

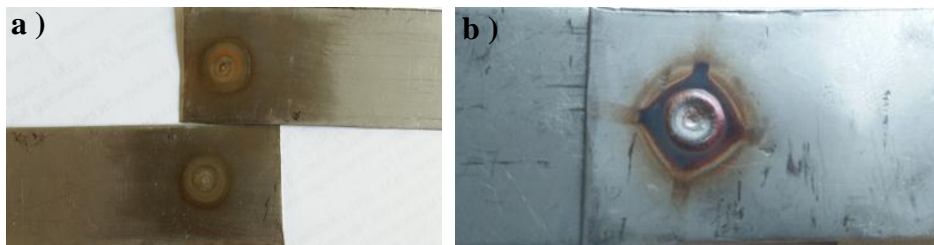
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelasan *spot TIG welding* pada material *stainless steel 304* dengan memvariasikan arus 100 A, 110 A, 120 A, dan 130 A serta waktu pengelasan 3 dan 4 detik dibuat masing-masing 5 spesimen, kemudian spesimen lasan akan dilakukan beberapa pengujian diantaranya uji makro-mikro, uji kekerasan (*Vickers*) dan uji kekuatan tarik-geser. Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui struktur mikro, kekerasan permukaan dan kapasitas beban tarik geser. Data yang diperoleh dari pengujian tersebut akan dianalisa dan dibahas untuk mendapatkan kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.









#### 4.1 Hasil Pengelasan

Pada proses awal penentuan parameter arus yang digunakan, dilakukan beberapa kali percobaan untuk mendapatkan parameter arus yang optimal dan sambungan las yang kuat. Percobaan pengelasan yang pertama dimulai dari arus 75 A dengan waktu 3 detik dimana *nugget* yang dihasilkan kecil dan sambungan tidak begitu kuat setelah diberikan pembebanan secara manual sambungan terlepas seperti pada gambar 4.1.a. Pengelasan dinaikan kembali dengan kuat arus 100 A dengan waktu 2,5 detik, namun sambungan las masih kurang kuat. Arus kembali di naikan dengan cara bertahap hingga mencapai arus 130 A dengan lama waktu pengelasan 3 dan 4 detik. Pada arus 130 A 4 detik penetrasi yang dihasilkan sangat dalam hingga specimen menempel pada meja las.



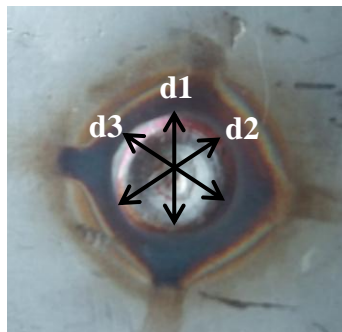
Gambar 4.1 a) pengelasan dengan arus 75 A , b) pengelasan dengan arus 130 A

Berdasarkan hasil dari beberapa percobaan pengelasan, maka ditetapkan arus pengelasan yang digunakan yaitu 100 A, 110 A, 120 A, dan 130 A kemudian penetapan waktu pengelasan yang digunakan yaitu 3 dan 4 detik. Pada proses pengelasan setiap variasi arus dan waktu pengelasan masing-masing dibuat sebanyak 5 spesimen dimana 3 spesimen di antaranya akan digunakan untuk proses pengujian tarik, kemudian specimen yang tersisa akan digunakan untuk pengujian mikro. Hasil dari proses pengelasan *Spot TIG Welding* sejenis dengan material *stainless steel* dapat dilihat pada Gambar 4.2


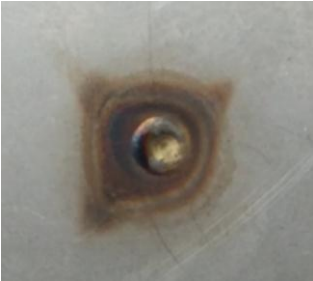
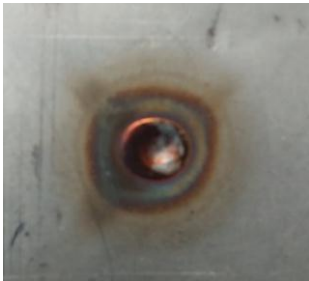



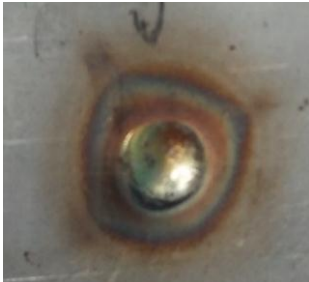
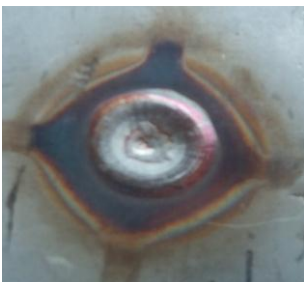
Arus	Waktu	
	3 Detik	4 Detik
100 A		
110 A		
120 A		
130 A		

Gambar 4.2 Foto spesimen las pada setiap variasi arus dan waktu pengelasan

Hasil pengelasan pada setiap variasi menunjukkan perbedaan pada luasan *nugget*. Dimana hasil diameter menunjukkan bahwa diameter terkecil didapat dari arus pengelasan 100 A dengan waktu 3 detik dan diameter *nugget* terbesar didapat pada arus pengelasan 130 A 4 detik. Sesuai dengan pernyataan Hayat, (2011) bahwa kenaikan arus akan berpotensi menyebabkan kenaikan masukan panas, kenaikan kuat arus akan diiringi dengan peningkatan diameter las. Ukuran dari luasan *nugget* lasan dipengaruhi oleh *heat input*, sedangkan besarnya *heat input* dipengaruhi oleh kuat arus pengelasan, peningkatan kuat arus pengelasan akan menghasilkan *heat input* yang besar, sehingga daerah *weld metal* akan meleleh semakin banyak dan menyebabkan ukuran luasan *nugget* semakin besar (Aji, 2015). Pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menunjukkan bentuk *nugget* dan skema pengukuran diameter *nugger* pada setiap specimen.



