah dengan metode pengelasan MIG.

DAFTAR PUSTAKA

1. Khurmi RS, Gupta JK, 2005, Machine Design, Eurasia Publishing House, New Delhi.
2. Rudenko, N, 1996, *Mesin Pengangkat*, Erlangga, Jakarta.
3. SKF Group, Needle Roller Bearing, www.skf.com, 2010.
4. Stolk Jack, 1994, *Elemen Konstruksi Bangunan Mesin*, Erlangga, Jakarta.
5. Sularso, 1997, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Praditya Paramitha, Jakarta.
6. Sunggono kh, V, Ir, 1995, *Buku Teknik Sipil*, Nova, Bandung.