

repository.ub.ac.id

PENGARUH SUDUT CHAMFER SATU SISI DAN BURN OFF LENGTH
TERHADAP KEKUATAN PUNTIR PADA SAMBUNGAN LAS GESEK
DISSIMILAR A6061-ST 41

Bastian Irvan Wasila, Yudy Surya Irawan , Tjuk Oerbandono

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145,Indonesia

E-mail: bastianirvanwasila@gmail.com

ABSTRAK

Teknologi pengelasan sering digunakan pada industri di bidang permesinan. Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, beragam metode pengelasan yang digunakan semakin berkembang dalam menghasilkan suatu produk las yang berkualitas. Penggunaan metode pengelasan yang berkembang saat ini dalam industry salah satunya adalah pengelasan gesek (*friction welding*). *Friction welding* dapat diterapkan pada dua logam tidak sejenis, sementara pada metode las lainnya hampir tidak mungkin. Di dalam penelitian ini akan melakukan pengelasan gesek (*friction welding*) dengan material aluminium Al 6061 dengan baja ST 41 , material akan dilakukan pengelasan dengan gaya penekanan pada proses pengelasan 100 bar, gaya penekanan akhir 200 bar, putaran spindle 1600 rpm. Kekuatan puntir rata-rata paling tinggi adalah pengelasan dengan variasi sudut chamfer 30° dengan panjang burn of length 15 mm dengan nilai 207,95 Mpa. Sedangkan kekuatan puntir rata-rata terendah ialah dengan variasi 0° dengan burn of length 20 mm dengan kekuatan puntir sebesar 175,44 Mpa.

PENDAHULUAN

Teknologi pengelasan sering digunakan pada industri di bidang permesinan. Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, beragam metode pengelasan yang digunakan semakin berkembang dalam menghasilkan suatu produk las yang berkualitas. Penggunaan metode pengelasan yang berkembang saat ini dalam industry salah satunya adalah pengelasan gesek (*friction welding*).

Friction welding atau las gesek, bekerja dengan mengandalkan panas dari gesekan akibat perputaran logam yang satu terhadap lainnya. Konsep kerjanya, benda dijepit kemudian digesekkan dengan kecepatan tertentu sehingga timbul panas. Karena panas akibat gesekan, material logam tersebut akan meleleh dan menyatu

setelah melalui proses pendinginan. Saat proses pencairan logam dengan gesekan terjadi, tekanan arah aksial diberikan. Sehingga nantinya material logam itu akan tersambung.

Friction welding dapat diterapkan pada dua logam tidak sejenis, sementara pada metode las lainnya hampir tidak mungkin. Bahan yang paling sering digunakan sebagai composer mencakup baja, alloy, *stainless steel* dan aluminium, serta beberapa logam lainnya. Hal inilah yang menjadi keunggulan utama dari *friction welding*. Disamping itu, ikatan yang dihasilkan pun kuat meskipun tanpa bahan tambah dan baut. Menjadi keuntungan tersendiri karena dapat mengurangi beban dari penggunaan bahan lain. Selain itu, sambungan yang dihasilkan cenderung lebih bersih dan rapi jika dibanding solid-state welding lainnya. Oleh

karena itu, tidak heran bahwa sebagian besar pengguna utama metode ini adalah industry penerbangan dan otomotif. Beberapa macam uji kekuatan dapat diterapkan pada *friction welding*, meliputi *destructive test* (merusak) dan *non-destructive test* (tanpa merusak). *Destructive test* mencakup uji tarik, uji tekuk, dan uji dampak dan uji kekuatan puntir. Pengujian kekuatan ini sendiri di perlukan untuk mengetahui seberapa kuat material di beri beban guna untuk memenuhi standar kekuatan sesuai kebutuhan.

