

repository.ub.ac.id

PENGARUH VARIASI DIMENSI KERUCUT SATU SISI DAN *BURN-OFF LENGTH* PADA SAMBUNGAN LAS GESEK A6061-ST41 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN POROSITAS

Dimas Bayu Samudro, Yudy Surya Irawan, Rudy Soenoko

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

E-mail: dimasbayusamudro@gmail.com, yudysir@ub.ac.id, rudysoen@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam perkembangan industri manufaktur, manusia mulai mengembangkan penggunaan material yang berbeda jenisnya, salah satunya penggunaan baja dan aluminium. Namun terdapat kendala dalam proses penyambungan dua material yang berbeda. Metode pengelasan gesek adalah cara untuk menggabungkan material yang tidak dapat dilas menggunakan las busur atau gas maupun material berbeda (*dissimilar*). Dalam penelitian ini membahas tentang pengaruh variasi dimensi kerucut satu sisi dan *burn-off length* pada sambungan las gesek A6061 dan ST 41 terhadap kekuatan tarik dan porositas. Dengan variasi tinggi kerucut 0 mm, 1 mm, 2 mm, dan 3 mm serta *burn-off length* 3 mm, 5 mm, 7 mm. setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil yaitu kekuatan tarik tertinggi dan porositas terendah pada variasi *burn-off length* 3 mm dan variasi tinggi kerucut 3 mm, dengan kekuatan tarik sebesar 208.062 MPa dan porositas 0.0101%. Kemudian untuk kekuatan tarik terendah dan porositas pada variasi *burn-off length* 7 mm, dan variasi tinggi kerucut 0 mm, dengan kekuatan tarik 164.390 Mpa dan porositas 0.1023 %. Hal ini disebabkan karena semakin besar tinggi kerucut, logam yang bergesekan akan semakin kecil dan udara dapat dialirkan keluar menyebabkan *heat input* semakin kecil dan daerah HAZ semakin kecil. Kemudian semakin besar *burn-off length* maka kekuatan tarik akan semakin rendah dan porositas semakin tinggi. Hal ini karena logam yang bergesekan akan semakin banyak dan waktu untuk bergesekan akan semakin lama menyebabkan *heat input* semakin besar dan daerah HAZ yang semakin besar.

Kata kunci: *burn-off length*, kerucut satu sisi, las gesek, kekuatan tarik, porositas, A6061, ST 41

ABSTRACT

In the development of the manufacturing industry, human began to develop the use of materials of different types, one of which is the use of steel and aluminum. But there are problems in the process of joining two different Material. Friction welding method is a way of incorporating a material that can not be welded using arc welding or gas or a different material (dissimilar). In this research discusses the influence of variations in the dimensions of the cone one hand and burn-off length in friction welded joints A6061 and ST 41 of the tensile strength and porosity. With high variation cone 1 mm, 2 mm and 3 mm and the burn-off length 0 mm, 3 mm, 5 mm, 7 mm. after research showed that the highest tensile strength and low porosity on variations burn-off length of 3 mm and height variations cone 3 mm, with a tensile strength of 208.062 MPa and a porosity of 0.0101%. Then for the lowest tensile strength and porosity on variations burn-off length 7 mm, and height variations cone 0 mm, with a tensile strength of 164.390 Mpa and a porosity of 0.1023%. This is because the greater the height of the cone, metal friction will be smaller and the air can flow out cause heat input HAZ getting smaller and smaller areas. Then the greater the burn-off length, the lower the tensile strength and higher porosity. This is because the metal rubbing against the more and time to rub the longer cause greater heat input and HAZ growing area.

Keywords: *burn-off length, single cone, friction welding, tensile strength, porosity, A6061, ST 41*

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman manusia dituntut selalu berkembang dalam dunia teknologi, salah satunya dalam teknologi industri manufaktur. Dalam hal kemajuan itu manusia mempertimbangkan penggunaan material yang berbeda (*dissimilar*) antara aluminium dan baja. Dimana, aluminium memiliki sifat logam yang ringan, memiliki kekuatan, ketahanan terhadap korosi sebagai konduktor panas dan listrik yang sangat baik, dan mudah dalam pembentukan [1], serta baja dimana baja memiliki kekuatan yang tinggi, tangguh dan ulet, mudah di proses.

