

PENGARUH VARIASI TEKANAN PADA PENGELASAN RESISTANCE SEAM WELDING TERHADAP SIFAT MATERIAL SPCD

Praviandy Gustandika S.T.* Dr. Eng. Asep Ridwan Setiawan, S.T., M.Sc.* Amelia rahmatika, S.Si., M.T.*

Kota Deltamas Lot-A1 CBD, Jl. Ganesha Boulevard, Pasirranji, Kec. Cikarang Pusat, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat
17530

E-mail : gustandika.praviandy300@gmail.com

Abstrak - *Resistance seam welding* (RSEW) menggunakan elektroda berbentuk roda dengan tekanan terhadap material. Fakta yang terjadi di lapangan tekanan elektroda pada proses pengelasan *resistance seam welding* mempengaruhi hasil *weld metal* yang terbentuk. Dalam penelitian ini, dilakukan pengelasan *resistance seam welding* dengan variasi tekanan terhadap hasil weld metal dan sifat material SPCD. Hasil pengujian makro pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa weld metal terbentuk sebesar 2.4 mm, sedangkan pada pengelasan dengan variasi tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa weld metal tidak terbentuk. Struktur mikro pada hasil pengelasan RSEW dengan variasi tekanan terdapat fasa ferrite dan pearlite. Distribusi kekerasan pada spesimen pada daerah *weld metal* pada variasi tekanan 0.2 MPa memiliki kekerasan tertinggi dengan rata rata 157.47 HVN melebihi kekerasan dari base material yaitu 91.5 HVN. Pada daerah HAZ distribusi kekerasan menurun yaitu 115.96 HVN. Nilai kuat tarik pada hasil pengelasan dengan variasi tekanan tertinggi terdapat pada variasi tekanan 0.2 MPa dengan nilai 294 MPa dan nilai kekuatan tarik terendah pada variasi tekanan 0.4 MPa yaitu 142 MPa.

Kata kunci: RSEW, SPCD, *Weld metal*, Struktur makro, Struktur mikro, Kekerasan, Uji tarik.

I. PENDAHULUAN

Resistance seam welding adalah pengelasan dengan elektroda berbentuk roda yang berputar sehingga menghasilkan las yang panjang, sepanjang sambungan pada benda kerja. Jenis sambungan yang digunakan pada proses RSEW adalah lap joint. *Resistance welding* banyak digunakan pada industri otomotif untuk menyambungkan plat baja karbon tipis.

Pada proses produksi fuel tank, penyambungan baja harus sangat diperhatikan untuk menghindari kebocoran. Oleh karena itu, pada proses pengelasan parameter seperti, arus, tegangan, tekanan dan kecepatan pengelasan harus diperhatikan.

Pada penelitian ini pengaruh variasi tekanan pada pengelasan *resistance seam welding* terhadap sifat material SPCD akan menentukan tekanan yang dapat digunakan dengan optimal pada proses produksi fuel tank dan pengaruh terhadap perubahan sifat mekanik pengelasan dengan tekanan yang berbeda

II. METODE PENGUJIAN

Prosedur pengelasan pada penelitian ini yaitu preparasi spesimen las dan proses pengelasan *resistance seam welding* di *welding area*. Variasi parameter las yang digunakan adalah variasi tekanan elektroda sebesar 0.2 MPa, 0.3 MPa dan 0.4 MPa. Variasi tekanan yang digunakan berdasarkan penelitian di

welding area sebelumnya. Arus yang di gunakan pada penelitian ini sebesar 11.000 A dengan travel speed 4 m/m. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa. Material yang digunakan yaitu baja SPCD dengan ketebelan 0.8 mm.