Dalam penelitian ini digunakan material Al 6061 yang memiliki ketahanan korosi dan sifat mampu las yang baik, dengan baja ST 41 yang termasuk baja karbon rendah dan memiliki kekuatan tarik kurang dari 41 kg/mm^2 . Dari penelitian diatas maupun sebelumnya belum di teliti bagaimana pengaruh sudut *chamfer* satu sisi dan waktu pengelasan yang baik dari Al 6061 dengan ST 41 terutama pada sambungan las gesek terhadap kekuatan puntir.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode *true experimental* nyata dan langsung pada objek yang diteliti. Metode ini digunakan agar dapat mengetahui secara langsung pengaruh sudut *chamfer* satu sisi dan waktu penekanan terhadap kekuatan puntir dari material Al-Mg-Si dan Baja ST 41. Selain itu dilakukan kajian terhadap dasar teori yang ada dari beberapa sumber buku dan jurnal.

Dalam penelitian ini di gunakan 3 parameter penelitian antara lain ;

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:

Sudut *chamfer* : 0° , 30° , 45° , 60°

Burn of length : 10 mm, 15 mm, 20 mm

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya dipengaruhi oleh besarnya variable bebas. Adapun variabel terikat dari penelitian ini adalah kekuatan puntir.

Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya harus selalu dijaga konstan agar

tidak mempengaruhi hasil dari variabel terikat. Variabel konstan pada penelitian ini yaitu:

Gaya penekanan pada proses pengelasan 100 Kg/m^2

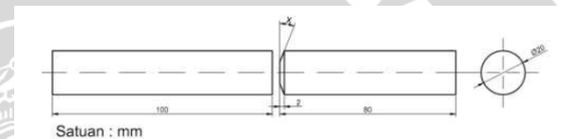
Gaya penekanan akhir 200 Kg/m^2

Putaran *spindle* 1600 rpm.

Pengelasan dan pendinginan sambungan las dilakukan di suhu ruangan.

Spesimen yang digunakan ST41 dan A 6061

Sebelum memulai pengelasan, spesimen terlebih dahulu dibentuk *chamfer* dengan sudut 0° , 30° , 45° , dan 60° . Dimensi spesimen sebelum dilakukannya pengelasan dengan x sebagai sudut *chamfer*



Gambar 1 Dimensi spesimen pengelasan

Proses pengelasan disini menggunakan menggunakan mesin bubut seperti gambar di bawah ini



Gambar 2 Mesin bubut

Putaran *spindle* proses pengelasan sebesar 1600 rpm.

Berikut langkah-langkah dalam proses pengelasan:

1. Membersihkan kedua permukaan spesimen menggunakan *acetone*.
2. Pemasangan spesimen pada kedua *chuck*.

3. Mesin bubut dinyalakan dengan putaran *spindle* 800 rpm.
 4. Putaran *spindle* dinaikkan menjadi 1600 rpm.
 5. Pemberian tekanan awal sebesar 200 bar sampai panjang *burn of length* yang telah ditentukan.
 6. Mesin dimatikan.
 7. *Holding* selama 110 detik dengan gaya tekan akhir sebesar 200 bar.
 8. Pelepasan spesimen pada *chuck*.
 9. Pengecekan hasil las.
- Setelah dilakukannya pengelasan, proses selanjutnya adalah membuat spesimen uji puntir.

Proses pengujian puntir menggunakan alat Polinema *Torsion Test Machine*. Alat bisa dilihat pada gambar 3 di bawah ini



Gambar 3 Polinema *torsion test machine*

Berikut langkah-langkah dalam pengujian puntir:

1. Pasang spesimen pada alat uji puntir.
2. Nyalakan *stopwatch* untuk menghitung waktu.
3. Melakukan pengujian selama 4 detik untuk mendapatkan putaran 2 derajat.
4. Catat beban puntir yang didapat.
5. Lakukan langkah 3 – 4 sampai spesimen putus.
6. Pelepasan spesimen dari alat uji puntir.