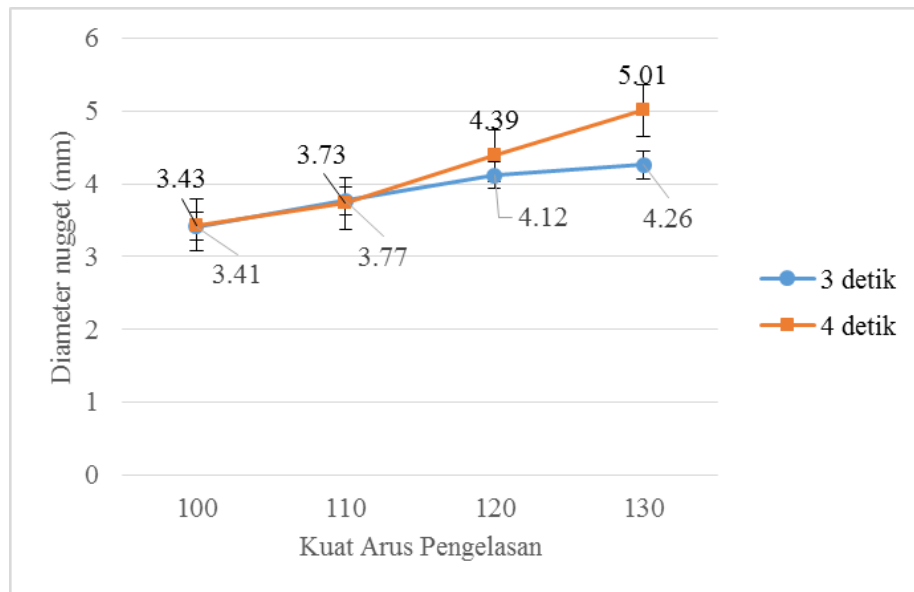
Gambar 4.3 Skema pengukuran diameter *nugget*

Arus Pengelasan	Waktu Pengelasan	
	3 detik	4 detik
100 A		
110 A		
120 A		
130 A		

Gambar 4.4 Bentuk *nugget* STW terhadap variasi arus dan waktu

Tabel 4.1 Ukuran diameter *nugget* pada setiap variasi arus pengelasan.

Waktu (detik)	Arus (A)	Spesimen			d	Rata-rata	Stdev
		d1 (mm)	d2 (mm)	d3 (mm)			
3	100	3.20	3.05	3.30	3.18	3.41	±0.23
		3.65	3.30	3.30	3.42		
		3.50	3.50	3.90	3.63		
	110	3.75	3.85	4.20	3.93	3.77	±0.17
		3.80	3.95	3.55	3.77		
		3.25	4.10	3.45	3.6		
	120	3.70	3.85	3.70	3.75	4.12	±0.38
		4.10	4.00	4.20	4.1		
		4.45	4.90	4.20	4.52		
	130	4.40	4.95	4.30	4.55	4.26	±0.29
		4.30	4.75	3.75	4.27		
		4.05	3.65	4.20	3.97		
4	100	3.20	3.20	3.30	3.23	3.43	±0.17
		3.30	3.80	3.55	3.55		
		3.50	3.65	3.35	3.5		
	110	3.75	4.05	3.80	3.87	3.73	±0.18
		3.55	4.10	3.75	3.8		
		3.50	2.95	4.15	3.53		
	120	4.40	4.15	4.75	4.43	4.39	±0.09
		4.05	4.70	4.60	4.45		
		4.15	4.30	4.40	4.28		
	130	5.55	5.80	3.90	5.08	5.01	±0.17
		4.95	5.20	4.30	4.82		
		5.40	5.50	4.50	5.13		






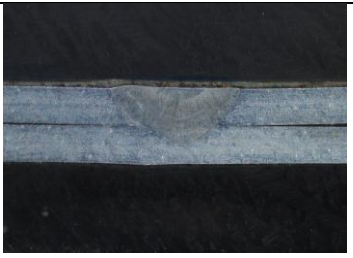



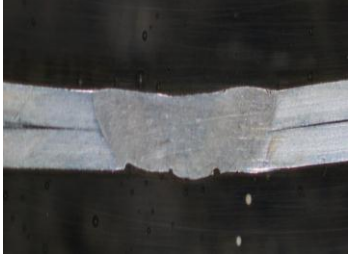
Gambar 4.5 Grafik perbandingan ukuran diameter *nugget* tiap variasi kuat arus pengelasan STW

Pada Tabel 4.1 menunjukkan ukuran diameter *nugget* pada setiap variasi arus pengelasan dan Gambar 4.5 menunjukkan hubungan antara kuat arus pengelasan terhadap diameter *nugget*, dimana setiap variasi arus memiliki ukuran diameter *nugget* yang berbeda-beda. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan arus pengelasan berbanding lurus dengan ukuran diameter *nugget* yang dihasilkan, sesuai dengan pernyataan Hayat, (2011) bahwa kenaikan kuat arus berpotensi akan menyebabkan kenaikan masukan panas, kenaikan kuat arus akan diiringi dengan peningkatan diameter *nugget* las. Pada variasi waktu pengelasan 3 detik diameter *nugget* terkecil terdapat pada arus 100 A dengan besar diameter 3,41 mm dan diameter *nugget* terbesar terdapat pada arus 130 A dengan besar diameter 4,26 mm. Hal yang sama juga terjadi pada variasi waktu pengelasan 4 detik dimana diameter *nugget* terkecil terdapat pada arus 100 A dengan besar diameter 3,43 mm dan diameter *nugget* terbesar terdapat pada arus 130 A dengan besar diameter 5,01 mm.

## 4.2 Pengujian Struktur Makro dan Mikro

### 4.2.1 Pengamatan Struktur Makro

Pengujian struktur makro bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan kuat arus terhadap perubahan fasa yang terjadi terutama pada bagian *Heat Affected Zone (HAZ)* dan *weld metal*.