A. Pengujian makro dan mikro

Pengujian makro dan mikro dilakukan dengan memotong spesimen yang sudah di lakukan pengelasan dan dilakukan *mounting* dengan mesin resin *mecapress*. Pengamplasan dengan *grid* 60, 80, 120, 240, 400, 800, 1200, 2500 dan 4000. Setelah dilakukan pengamplasan dilakukan pemolesan menggunakan kain beludru yang diberi *diamond suspension*. Etsa yang digunakan yaitu *nital*. Pengujian dilanjutkan dengan menggunakan mikroskop HIROX dengan perbesaran 200x untuk makro dan 1000x untuk mikro kemudian dilanjutkan dengan pengujian kekerasan

B. Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan macro vickers dilakukan dengan beban yang diberikan sebesar 300 gf. Pada pengujian kekerasan macrovickers pada spesimen tekanan 0.2 Mpa

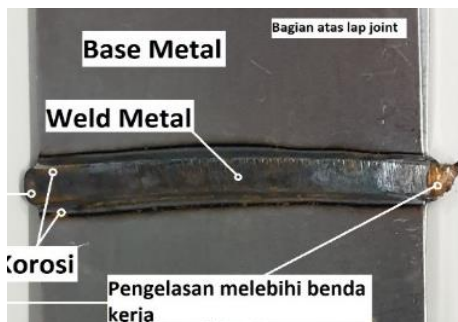
dilakukan sebanyak 8 titik pengujian sedangkan pada spesimen tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa dilakukan sebanyak 5 titik pengujian. Pengujian tarik

Pengujian tarik (*tensile test*) dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tarik baja SPCD dengan variasi tekanan. Pengujian tarik dilakukan dengan menjepit 2 bagian spesimen pada *grip* mesin pengujian tarik. Spesimen ditarik dengan kecepatan 40 mm/menit, hingga terjadi kegagalan pada spesimen.

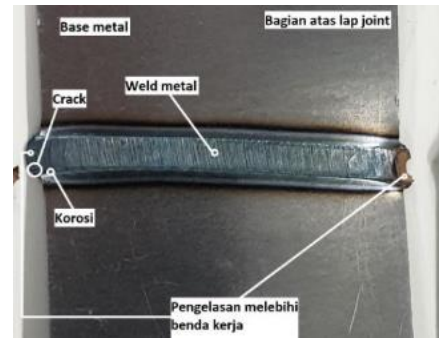
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh tekanan terhadap visual hasil pengelasan

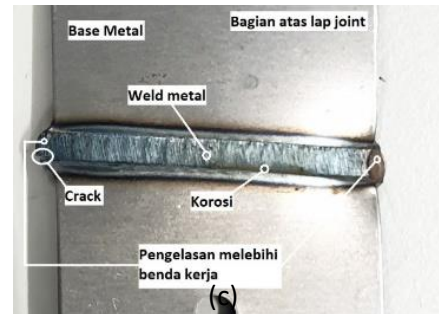
Pengamatan berdasarkan hasil pengelasan resistance seam welding pada plat baja SPCD yang dilakukan dengan variasi tekanan yang berbeda. Pada pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa terdapat cacat permukaan yang terjadi yaitu korosi pada hasil pengelasan hal ini disebabkan oleh kontak hasil pengelasan dengan media pendingin yang digunakan sehingga memicu korosi terjadi pada hasil pengelasan. Pada awal dan akhir pengelasan terjadi lasan berlebih yang diakibatkan tekanan yang diberikan oleh elektroda. Warna pada pengelasan dengan tekanan 0.3 MPa memiliki warna lebih biru dibandingkan dengan pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa. Pada hasil pengelasan 0.3 MPa terdapat cacat yaitu korosi yang disebabkan oleh media pendingin yang digunakan namun jumlah area yang terkorosi pada 0.3 MPa lebih sedikit dibandingkan dengan hasil pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa. Pada hasil pengelasan 0.4 MPa terdapat beberapa cacat yaitu korosi dan crack. Crack yang terjadi pada hasil pengelasan diakibatkan oleh daya tekan yang berlebih oleh elektroda dan akan berpotensi terjadi retak yang lebih besar.