Setelah mendapatkan data beban lalu dihitung menggunakan rumus. Pertama masukkan ke dalam rumus perhitungan

momen benda, dengan diketahui panjang lengan 155 mm. Perhitungan momen puntir bisa dilihat pada rumus :

$$M_T = \int_{r=0}^{r=a} \tau \cdot r \cdot dA = \int_{r=0}^{r=a} \tau r^2 dA \quad (2-1)$$

Dimana $(\int r^2 dA)$ dapat diartikan sebagai momen inersia polar dari benda uji dan dapat disebut dengan J, maka :

$$M_T = \frac{\tau \cdot J}{r} \quad (2-2)$$

Kemudian dapat dihasilkan

$$\tau = \frac{M_T \cdot r}{J} \quad (2-3)$$

dengan :

MT = momen puntir (N.mm)

τ = Kekuatan puntir (N/mm²)

r = jarak radial dari pusat (mm)

J = momen inersia polar yang tergantung geometris (mm⁴)

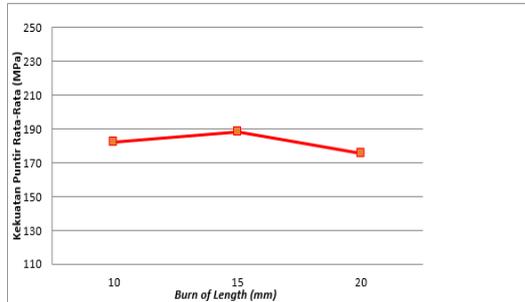
Selain itu akibat dari puntiran sendiri akan mengakibatkan sudut puntir yaitu

$$\theta = \frac{T \cdot L}{G \cdot J_p} \cdot \frac{180}{\pi} \quad (2-4)$$

T = Momen puntir atau Torsi
 L = Panjang poros
 G = Modulus Geser bahan poros.
 J_p = Momen Inersia Polar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Grafik hubungan antara kekuatan puntir spesimen dengan sudut *chamfer* 0° terhadap variasi panjang *burn of length* antara 10 mm, 15 mm, dan 20 mm.

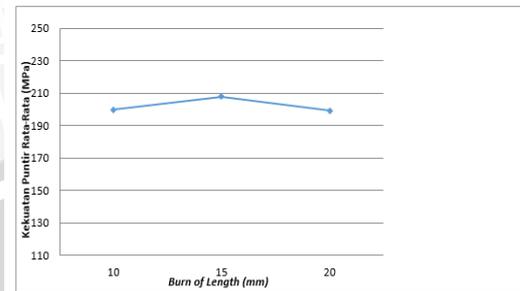


Panjang *burn of length* memberikan pengaruh pada grafik tersebut. Pada spesimen dengan panjang *burn of length* sebesar 10 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 182,15 MPa. Kemudian untuk spesimen dengan panjang *burn of length* 15 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 188,34 MPa. Kemudian, pada spesimen dengan panjang *burn of length* sebesar 20 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 175,44 MPa.

Dari ketiga data tersebut dapat disimpulkan bahwa kekuatan puntir rata-rata dari ketiga panjang *burn of length* yang berbeda memberikan pengaruh pada hasil pengelasan. Dimana nilai kekuatan puntir rata-rata untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 0° meningkat hingga *burn of length* 15 mm dan menurun saat *burn of length* 20 mm. Hal tersebut dikarenakan semakin besar *burn off length* akan meningkatkan nilai heat inputnya dan mengakibatkan struktur mikro pada *interface* (daerah kontak saat pengelasan) sehingga kekuatan puntir akan menurun.

Grafik hubungan kekuatan puntir rata-rata spesimen dengan sudut *chamfer* 30° terhadap panjang *burn of length* yang diberikan. Dimana panjang *burn of length* yang diberikan untuk tiap

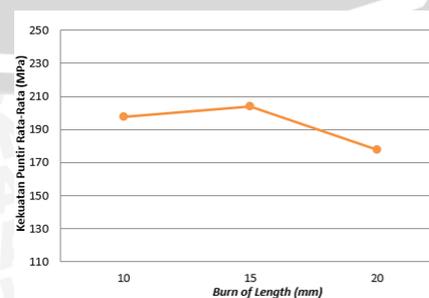
spesimen adalah 10 mm, 15 mm, dan 20 mm.