Dalam menggabungkan dua sifat baik material aluminium dan baja tidak bisa dilakukan dengan menggunakan las busur atau gas dikarenakan aluminium dan baja memiliki sifat yang berbeda. Untuk mengatasi masalah tersebut dikembangkanlah pengelasan gesek (*friction welding*) yang merupakan penyambungan material dengan memanfaatkan panas yang terjadi antara gesekan dua buah permukaan material yang akan di sambung

Pengelasan gesek (*friction welding*) adalah teknik yang digunakan untuk menggabungkan dua buah komponen dengan memanfaatkan gesekan. Dalam metode pengelasan ini, komponen didekatkan hingga terjadi kontak dengan salah satu komponen dalam keadaan berputar dan komponen yang lain dalam keadaan diam dan diberikan tekanan. Ketika temperatur permukaan yang bergesekan mencapai nilai yang sesuai, putaran dihentikan sementara tekanan tetap konstan atau ditambah [2].

Pengelasan gesek (*friction welding*) dapat dijumpai dalam proses pengelasan pipa, poros, garda truk, *connecting rod*, *impeller* pesawat terbang, dan piston. Pengelasan gesek memiliki kelebihan yakni, menggunakan alat yang relatif sederhana, waktu pengelasan relatif

singkat, mampu mengelas logam yang berbeda jenisnya, tidak menimbulkan asap, dan tidak memerlukan logam pengisi.

Dalam pengelasan gesek (*friction welding*) terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan karena mempengaruhi kualitas pengelasan, yaitu waktu gesekan (*friction time*), tekanan gesekan (*friction load*), waktu tempa (*upset time*), tekanan tempa (*upset load*) dan kecepatan putar [3].

Santoso, dkk [4] dalam penelitian yang berjudul berjudul "Pengaruh Sudut *Chamfer* Dan Gaya Tekan Akhir Terhadap Kekuatan Tarik Dan Porositas Sambungan Las Gesek Pada Paduan Al-Mg-Si" didapatkan bahwa kekuatan tarik akan meningkat jika semakin kecil sudut *chamfer* nya serta besar gaya tekan akhir pada pengelasan gesek paduan Al-Mg-Si dan bertambahnya sudut *chamfer* serta gaya tekan akhir mengakibatkan porositas menurun.

Irawan, dkk [5] dalam penelitiannya yang berjudul "*Torsion Strength of Continuous Drive Friction Weld Joint of Round Bar Aluminum A6061 Affected by Single Cone Geometry of Friction Area*" didapatkan bahwa geometri kerucut satu sisi pada pengelasan gesek aluminium 6061 dengan kerucut satu sisi mempengaruhi kekuatan puntir sambungan las gesek dengan kekuatan puntir terbesar pada spesimen dengan perbandingan D1/D2 sebesar 0,2. Hal ini diakibatkan daerah Zpl yang terbentuk besar dan nilai porositas yang kecil pada sambungan las gesek.

Dalam penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh tinggi kerucut satu sisi dan *burn-off length* terhadap kekuatan tarik dan porositas. Penelitian ini menggunakan material aluminium A6061 dan baja St 41

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah

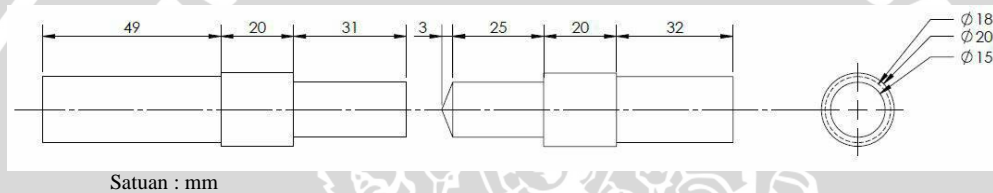
metode *true experimental* atau nyata dan langsung pada objek yang akan diteliti. Metode ini digunakan agar dapat mengetahui secara langsung pengaruh tinggi kerucut satu sisi dan *burn-off length* pada sambungan las gesek A6061-St 41 terhadap kekuatan tarik dan porositas..