(a)



(b)

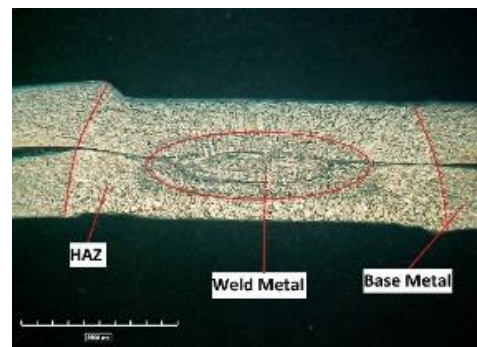


Gambar 1 Visual hasil pengelasan: (a) Tekanan 0.2 MPa (b) Tekanan 0.3 MPa (c) Tekanan 0.4 MPa

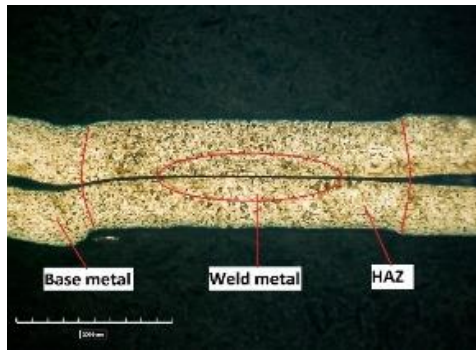
Warna pada hasil pengelasan dengan tekanan 0.4 MPa memiliki kesamaan dengan pengelasan dengan tekanan 0.3 MPa yaitu berwarna kebiruan. Pada gambar 1 hasil pengelasan *resistance seam welding* memiliki hasil pengelasan yang tidak lurus dikarenakan kecepatan pengelasan yang cepat sehingga terjadi *slip* pada saat proses pengelasan.

B. Analisis Makro

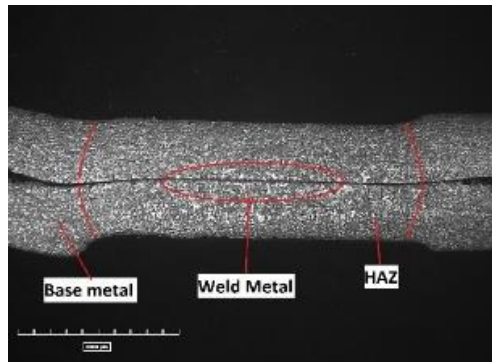
Pengujian makro dan mikro merupakan salah satu pengujian *destructive test* yang bertujuan untuk mengetahui komposisi bahan, distribusi kekerasan, struktur makro, struktur mikro dan kekuatan tarik dari hasil pengelasan.



(a)



(b)



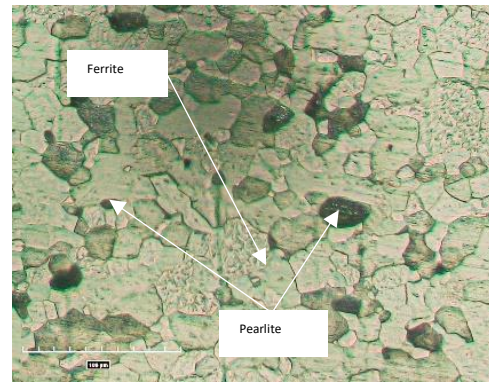
(c)

Gambar 2 Foto makro hasil pengelasan perbesaran x200 : (a) Tekanan 0.2 MPa; (b) Tekanan 0.3 MPa; (c) Tekanan 0.4 MPa

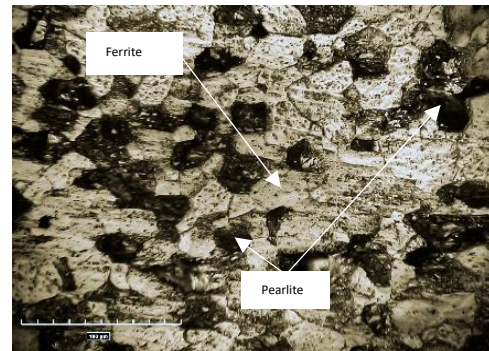
Struktur makro pada pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa tampak jelas batas daerah *base metal*, *HAZ* dan *weld metal*. Sedangkan pada pengelasan dengan tekanan 0.3 MPa dan tekanan 0.4 MPa batas daerah pengelasan tidak terlalu jelas. Dengan meningkatnya tekanan elektroda yang diberikan pada proses pengelasan *resistance seam welding* masukan panas untuk meleburkan logam semakin berkurang sehingga *weld metal* tidak terbentuk.