Pada spesimen dengan panjang *burn of length* yang diberikan sebesar 10 mm, didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 199,69 MPa. Kemudian spesimen dengan panjang *burn of length* 15 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 207,95 MPa. Pada spesimen dengan variasi panjang *burn of length* 20 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 199,17 MPa.

Dari ketiga data tersebut diketahui bahwa nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata tertinggi untuk sudut *chamfer* 30° didapatkan pada variasi panjang *burn of length* 15 mm dengan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar MPa.

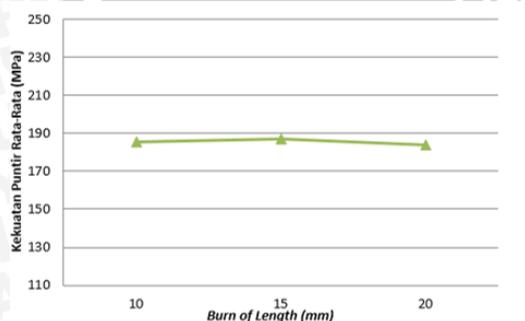
Grafik hubungan kekuatan puntir rata-rata untuk spesimen dengan sudut *chamfer* 45° terhadap panjang *burn of length* yang diberikan. Panjang *burn of length* yang diberikan pada tiap spesimen ialah 10 mm, 15 mm, dan 20 mm.



Untuk panjang *burn of length* sebesar 10 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 197,63 MPa. Kemudian untuk panjang *burn of length* sebesar 15 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 203,82 MPa. Pada panjang *burn of length* yang diberikan sebesar 20 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 177,50 MPa.

Dari ketiga data tersebut diketahui bahwa nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata tertinggi untuk sudut *chamfer* 45° didapatkan pada variasi panjang *burn of length* 15 mm dengan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 203,82 MPa.

Grafik hubungan kekuatan puntir spesimen dengan sudut chamfer 60°. Dengan panjang *burn of length* 10 mm, 15 mm, dan 20 mm.

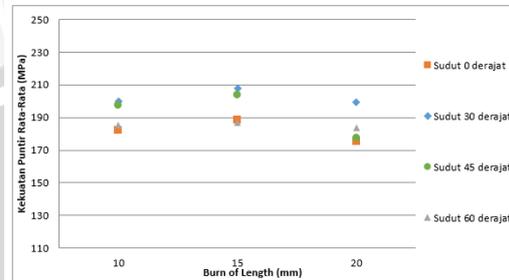


Pada panjang *burn of length* 10 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 185,24 MPa. Dan pada panjang *burn of length* 15 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 186,795 MPa. Kemudian pada panjang *burn of length* 20 mm didapatkan nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata sebesar 183,69 MPa. Dari ketiga data diatas, menunjukkan kecenderungan nilai kekuatan puntir yang semakin menurun dengan semakin bertambah panjangnya *burn of length*.

Dari ketiga data tersebut diketahui bahwa nilai maksimal kekuatan puntir rata-rata tertinggi untuk sudut *chamfer* 60° didapatkan pada variasi panjang *burn of length* 15 mm dengan nilai maksimal

kekuatan puntir rata-rata sebesar 186,795 MPa.

Grafik hubungan kekuatan puntir antar sudut chamfer 0°, 30°, 45°, dan 60° terhadap panjang *Burn of Length*.

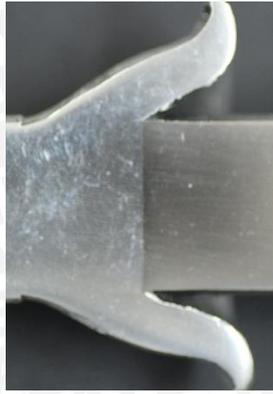


Grafik hubungan kekuatan puntir antar sudut *chamfer* 0°, 30°, 45°, dan 60° terhadap panjang *Burn of Length*. Dimana sumbu x menunjukkan *burn of length* dan sumbu y menunjukkan kekuatan puntir rata-rata. Dari grafik terlihat nilai kekuatan puntir rata-rata tertinggi terdapat pada variasi sudut *chamfer* 30° dan panjang *Burn of Length* 15 mm dengan nilai 207,95 Mpa. Sedangkan nilai kekuatan puntir rata-rata terendah pada variasi sudut *chamfer* 0° dan panjang *Burn of Length* 20 mm dengan nilai sebesar 175,44 Mpa.