Nugget		Waktu Pengelasan	
		3 Detik	4 Detik
Arus Pengelasan (A)	100 A		
	110 A		
	120 A		
	130 A		

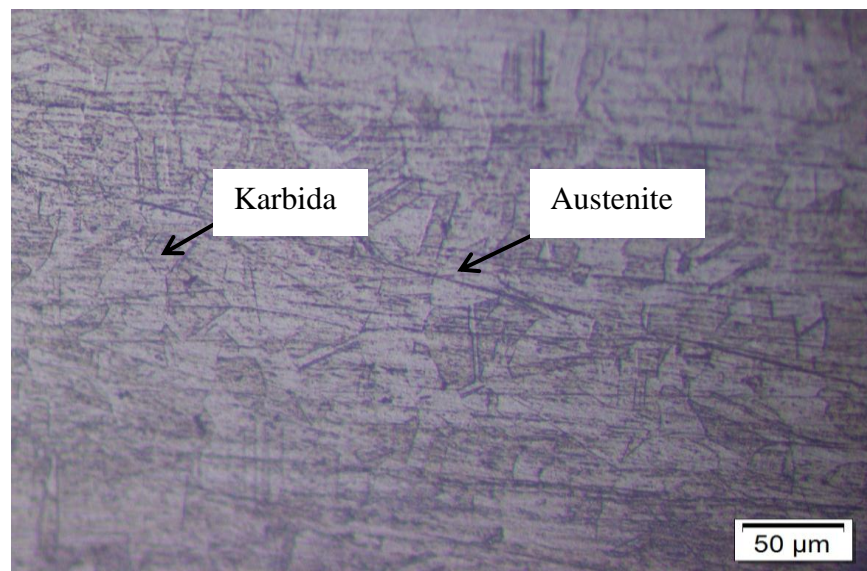
Gambar 4.6 Gambar Struktur makro pengelasan *spot TIG welding stainless steel 304*

Pada Gambar 4.6 menunjukkan hasil foto makro dari setiap variasi arus 100 A, 110 A, 120 A, 130 A dengan variasi lama waktu pengelasan 3 dan 4 detik. Berdasarkan hasil foto struktur makro di atas terdapat perbedaan luasan *nugget* dan penetrasi pada setiap variasi arus. Pada variasi waktu pengelasan 3 detik penetrasi paling rendah terjadi pada arus 100 A dan penetrasi paling dalam terjadi pada arus 130 A, begitupula yang terjadi pada variasi waktu pengelasan 4 detik penetrasi paling rendah terdapat pada arus 100 A dan penetrasi yang paling bagus terdapat pada arus 130 A. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan arus berbanding lurus dengan luasan area lasan dan penetrasi yang dihasilkan.

#### 4.2.2 Pengamatan Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengamati perubahan struktur material yang terjadi setelah dilakukan proses pengelasan. Daerah yang akan diamati meliputi *base metal*, daerah HAZ, dan daerah *weld metal*.

##### a. *Base Metal*



Gambar 4.7 Foto mikro daerah *base metal*

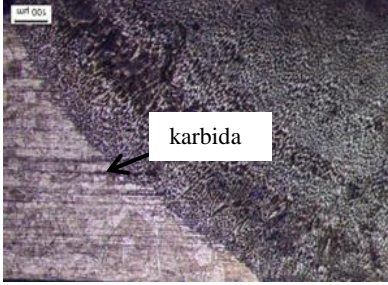
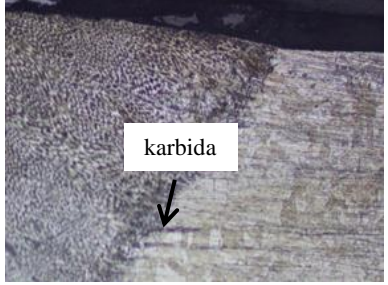
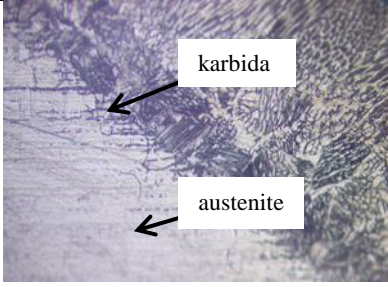
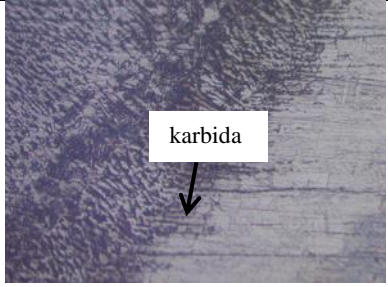

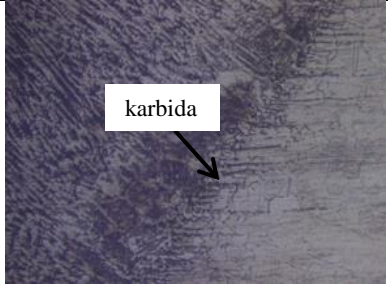

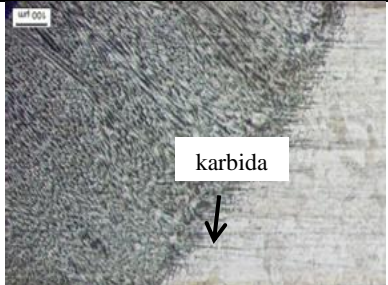


Berdasarkan Gambar 4.7 menunjukkan struktur mikro yang terjadi pada logam induk *stainless steel 304*, dengan hasil pengamatan menunjukkan fasa yang tampak jelas yaitu austenite (warna putih) dan karbida Cr (krom) dengan butiran halus (bintik-bintik hitam). Daerah *base metal* merupakan daerah yang tidak terjadi perubahan struktur pada daerah tersebut karena bagian tersebut yang tidak terpengaruh oleh proses panas pada pengelasan (Wiryosumarto dan Okumura, 2008)

Pengamatan struktur mikro pada daerah HAZ untuk variasi waktu 3 detik dan 4 detik ditunjukkan pada Gambar 4.8 sampai dengan 4.9. Gambar tersebut menjelaskan bagian-bagian dari daerah HAZ pada setiap variasi arus pengelasan, sehingga dapat teramati dengan jelas batas-batas pada daerah yang terkena pengaruh panas maupun tidak terpengaruh.