C. Analisis Mikro

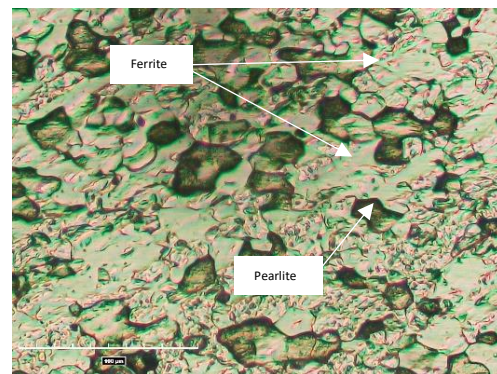
Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada daerah pengelasan yang diakibatkan oleh variasi tekanan yang diberikan. Pada baja karbon rendah pada umumnya akan terbentuk fasa ferrite dan pearlite. Pada struktur mikro, ferrite memiliki fasa berwarna putih sedangkan pearlite memiliki warna hitam kelabu dengan menggunakan aplikasi *image-j* fraksi fasa ferrite yang terbentuk sebesar 65.68% sedangkan fraksi fasa pearlite sebesar 34.32%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa persentase fasa ferrite lebih besar sehingga material pada penelitian ini bersifat tangguh dan ulet.



(a)



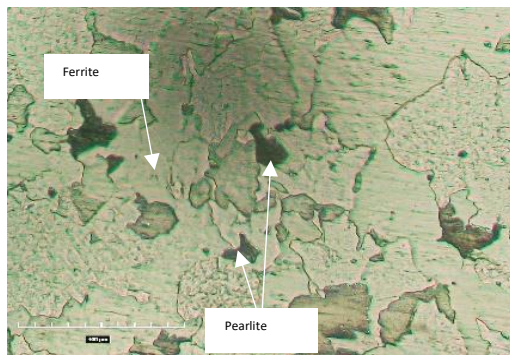
(b)



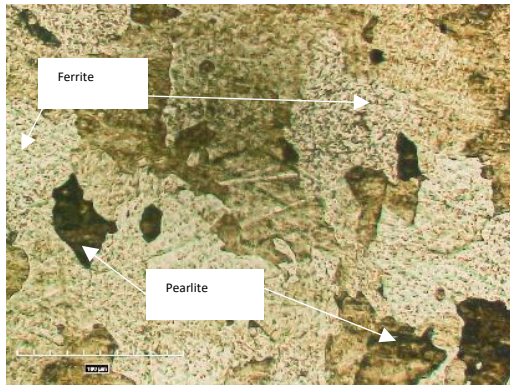
(c)

Gambar 3 Foto mikro *base metal* hasil lasan pada perbesaran 1000x : (a) Tekanan 0.2 MPa; (b) Tekanan 0.3 MPa; (c) Tekanan 0.4 MPa

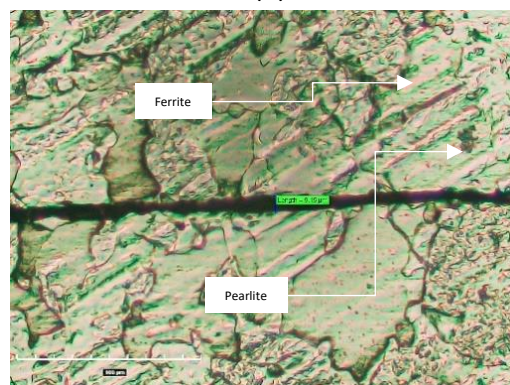
Pada Gambar 3, fasa yang terjadi pada daerah *base metal* yaitu fasa *ferrite* dan *pearlite*. Dibandingkan dengan struktur mikro *weld metal* ukuran butir pada *base metal* sebesar 14.25 um dibandingkan dengan *weld metal* yang terbentuk pada pengelasan tekanan 0.2 MPa dengan ukuran butir sebesar 24.8 um hal ini disebabkan pada daerah *weld metal* mengalami pengaruh panas pada saat proses pengelasan dan mengalami laju pendinginan yang lambat sehingga membentuk ukuran butir yang lebih besar.