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas
 - Tinggi kerucut : 0 mm, 1 mm, 2 mm dan 3 mm
 - *Burn-off length* : 3 mm, 5 mm dan 7 mm
2. Variabel terikat
 - Kekuatan tarik

- Porositas
3. Variabel terkontrol
 - Gaya penekanan hidrolis pada proses pengelasan 7000 N.
 - Gaya penekanan hidrolis tambahan 17500 N.
 - Putaran *spindle* sebesar 1600 rpm.
 - *Upset Time* sebesar 10 detik.
 - Material yang digunakan adalah aluminium A6061 dan baja St41.

Sebelum dilakukan pengelasan gesek, spesimen dibentuk sesuai desain terlebih dahulu. Berikut contoh dimensi desain spesimen pengelasan gesek :



Gambar 1 Dimensi spesimen pengelasan dengan tinggi kerucut 3 mm

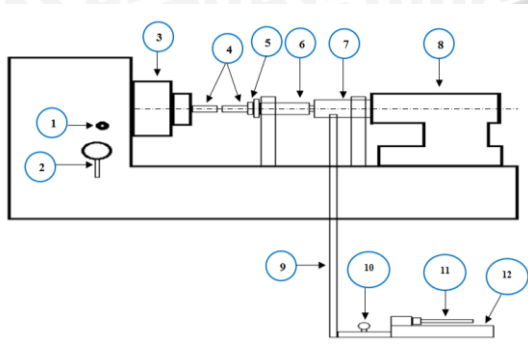
Tabel 1 Komposisi Kimia Bahan Pengujian Aluminium A6061

<i>Component</i>	<i>Wt. %</i>	<i>Component</i>	<i>Wt. %</i>	<i>Component</i>	<i>Wt. %</i>
Al	97,95	Mg	0,775	Si	0,580
Cr	0,0770	Mn	0,0288	Ti	0,0190
Cu	0,1652	Zr	0,0116	Zn	0,0377
Fe	0,3224	Ni	0,0055	Pb	0,0038
Sn	<0,001	Bi	<0,001	Ca	0,0019
Na	0,0041	P	<0,001	Sb	<0,001
Sr	<0,0002				

Tabel 2 Komposisi Kimia Bahan Pengujian Baja St 41

<i>Component</i>	<i>Wt. %</i>	<i>Component</i>	<i>Wt. %</i>	<i>Component</i>	<i>Wt. %</i>
Fe	98,64	Si	0,185	S	0,011
C	0,165	Mn	0,450	P	0,08
Cr	0,054	Mo	0,025	Ni	<0,0050
Al	0,016	Co	<0,001	Cu	0,071
Nb	0,044	Ti	<0,001	V	0,039
W	0,092	Pb	0,0036	B	<0,0050
Sn	0,005				

Pada penelitian ini, proses pengelasan gesek dilakukan menggunakan mesin bubut yang telah dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk proses pengelasan gesek. Di bawah ini adalah skema instalasi pengelasan gesek yang digunakan :



Gambar 2 Skema instalasi pengelasan gesek

Keterangan :

1. Tombol on/off
2. Pengatur kecepatan rpm
3. Chuck mesin bubut
4. Spesimen
5. Chuck bor (Spesimen las)
6. Silinder penghubung
7. Silinder hidrolik
8. Tailstok (pengunci silinder hidrolik)
9. Selang pompa
10. Pressure gauge
11. Tuas pompa hidrolik
12. Pompa hidrolik

Prosedur penelitian dalam proses pengelasan gesek adalah sebagai berikut :

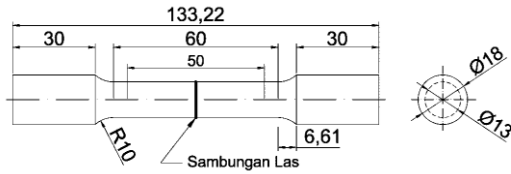
- a. Mempersiapkan mesin bubut dan benda kerja yang akan digunakan untuk pengelasan gesek
- b. Membersihkan bagian chuck atau pencekam yang akan digunakan
- c. Pemasangan ring pada benda kerja
- d. Pemasangan benda kerja yang sudah terdapat ring pada chuck atau pencekam
- e. Menentukan *burn off length* yang akan digunakan