b. *Heat Affected Zone (HAZ)*

1. Variasi waktu pengelasan 3 detik

Variasi kuat arus	HAZ kiri	HAZ kanan
100 A	 <p>karbida</p>	 <p>karbida</p>
110 A	 <p>karbida</p> <p>austenite</p>	 <p>karbida</p>
120 A	 <p>karbida</p> <p>austenite</p>	 <p>karbida</p>
130 A	 <p>austenite</p>	 <p>karbida</p>

Gambar 4.8 Hasil foto mikro pada daerah HAZ dengan waktu pengelasan 3 detik

2. Variasi waktu pengelasan 4 detik

Variasi kuat arus	HAZ kiri	HAZ kanan
100 A	<p>Karbida Austenit</p>	<p>Austenite</p>
110 A	<p>Karbida</p>	<p>Karbida Austenite</p>
120 A	<p>Karbid Austenite</p>	<p>Austenite</p>
130 A	<p>austenite karbida</p>	<p>austenite</p>

Gambar 4.9 Hasil foto mikro pada daerah HAZ dengan waktu pengelasan 4 detik

Daerah HAZ dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan 4.9 dimana daerah tersebut adalah daerah yang terkena pengaruh panas akibat pengelasan, sehingga pada daerah ini mengalami rekristalisasi pada kisaran suhu 500-550 °C dan kemudian berakhir pada temperatur cair pada logam (Folkhard, 1988). Pengaruh kuat arus pada pengelasan *spot TIG welding* pada material *stainless steel* 304 menunjukkan bahwa masukan panas mengakibatkan perubahan ukuran butir karena daerah HAZ ini mengalami siklus termal pengelasan dimana semakin besar masukan panas yang diberikan maka akan menyebabkan luasan HAZ menjadi lebih besar dan merubah struktur mikro menjadi butir-butir yang kasar (Firmansyah dkk, 2016).

Berdasarkan pengamatan uji mikro pada daerah HAZ terdapat unsur yang sama dengan *base metal* yaitu austenite dan karbida crom yang mengendap akibat panas dari pengelasan. Adanya endapan karbida krom ini mampu menahan gerakan dislokasi ketika material menerima beban dari luar, sehingga mampu menaikkan nilai kekerasan secara signifikan (Duniawan dan Ilman, 2012).

c. *Weld metal*

Varuasi kuat arus	3 detik	4 detik
100 A		
110 A		
120 A		
130 A		

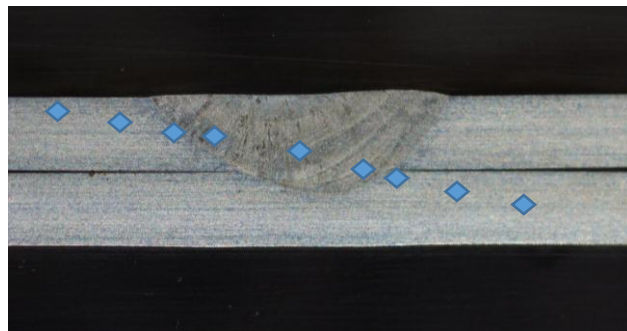
Gambar 4.10 *Weld Metal*

Pada Gambar 4.10 menunjukkan struktur mikro pada bagian *weld metal*. *Weld metal* merupakan daerah yang terkena panas secara langsung dari proses pengelasan sehingga akan terjadi perubahan struktur mikro pada daerah tersebut. Pada *weld metal* dijumpai fasa yang sama pada *base metal* yaitu austenite. Struktur mikro yang terbentuk pada *weld metal* diantaranya yaitu austenite, dendrit, ferrit acicular, dan austenite widmanstatten.

Ferrit *accicular* berbentuk intragranular dengan ukuran yang kecil dan mempuntai orientasi arah acak. berfungsi sebagai *interlocking structure* yang dapat menghambat laju perambatan retak..(Fachrudin, 2016)

### 4.3 Uji Kekerasan (*Vickers*)

Pengujian kekerasan ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan pada material logam seperti daerah *base metal*, HAZ dan *weld metal*. Pada pengujian kekerasan ini pembebanan yang digunakan sebesar 200 gf dan lama waktu penekanan yaitu 5 detik, sedangkan untuk titik yang akan diuji yaitu sebanyak 9 buah titik yang dapat dilihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.11 Skema penentuan titik uji kekerasan

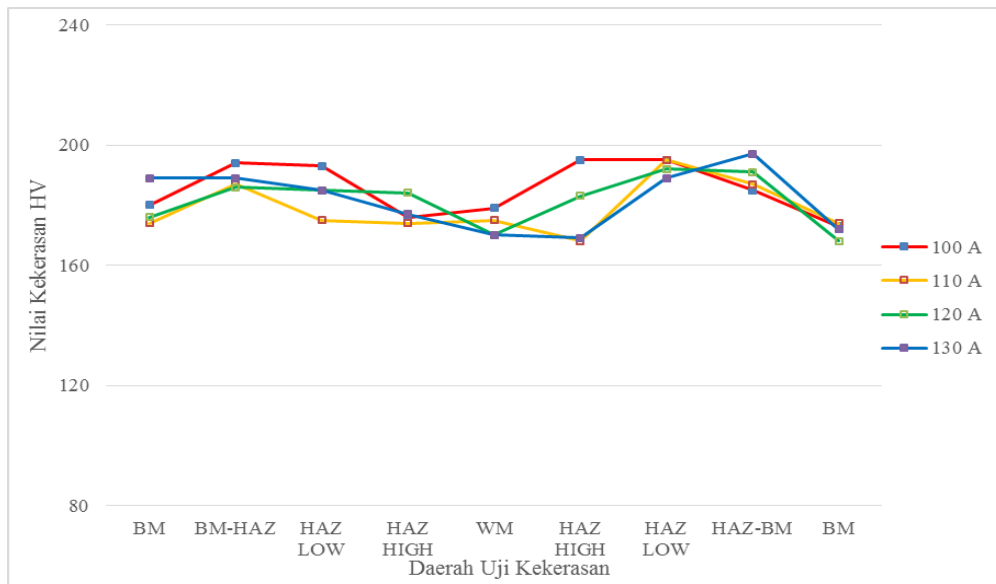
Pada pengujian kekerasan ini bagian-bagian yang akan di uji meliputi *base metal* atas, batas *base metal*-HAZ Low, HAZ Low atas, HAZ High atas, *weld metal*, HAZ High bawah, HAZ Low bawah, batas HAZ low-*base metal*, dan *base metal* bawah.