(a)



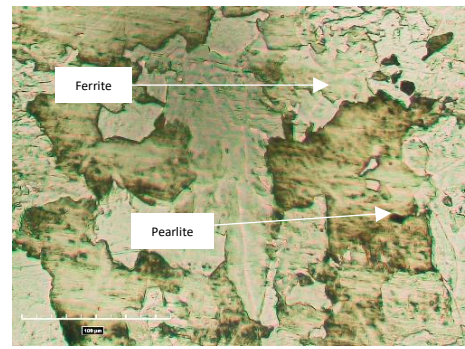
(b)



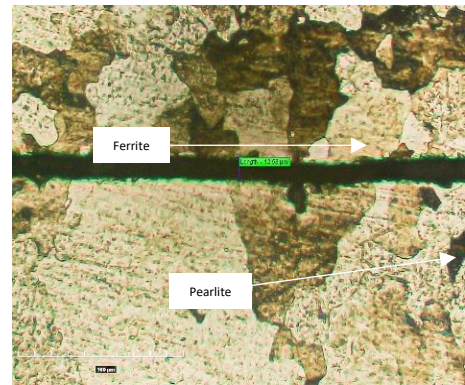
(c)

Gambar 4 Foto mikro HAZ hasil lasan pada perbesaran 1000x : (a) Tekanan 0.2 MPa; (b) Tekanan 0.3 MPa; (c) Tekanan 0.4 MPa

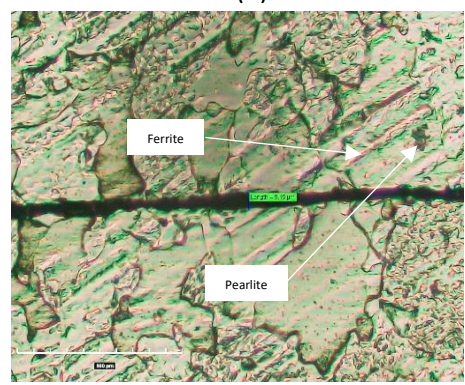
Pada gambar 4 terdapat fasa ferrite dan pearlite yang terbentuk pada daerah pengelasan HAZ. Ukuran butiran pada pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa lebih besar dibandingkan dengan pengelasan dengan tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa. Ukuran butiran pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa sebesar 27.68 um sedangkan ukuran butiran pengelasan dengan tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa sebesar 22.87 um dan 14.9 um ukuran butiran pada daerah HAZ terkecil terdapat pada pengelasan dengan tekanan 0.4 MPa. hal ini disebabkan oleh masukan panas yang terjadi pada proses pengelasan tidak cukup untuk meleburkan logam.



(a)



(b)



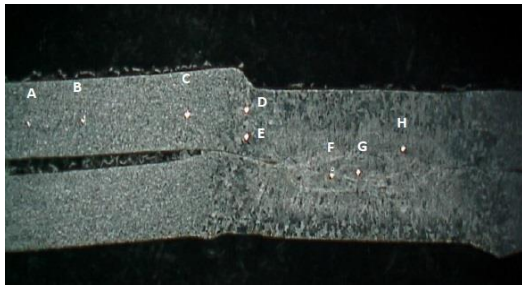
(c)

Gambar 5 Foto mikro *weld metal* hasil pengelasan pada perbesaran 1000x : (a) Tekanan 0.2 MPa (b) Tekanan 0.3 MPa (c) Tekanan 0.4 MPa

Daerah *weld metal* terbentuk pada struktur mikro dengan tekanan 0.2 MPa. *Weld metal* terbentuk karena panas yang dihasilkan mencukupi untuk meleburkan logam sehingga terbentuk *weld metal*. Pengelasan dengan tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa tidak terdapat *weld metal*, hal ini disebabkan panas yang terjadi pada proses pengelasan tidak mencukupi untuk meleburkan logam. Ukuran butiran pada daerah *weld metal* sebesar 24.8 um dibandingkan dengan daerah pengelasan *base metal* dan HAZ ukuran butiran *weld metal* lebih besar dari ukuran butiran pada *base metal* yang rata-rata sebesar 14.25 um namun lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran butiran HAZ dengan rata-rata 21.8 um.