- f. Pengaturan kecepatan putaran spindle 1600 rpm
- g. Mesin dihidupkan
- h. Mendekatkan kedua spesimen yang dicekam dengan menekan salah satu spesimen menggunakan pompa hidrolik
- i. Proses pengelasan dimulai dengan variasi yang ditentukan
- j. Pemberian tekanan saat pengelasan sebesar 7000 N
- k. Mesin dimatikan apabila sudah mencapai *burn off length* yang ditentukan
- l. Melakukan *upset pressure* atau gaya tekan akhir sebesar 17500 N dengan penahanan (*holding*) selama 10 detik
- m. Pelepasan benda kerja dari chuck atau pencekam
- n. Pengecekan hasil las
- o. Pengelasan selesai

Prosedur penelitian untuk pengujian tarik adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan spesimen yang akan diuji
2. Pasang dan jepit spesimen pada kedua *chuck* mesin uji tarik, pastikan bahwa posisi sambungan las berada di tengah antara dua sisi *chuck*.
3. Menyalakan mesin dan spesimen uji mulai mendapatkan beban tarik, diawali dari 0 - sekian Newton hingga spesimen putus setelah melewati beban maksimum yang dapat ditahan.
4. Mesin dimatikan seiring beban tarik dilepaskan kemudian hasil pengujian tarik (beban maksimum (N), deformasi (mm), waktu (detik) sudah otomatis terekam oleh komputer yang terhubung pada mesin uji.

Standar yang digunakan pada pengujian tarik ini adalah AWS B4.0.2007 [6]. Di bawah ini adalah dimensi spesimen uji tarik yang digunakan :



Satuan : mm

Gambar 3 Dimensi spesimen uji tarik

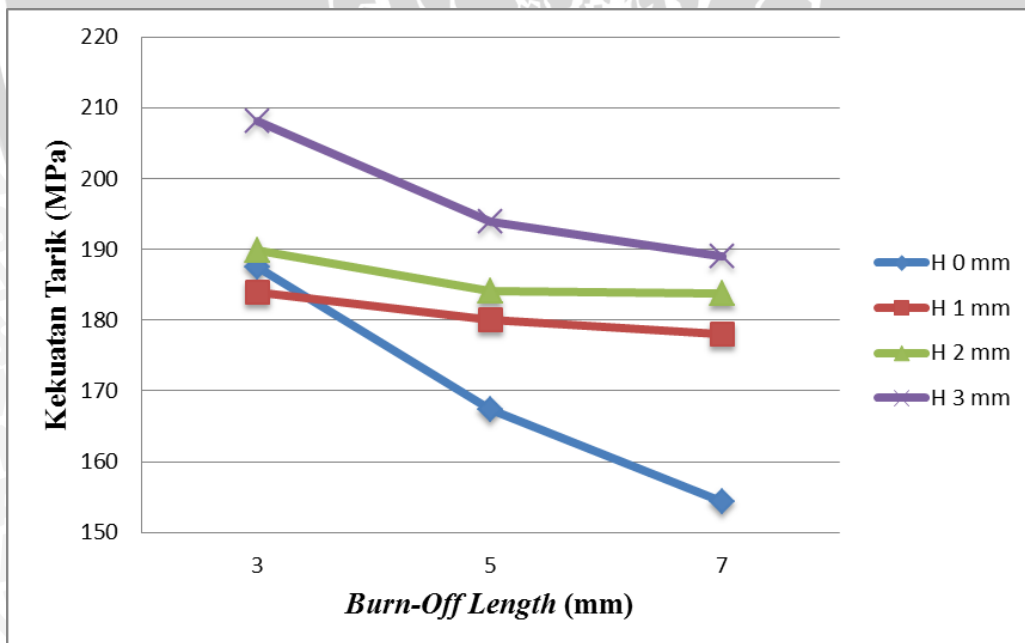
Prosedur penelitian untuk pengujian piknometri:

- Mempersiapkan timbangan kemudian ember yang telah terisi air dan keranjang untuk menimbang
- Menyalakan timbangan kemudian di tare
- Menimbang berat spesimen ketika di udara (W_s)
- Menimbang keranjang di dalam air (W_b)
- Menimbang spesimen dengan keranjang di dalam air (W_{sb})
- Mengolah data yang sudah didapat untuk menghitung porositasnya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Antara *Burn-Off Length* dan Tinggi Kerucut Satu Sisi Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Gesek

Pada gambar 4 dibawah menunjukkan grafik hubungan antara *burn-off length* dan tinggi kerucut satu sisi pada sambungan las gesek A6061 dan St 41 dapat diketahui dimana variasi *burn-off length* dan variasi tinggi kerucut mempengaruhi hasil dari pengujian kekuatan tarik spesimen pengelasan gesek. Dari grafik, kekuatan tarik tertinggi dihasilkan pada variasi tinggi kerucut 3 mm dan variasi *burn-off length* 3 mm yaitu sebesar 208, 062 MPa, kemudian untuk kekuatan tarik terendah dihasilkan pada variasi tinggi kerucut 0 mm dan variasi *burn-off length* 7 mm yaitu sebesar 164, 390 MPa.



Gambar 4 Grafik Hubungan Antara *Burn-off Length* Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Sambungan Las Gesek

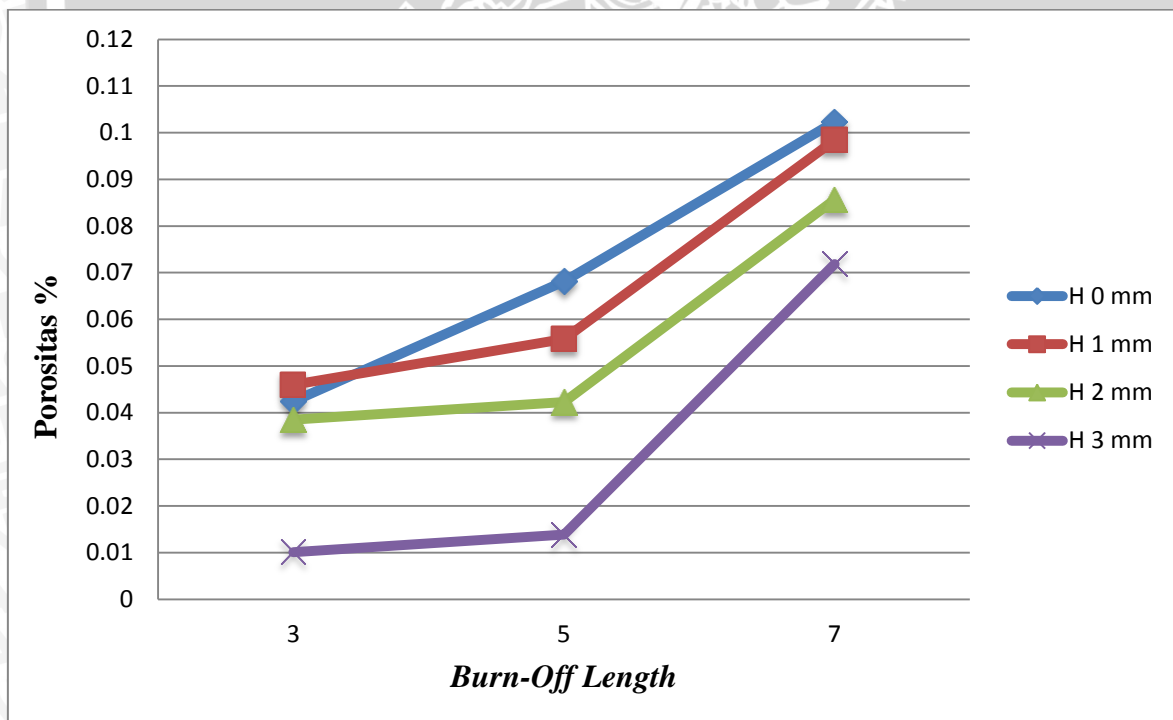
Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar *burn-off length*, maka kekuatan tarik yang dihasilkan pun akan semakin rendah, hal ini disebabkan jika *burn-off length* semakin besar, maka bagian logam yang bergesekan semakin banyak dan juga waktu untuk logam bergesekan lebih lama. Hal ini menyebabkan panas yang ditimbulkan akan semakin besar dan daerah yang terpengaruhi panas atau *heat affected zone* (HAZ) semakin besar, sehingga mempengaruhi kekuatan tariknya yaitu akan semakin menurun.