Tabel 4.2 Hasil uji kekerasan STW material *stainless steel 304*

Waktu (detik)	Arus (A)	BM	BM-HAZ	HAZ LOW	HAZ HIGH	WM	HAZ HIGH	HAZ LOW	HAZ-BM	BM
3	100	180	194	193	176	179	195	195	185	173
	110	174	187	175	174	175	168	195	187	174
	120	176	186	185	184	170	183	192	191	168
	130	189	189	185	177	170	169	189	197	172
4	100	166	180	197	167	177	181	202	200	171
	110	177	192	198	190	169	165	190	174	159
	120	180	185	169	173	172	178	180	197	160
	130	175	189	189	180	175	188	187	198	170

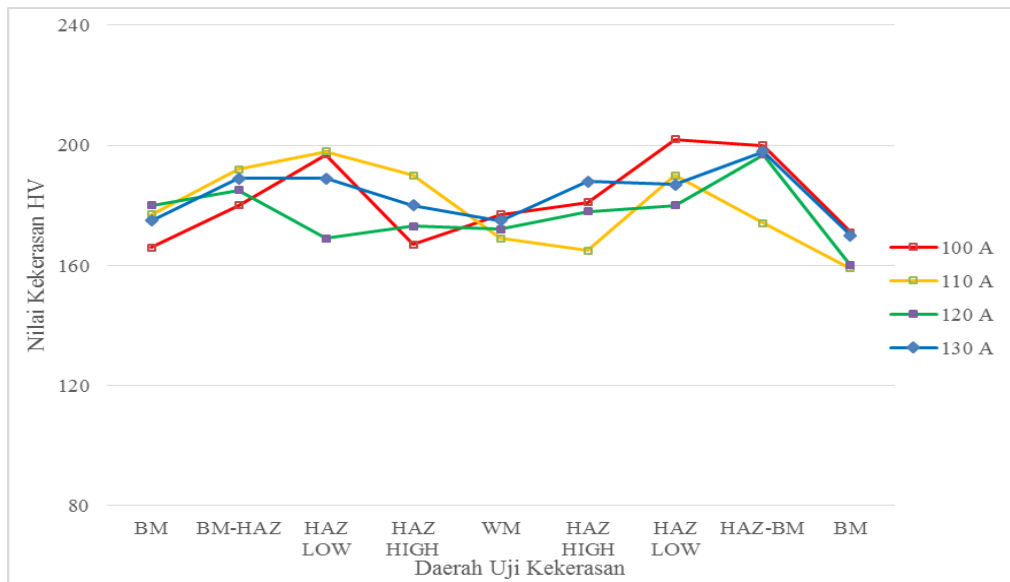
Berdasarkan tabel 4.2 menunjukkan hasil nilai kekerasan pada variasi arus pengelasan 100 A, 110 A, 120 A, dan 130 A serta dengan lama waktu penelasan 3 dan 4 detik. Nilai kekerasan akan meningkat dari logam induk ke daerah yang terpengaruh oleh panas yaitu daerah HAZ, dan daerah *weld metal*. Kenaikan nilai kekerasan tersebut terjadi akibat perubahan struktur mikro yang terjadi karena terpengaruh oleh panas dari proses pengelasan.

a. Variasi waktu 3 detik



Gambar 4.12 Hubungan nilai kekerasan terhadap kuat arus pada pengelasan variasi waktu 3 detik

b. Variasi waktu 4 detik



Gambar 4.13 Hubungan nilai kekerasan terhadap kuat arus pada pengelasan variasi waktu 4 detik



Pada Gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan grafik nilai kekerasan pada bagian-bagian yang diuji terhadap kuat arus dan waktu pengelasan. Pada daerah *base metal* tidak terdapat banyak perubahan antara variasi waktu pengelasan 3 dan 4 detik, karena pada dasarnya daerah *base metal* merupakan bagian yang tidak terpengaruh oleh panas sehingga tidak terjadi perubahan nilai kekerasan pada daerah tersebut.

Pada daerah HAZ (*heat affected zone*) mengalami kenaikan nilai kekerasan yang signifikan dibandingkan daerah *base metal*. Hal ini dikarenakan pada saat proses pengelasan terjadi fenomena sensititasi dimana kandungan karbon pada material *stainless steel* 304 akan mengendap pada daerah HAZ ketika proses pengelasan. Adanya endapan karbida krom ini mampu menahan gerakan dislokasi ketika material menerima beban dari luar, sehingga mampu menaikkan nilai kekerasan secara signifikan (Duniawan dan Ilman, 2012).

Nilai kekerasan yang didapat dari hasil pengujian, *weld metal* masih lebih rendah dibandingkan pada daerah HAZ. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Jia dkk (2018) bahwa daerah HAZ yang dekat dengan *weld metal* bisa lebih tinggi dibandingkan daerah *weld metal*. Hal ini dikarenakan endapan karbon yang terjadi lebih dominan ke arah daerah HAZ dibandingkan pada daerah *weld metal* karena pada daerah *weld metal* mendapat panas yang sangat tinggi sehingga karbon akan lebih dominan mengendap ke arah HAZ.