D. Pengaruh tekanan terhadap kekerasan

Pengujian kekerasan *macro vickers* dilakukan untuk mengetahui distribusi kekerasan pada daerah pengelasan yaitu *base metal*, *heat affected zone* dan *weld metal*. Beban yang diberikan pada pengujian kekerasan *macrovickers* yaitu 300 gf. Pada pengujian kekerasan *macrovickers* pada spesimen tekanan 0.2 MPa dilakukan sebanyak 8 titik pengujian, sedangkan pada spesimen tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa dilakukan sebanyak 5 titik pengujian.

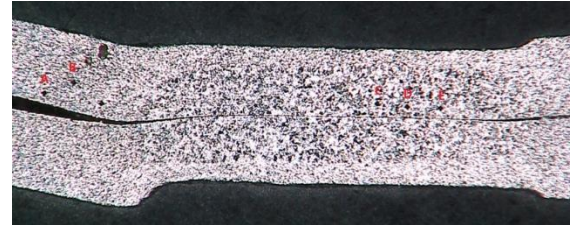


Gambar 6 Lokasi uji kekerasan tekanan 0.2 MPa

Tabel 1 Distribusi nilai kekerasan hasil Pengelasan Tekanan 0.2 MPa

No	Tekanan	Daerah lasan	Posisi Uji titik	Kekerasan (VHN)		
1	0.2	Base Material	a	86.34		
			b	90.56		
			c	98.58		
		Nilai kekerasan rata-rata				91.8266
		HAZ	D	111.89		
			E	120.03		
		Nilai kekerasan rata-rata				115.96
		Weld metal	F	162.99		
			G	164.01		
			H	145.43		
Nilai kekerasan rata-rata				157.4766		

Pada tabel 1 terdapat nilai kekerasan rata-rata pada base metal, HAZ, dan *weld metal* yaitu 91.82 HVN, 115,96 HVN dan 157.47 HVN. *Weld metal* memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dari HAZ dan base metal sehingga *weld metal* memiliki sifat lebih keras dan getas dibandingkan HAZ dan Base metal.

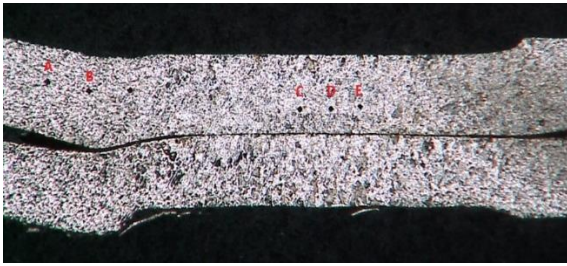


Gambar 7 Lokasi titik uji kekerasan tekanan 0.3 MPa

Tabel 2 Distribusi nilai kekerasan hasil Pengelasan Tekanan 0.3 MPa

No	Tekanan	Daerah lasan	Posisi Uji titik	Kekerasan (VHN)		
1	0.3	Base Material	a	90.98		
			b	92.91		
			Nilai kekerasan rata-rata			
		HAZ	D	113.03		
			E	106.88		
			F	110.18		
		Nilai kekerasan rata-rata				110.03

Pada tabel 2 terdapat nilai kekerasan HVN rata-rata pada base metal dan HAZ yaitu 91.94 HVN dan 110.03 HVN. HAZ memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan base metal sehingga HAZ memiliki sifat lebih keras dan getas dibandingkan base metal.