Kemudian, pada tinggi kerucut pada satu sisi semakin besar tinggi kerucut yang digunakan maka kekuatan tarik yang dihasilkan akan semakin tinggi ini disebabkan bila tinggi kerucut semakin besar maka permukaan logam yang bergesekan akan semakin kecil, sehingga panas yang terjadi saat

bergesekan akan semakin kecil, hal tersebut yang menyebabkan kekuatan tarik yang dihasilkan akan meningkat

Hubungan Antara *Burn-Off Length* dan Tinggi Kerucut Satu Sisi Terhadap Nilai Porositas proses Las Gesek

Pada gambar 5 menunjukkan grafik hubungan antara *burn-off length* dan tinggi kerucut satu sisi terhadap nilai persentase porositasnya. Dapat diketahui bahwa variasi *burn-off length* dan tinggi kerucut dapat mempengaruhi hasil dari nilai porositas. Kemudian, nilai porositas tertinggi dihasilkan pada variasi *burn-off length* 7 mm dan variasi tinggi kerucut 0 mm yaitu sebesar 0.1023 % dan porositas terendah dihasilkan pada variasi *burn-off length* 3mm dan tinggi kerucut 3 mm yaitu sebesar 0.0101 %.



Gambar 5 Grafik Hubungan Antara *Burn-off Length* Terhadap Prosentase porositas Hasil Sambungan Las Gesek

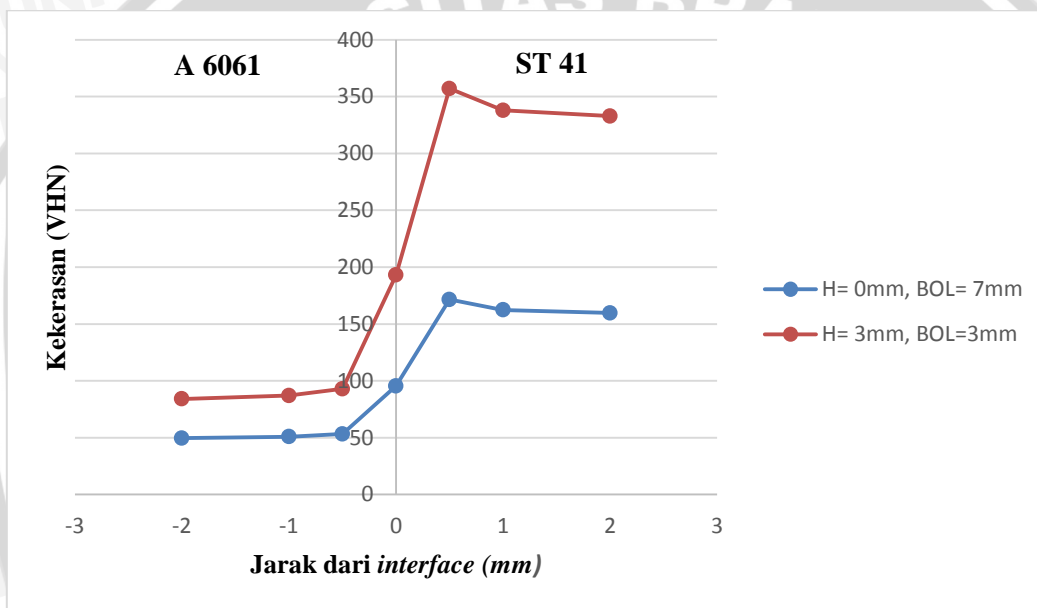
Dapat disimpulkan bahwa semakin besar *burn-off length* yang digunakan, maka nilai porositas yang dihasilkan pun akan semakin besar. Ini dikarenakan semakin banyak total pemendekannya, sehingga masukan panas yang dihasilkan semakin tinggi, dan udara lebih mudah berikatan dengan hidrogen sehingga porositas meningkat.