Pada hasil pengujian kekerasan pada material *stainless steel* dapat kita lihat bahwa setiap variasi arus pengelasan memiliki kekerasan yang berbeda-beda. Peningkatan arus pengelasan tidak berkontribusi pada nilai kekerasan, selain itu peningkatan diameter nugget juga tidak berpengaruh pada nilai kekerasan (Shamsul, 2007)

## 4.4 Pengujian Tarik-Geser

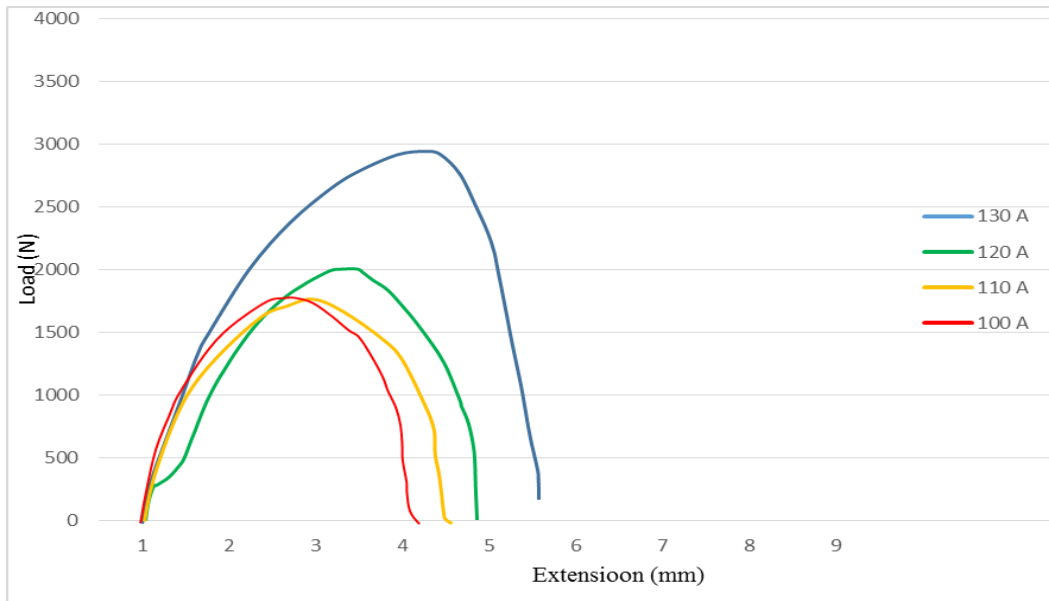
### 4.4.1 Tensile Load Bearing Capacity (TLBC)

Pengujian tarik-geser ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kekuatan sambungan lasan terhadap gaya tarik, terutama pada *tensile load bearing capacity* (TLBC) atau kapasitas beban yang dapat diterima pada sambungan lasan. Pada Tabel 4.3 menunjukkan nilai kapasitas beban tarik pada setiap variasi arus dan waktu pengelasan serta jenis kegagalan yang terjadi.

Tabel 4.3 Nilai kapasitas beban tarik-geser pada setiap variasi arus

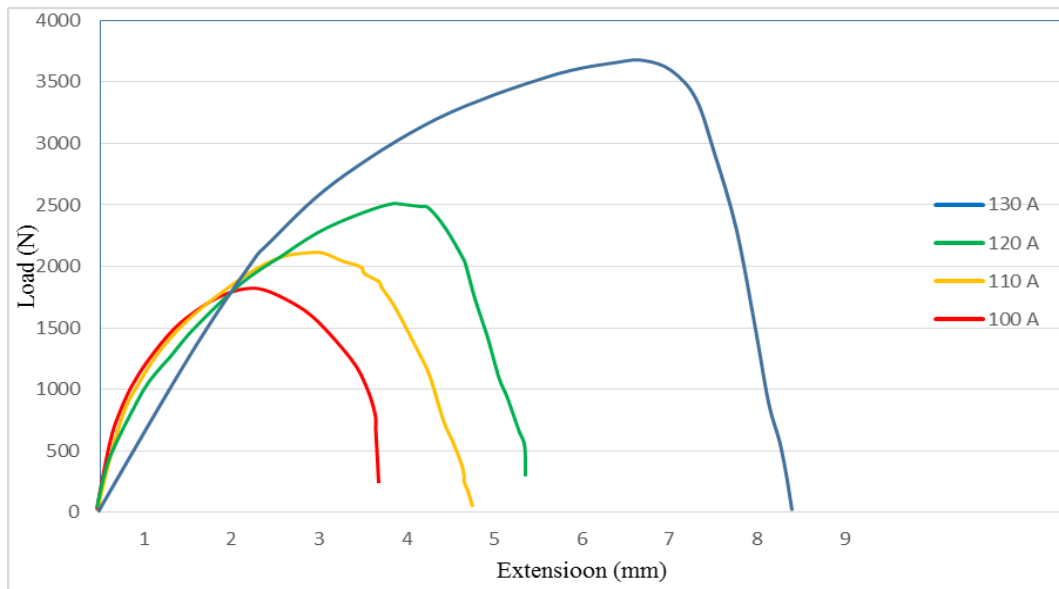
Waktu (detik)	Arus (A)	Kapasitas Beban Tarik (N)	Rata-rata (N)	STDV	Kegagalan
3 detik	100	1687.64	1785.19	±121.72	Interface
		1746.35			Interface
		1921.59			Interface
	110	2067.42	1793.43	±253.05	Interface
		1744.35			Interface
		1568.51			Interface
	120	2002.68	2021.86	±24.84	Interface
		2049.92			Interface
		2012.99			Interface
	130	3065.52	2857.91	±240.47	Interface
		2913.79			Interface
		2594.42			Interface
4 detik	100	1602.02	1852.29	±306.45	Interface
		2194.07			Interface
		1760.79			Interface
	110	2157.92	2230.02	±173.31	Interface
		2427.74			Interface
		2104.40			Interface
	120	2456.38	2570.06	±208.76	Interface
		2442.82			Interface
		2810.99			Interface
	130	2651.32	3380.87	±642.59	Interface
		3628.46			Interface
		3862.84			Pull out

a. Variasi waktu 3 detik



Gambar 4.14 Grafik Perbandingan nilai pembebanan maksimum dan pertambahan panjang pada variasi waktu 3 detik.