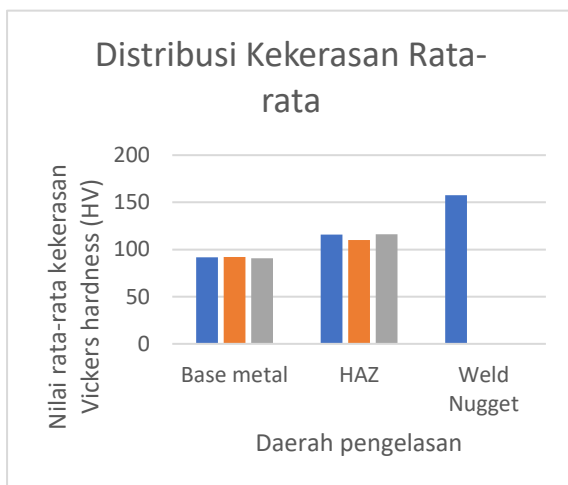


Gambar 8 Lokasi titik uji kekerasan tekanan 0.4

Tabel 3 Distribusi nilai kekerasan hasil Pengelasan Tekanan 0.4 MPa

1	Tekanan	Daerah lasan	Posisi Uji titik	Kekerasan (VHN)	
1	0.4	Base	a	92.48	
		Material	b	89.13	
		Nilai kekerasan rata rata			90.805
		HAZ	D	110.74	
			E	119.06	
			F	119.06	
		Nilai kekerasan rata rata			116.29

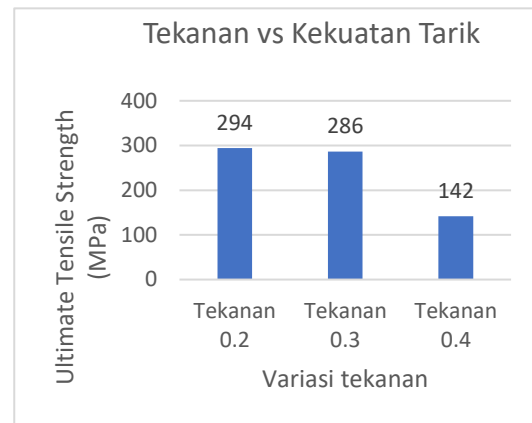
Pada **Tabel 3** terdapat nilai kekerasan rata-rata pada *base metal* dan HAZ yaitu 90,8 HVN dan 116,2 HVN. Nilai kekerasan HAZ lebih tinggi dibandingkan nilai kekerasan base metal sehingga HAZ memiliki sifat keras dan getas dibandingkan dengan *base metal*.



Gambar 9 Perbandingan nilai kekerasan rata-rata hasil pengelasan resistance seam welding dengan variasi tekanan.

Pada gambar 9 menunjukkan perbandingan nilai kekerasan rata-rata hasil pengelasan *resistance seam welding* dengan variasi tekanan pada daerah pengelasan *base metal*, HAZ dan *weld metal*. Nilai kekerasan rata rata pada *base metal* dan HAZ tidak mengalami perubahan yang cukup signifikan pada ketiga variasi tekanan. Namun Nilai kekerasan rata-rata pada *weld metal* hanya bisa diukur pada pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa. Hal ini disebabkan *weld metal* yang terbentuk terdapat pada pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa. Kekerasan pada HAZ dan *weld metal* dapat meningkat diakibatkan oleh pendinginan cepat pada saat proses pengelasan sehingga terbentuk fasa yang bersifat keras *martensite* atau fasa yang bersifat keras lainnya seperti *bainite* atau *pearlite* yang halus.

E. Pengaruh Tekanan terhadap kekuatan tarik



Gambar 10 Perbandingan kekuatan tarik terhadap variasi tekanan

Pengujian tarik untuk *resistance seam welding* menggunakan standar acuan ASTM E8. Perbandingan kekuatan tarik terhadap variasi parameter tekanan. Nilai kekuatan tarik pada tekanan 0.2 MPa memiliki nilai paling besar yaitu 294 MPa. Pada spesimen dengan parameter tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa mengalami penurunan dengan bertambahnya tekanan yang diberikan, spesimen dengan parameter tekanan 0.3 MPa memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 286 MPa dan nilai kekuatan tarik terkecil pada spesimen dengan parameter tekanan 0.4 MPa sebesar 142 MPa. Ukuran dari *weld metal* akan mempengaruhi kekuatan tarik. Semakin besar ukuran *weld metal* yang terbentuk, daya ikat pada sambungan semakin baik. Oleh karena itu, spesimen dengan parameter 0.2 MPa memiliki kekuatan tarik tertinggi dibandingkan dengan pengelasan dengan tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa.