Sedangkan untuk tinggi kerucut satu sisi, disimpulkan bahwa semakin tinggi kerucut maka porositas yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal

tersebut dikarenakan bila semakin tinggi kerucut yang digunakan, udara yang terjebak saat bidang kontak bergesekan lebih sedikit, yang mana tinggi kerucut dapat mengalirkan udara keluar sambungan yang membuat porositas yang dihasilkan semakin rendah.

Hasil Pengujian Kekerasan

Pada pengujian kekerasan diambil 6 titik, dimana 3 titik terletak pada aluminium A6061 dan 3 titik lainnya pada baja St 41.



Gambar 5 Grafik Hubungan Jarak *Interface* dengan Kekerasan Tertinggi dan Terendah

Dari data hasil pengujian kekerasan didapatkan hasil kekerasan tertinggi pada variasi tinggi kerucut 3 mm dan variasi *burn-off length* 3 mm. Ini disebabkan, semakin tinggi kerucut bagian logam atau bidang kontak yang bergesekan lebih sedikit, sehingga *heat input* yang terjadi lebih rendah, dan rendahnya *burn-off length* mengakibatkan *heat input* yang terjadi lebih kecil. kemudian daerah HAZ (*heat affected zone*) yang terdapat pada sambungan las semakin kecil. Maka kekerasan terendah dihasilkan pada variasi tinggi kerucut 0 mm dan variasi *burn-off length* 3 mm.

Nilai kekerasan terendah dihasilkan pada variasi tinggi kerucut 0 mm dan variasi *burn-off length* 7 mm, ini dikarenakan semakin tinggi kerucut maka logam yang bergesekan pun akan lebih banyak dan waktu untuk bergesekan akan semakin lama, sehingga *heat input* yang terjadi akan lebih besar. Kemudian, semakin besar *burn-off length* *heat input* yang terjadi lebih besar dan daerah HAZ (*heat affected zone*) yang terbentuk akan semakin besar. Maka kekerasan terendah dihasilkan pada variasi tinggi kerucut 0 mm dan variasi *burn-off length* 7 mm.

KESIMPULAN

1. Semakin besar *burn-off length* yang digunakan, menyebabkan kekuatan tarik semakin rendah dan porositas meningkat. Hal ini dikarenakan *heat input* yang besar serta logam yang bergesekan akan lebih banyak dan waktu bergesekan lebih lama pada proses pengelasan *continuous drive friction welding* sehingga kekerasannya pun akan menurun.
2. Semakin besar tinggi kerucut yang digunakan menyebabkan kekuatan tarik meningkat dan porositas semakin rendah. Hal ini dikarenakan *heat input* yang terjadi kecil, dan permukaan yang bergesekan lebih kecil pada proses pengelasan *continuous drive friction welding* sehingga kekerasannya pun meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surdia, tata dan Saito, S. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- [2] Yilmaz, M., Col M., Acet M. 2003. *Interface Properties of Aluminium/Steel Friction-welded Components*. Material Characterization 49 (2003) 421-429.
- [3] Sahin, Mumin dkk. 2010. "Modelling of Friction Welding". Faculty of Engineering and Arch. Mechanical Engineering Trakya University
- [4] Santoso, E.B., Irawan, Y.S., Sutikno E. 2012. Pengaruh Sudut Chamfer Dan Gaya Tekan Akhir Terhadap Kekuatan Tarik Dan Porositas Sambungan Las Gesek Pada Paduan Al-Mg-Si. *Jurnal Rekayasa Mesin* III (1) : 293-298
- [5] Irawan, Y. S., Amirullah, M., Gumilang, G. B. D., Oerbandono, T., Suprpto, W. 2016. *Torsion Strength of Continuous Drive Friction Weld Joint of Round Bar Aluminum A6061 Affected by Single*

Cone Geometry of Friction Area. AIP Conference Proceedings.

- [6] American Welding Society. 2007. *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds*. B4.0.2007.