b. Variasi waktu 4 detik



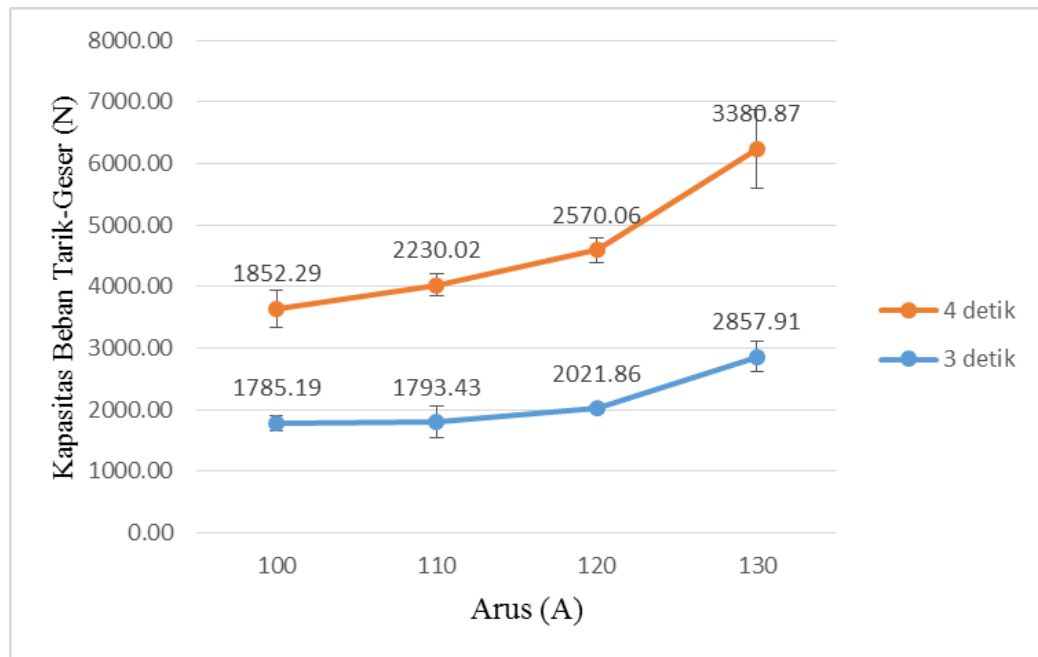
Pada Gambar 4.15 Grafik Perbandingan nilai pembebanan maksimum dan pertambahan panjang pada variasi waktu 4 detik..

Pada Gambar 4.14 dan 4.15 menunjukkan grafik perbandingan nilai pembebanan maksimum dan pertambahan panjang pada variasi waktu pengelasan 3 dan 4 detik. Dari grafik di atas dapat kita lihat bahwa terjadi perubahan dari deformasi elastis menjadi deformasi plastis pada setiap variasi arus dan lama waktu pengelasan dan beban maksimum yang dicapai oleh masing-masing sambungan pada setiap arus berbeda-beda.

Peningkatan arus dan waktu pengelasan 3 dan 4 detik berpengaruh pada nilai kapasitas beban tarik yang di terima pada masing-masing arus pengelasan. Seperti pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Faozi, 2015) menjelaskan bahwa penggunaan variasi arus dapat mempengaruhi nilai kapasitas beban tarik (TLBC) yang diterima dimana kenaikan arus pada proses pengelasan akan meningkatkan nilai kekuatan beban tarik yang diterima.

Peningkatan arus dan lama waktu pengelasan berpengaruh terhadap pertambahan regangan yang diterima oleh masing-masing sambungan. Dapat kita lihat bahwa variasi waktu pengelasan 4 detik memiliki nilai regangan yang lebih besar dibandingkan nilai regangan pada variasi waktu 3 detik.

Kenaikan arus dan lama waktu pengelasan berpengaruh pada diameter nugget yang dihasilkan. Seiring dengan meningkatnya arus pengelasan maka diameter yang dihasilkan akan semakin besar, hal ini akan berpengaruh pada kekuatan geser yang dihasilkan. Semakin besar luasan nugget yang dihasilkan maka kekuatan geser yang diterima oleh sambungan akan semakin kecil.



Gambar 4.16 Grafik perbandingan kapasitas beban tarik-geser terhadap variasi arus pengelasan

Gambar 4.16 menunjukkan grafik hubungan antara kapasitas beban tarik-geser dengan variasi arus yang digunakan pada proses pengelasan *spot TIG welding*. Secara umum nilai TLBC meningkat seiring dengan peningkatan arus yang digunakan, dan berbanding lurus dengan diameter *nugget* yang didapat dimana semakin besar diameter *nugget* semakin tinggi arus yang digunakan dan TLBC yang didapat akan semakin tinggi juga. Nilai TLBC tertinggi terdapat pada arus 130 A dengan waktu pengelasan selama 4 detik, hal ini terjadi sesuai dengan masukan panas yang diterima dimana semakin tinggi arus pengelasan yang digunakan maka masukan panas (*heat input*) yang terjadi pada logam las akan semakin besar, sehingga logam pada benda kerja akan semakin lunak dan proses penyatuan kedua logam akan semakin kuat. Selain arus, waktu pengelasan juga sangat berpengaruh dalam kenaikan nilai TLBC karena waktu pengelasan menjadi faktor yang memperbesar nilai panas yang masuk pada daerah logam las setelah pengaruh dari arus listrik.