IV. KESIMPULAN

1. Batas daerah *weld metal*, HAZ dan *base metal* terlihat jelas pada pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa. *Weld metal* terbentuk pada pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa sebesar 2.4 mm. *Weld metal* pada pengelasan tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa tidak terbentuk. Struktur mikro pada hasil pengelasan *resistance seam welding* dengan variasi tekanan terdapat fasa *ferrite* dan *pearlite*.
2. Nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa sebesar 294 MPa. Pada pengelasan dengan tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa sebesar 286 MPa dan 142 MPa. Pengelasan dengan tekanan 0.4 MPa memiliki kuat tarik terendah yaitu 142 MPa. Distribusi kekerasan pengelasan dengan tekanan 0.2 MPa memiliki nilai kekerasan *weld metal* tertinggi yaitu 157.6 HVN pada pengelasan dengan tekanan 0.3 MPa dan 0.4 MPa *weld metal* tidak terbentuk.

REFERENSI

1. Amirudin, Mohamad Bagus.2019.Pengaruh Parameter Resistance Seam Welding Pada Sambungan Beda Ketebalan Terhadap Shear Strength, Diameter *Weld metal* Dan Laju Korosi Material DIN 14003.Surabaya: PPNS.
2. Anonim.2003. Resistance Welding Manual. Philadelphia: Resistance Welder Manufacturing.
3. Arumugam, Aravintham Dan Baharuddin, Abdul A.2014. Effect Of Force Control During Spot Welding On Weld Properties. Malaysia: Ijrsp.
4. ASM International.1993. ASM Handbook: Welding, Brazing And Soldering. United State Of America: ASM.
5. AWS C1.1 M.2012.Recommended Practice For Resistance Welding. Miami:AWS
6. AWS.2000. Welding Inspection Handbook. Miami:AWS.
7. AWS.2001. Standard Welding And Definition.United State Of America : American Welding Society.
8. AWS.2016. Standards Methods For Mechanical Testing Of Welds.United States Of American:AWS.
9. Callister, William D Dan Rethwisch, David G.2009. Material Science And Engineering An Introduction.United States Of America: John Wiley & Sons.
10. Chang. B.H Dan Zhou. Y.2003.Numerical Study On The Effect Of Electrode Force In Small Scale Resistance Spot Welding.Canada: Elsevier.
11. Easterling,Kenneth.1992. Introduction To The Physical Metallurgy Of Welding.Great Britain : Butterworth-Heinemann Ltd.
12. ISO 14327. 2004. Resistance Welding – Procedures For Determining The Weldability Lobe For Resistance Spot,Projection And Seam Welding.
13. ISO.2014. Specification And Qualification Of Welding Procedures For Metallic Materials – Welding Procedure Test.UK: BSI Standards.
14. Jenis, Walter.2009. Effect Of Welding *Nugget* Diameter On The Tensile Strength Of The Resistance Spot Welding Joints Of Same Sheets Metal. Malaysia: University Malaysia Pahang.
15. JIS.2005. Cold-Reduced Carbon Steel Sheets And Strips.Tokyo: Japanese Standar Association.
16. Kulkarni, Aditya S.2015. Effect Of Process Parameters On Resistance Welding.India: Jetir.
17. Kurniawan, Anjas Nurcahyo, Suharno Dan Indah Widyastuti.2018.The Effect Of Variations In The Shape Of The Seam On Microstructure, Hardness And Tensile Strength In The Welding Process Of Steel SS400 With SMAW Process.
18. O Brien, Anette Dan Cynthia L. Jenney.2001. Welding Handbook: Volume 1 Ninth Edition.Miami: American Welding Society.
19. O Brien, Anette Dan Cynthia L. Jenney.2001. Welding Handbook: Volume 3 Ninth Edition.Miami: American Welding Society.
20. Ozair,Shaikh Dan Dr. Deshpande NH. 2018. A Study Of Different Parameter Of The Seam Welding Process For Reducing Welding Current.India:IRJET.