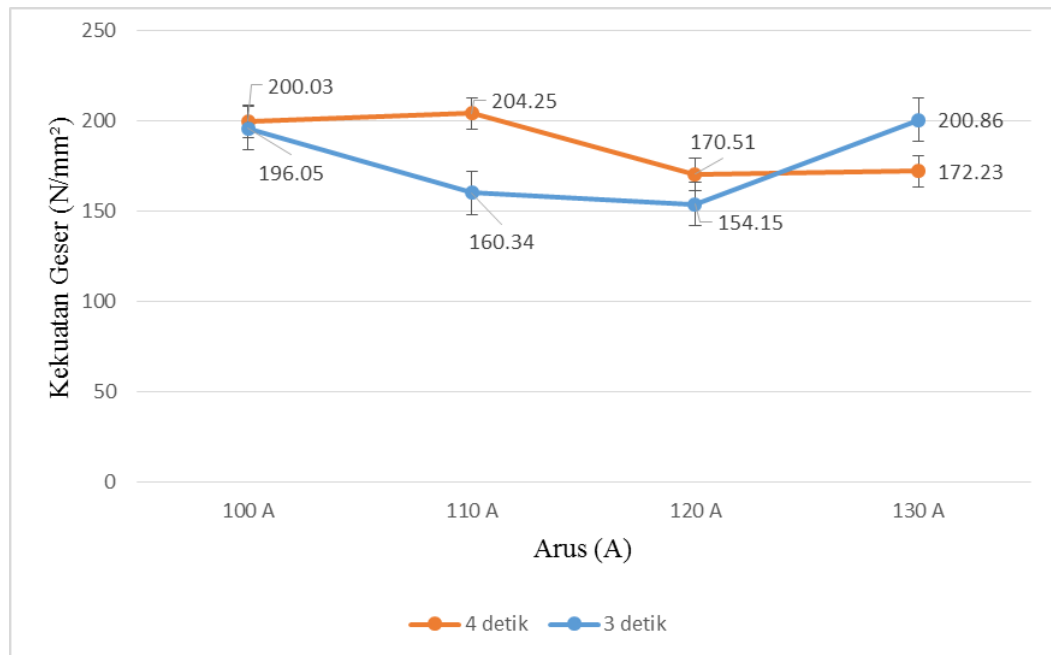
#### 4.4.2 Kekuatan Geser

Kekuatan geser merupakan kemampuan suatu material menerima tegangan tanpa menyebabkan material menjadi patah. Luasan diameter nugget pada proses pengelasan akan mempengaruhi kekuatan geser yang dihasilkan, dimana kapasitas beban tarik yang diterima oleh sambungan las akan dibagi dengan luasan nugget yang dihasilkan. Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengukuran diameter nugget dan tegangan geser.

Tabel 4.4 Luasan *nugget*, beban dan kekuatan tarik-geser tiap variasi

Waktu (detik)	Arus (A)	Luasan nugget (mm <sup>2</sup> )	Beban (N)	Kekuatan geser (N/mm <sup>2</sup> )
3	100	9,16	1785,19	196,05
	110	11,15	1793,43	160,34
	120	13,42	2021,86	154,15
	130	14,30	2857,91	200,86
4	100	9,24	1852,29	200,03
	110	10,96	2230,02	204,25
	120	15,13	2570,06	170,51
	130	19,73	3380,87	172.23

Dari tabel 4.4 dapat dilihat hasil pengukuran diameter *nugget* pada setiap variasi arus dan lama waktu pengelasan, dimana ukuran diameter *nugget* akan semakin membesar seiring dengan peningkatan arus dan lama waktu pengelasan. Semakin besar ukuran diameter *nugget* yang dihasilkan maka kekuatan geser yang diperoleh akan semakin kecil, hal ini disebabkan karena kekuatan geser merupakan hasil dari gaya per satuan luas maka gaya atau beban tarik yang diperoleh akan dibagi dengan luasan diameter *nugget* sehingga akan didapatkan kekuatan geser.



Gambar 4.17 Grafik perbandingan kekuatan geser terhadap luasan *nugget*




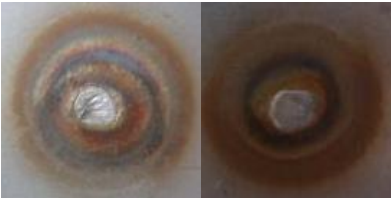

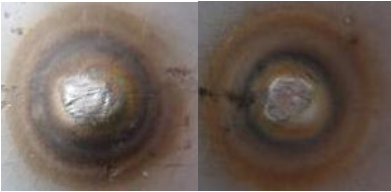


Pada Gambar 4.17 menunjukkan grafik perbandingan kekuatan geser terhadap luasan *nugget*, dimana penurunan kekuatan geser pada pengelasan *spot TIG welding* pada material *stainless steel 304* dipengaruhi oleh luasan *nugget* yang diperoleh. Luasan *nugget* berpengaruh dalam menentukan kekuatan geser, sebab pembebanan yang diterima pada pengujian tarik akan dibagi luas *nugget* yang diperoleh.

Dengan demikian semakin besar luasan *nugget* yang didapat maka akan semakin kecil nilai kekuatan geser yang diperoleh, akan tetapi kenaikan nilai kekuatan geser dapat dipengaruhi oleh kecilnya selisih diameter *nugget* yang dihasilkan. Pada arus 130 A dengan waktu pengelasan 3 detik nilai kekuatan geser yang diperoleh sangat tinggi, hal ini dipengaruhi oleh selisih diameter *nugget* yang tidak terlalu jauh dari arus 120 A dan besarnya kapasitas beban tarik yang dihasilkan mengakibatkan kekuatan geser yang diperoleh akan semakin naik.

Jenis kegagalan pada pengujian tarik-geser umumnya ada 2 mode kegagalan yaitu *interface failure* dan *pullout failure*. Pada pengelasan *spot TIG welding* dengan material *stainless steel 304* hasil kegagalan yang didapat adalah *interface failure* dan *pullout failure* dimana lebih didominasi dengan kegagalan *interface failure* karena penetrasi yang dihasilkan pada proses pengelasan kurang dalam sehingga ketika dilakukan pengujian tarik didominasi dengan kegagalan *interface failure*. Kegagalan ini terjadi pada arus 100 A, 110 A, 120 A dan 130 A pada waktu pengelasan 3 detik dan pada arus 100 A, 110 A, dan 120 A pada waktu pengelasan 4 detik.

Jenis kegagalan *pullout failure* terjadi pada arus 130 A dengan waktu pengelasan 4 detik, hal ini disebabkan karena penetrasi pada arus 130 A dengan waktu pengelasan 4 detik sangat dalam sehingga pada saat dilakukan pengujian tarik jenis salah satu bagian dari sambungan las akan terangkat atau sobek. Akan tetapi jenis kegagalan *pullout failure* ini hanya terjadi pada 1 specimen dari total 3 spesimen yang dilakukan pengujian tarik, hal ini dikarenakan kurang dalamnya penetrasi pada sambungan las yang disebabkan oleh *human error* pada saat proses pengelasan. Kegagalan sambungan las ditunjukkan pada gambar 4.18



Arus (A)	Waktu pengelasan (detik)	
	3 detik	4 detik
100 A		
110 A		
120 A		
130 A		

Gambar 4.18 Kegagalan uji tarik pada seriap variasi arus dan waktu