Semakin besar sudut *chamfer* maka luas bidang kontak akan semakin besar sehingga nilai *heat input* akan semakin meningkat dan mengakibatkan perubahan struktur mikro pada daerah *interface* dan sekitarnya.

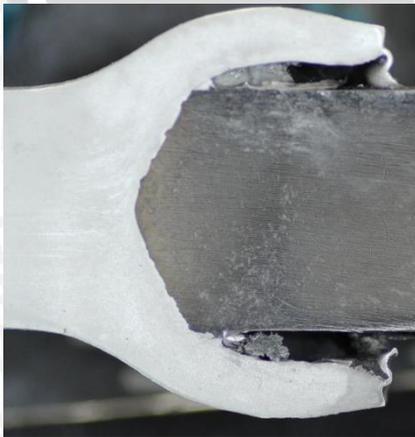
Analisis Hasil Pengelasan

Berdasarkan foto makrostruktur, hasil permukaan pengelasan dapat dilihat pada daerah sambungan las hasil pengelasan. Dengan Baja ST41 sebagai spesimen penekan dan tidak berputar, sedangkan A6061 sebagai spesimen yang diputar dan sebagai penerima tekanan dari ST41. Gambar dibawah ini adalah hasil pengelasan las gesek



Gambar 4 Hasil pengelasan dengan variasi sudut *chamfer* 30° dan BOL 20mm.

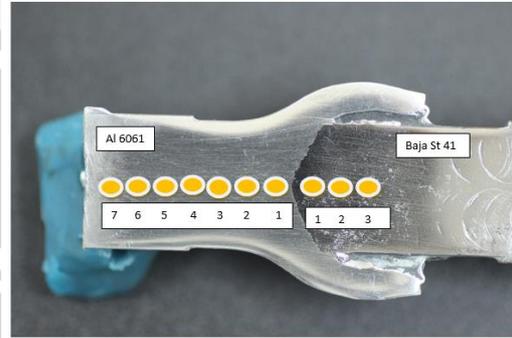
Dapat dilihat pada gambar 4 hasil foto makrostruktur pada spesimen potong/belah terlihat dari *flash* yang dihasilkan lebih melebar keluar yang mengakibatkan bidang kontak pada sambungan las antara Al 6061 dan St 41 lebih sedikit, kemudian spesimen St 41 tidak menekan masuk kedalam Al 6061. Hal ini yang menyebabkan pada variasi sudut *chamfer* 0° dengan *Burn Off Length* 10 ini memiliki kekuatan puntir yang paling rendah.



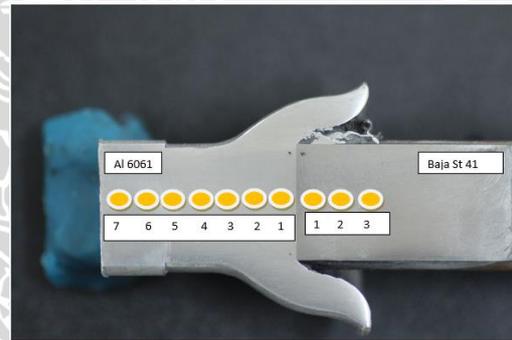
Gambar 5 Hasil pengelasan dengan variasi sudut *chamfer* 0° dengan BOL 10 mm

Dapat dilihat pada gambar 5 hasil foto makrostruktur pada spesimen potong/belah terlihat dari *flash* yang dihasilkan lebih melebar keluar yang mengakibatkan bidang kontak pada sambungan las antara A6061

dan ST41 lebih sedikit, kemudian spesimen ST41 tidak menekan masuk kedalam A6061. Hal ini yang menyebabkan pada variasi sudut *chamfer* 0° dengan BOL 10 ini memiliki kekuatan puntir yang paling rendah.



Gambar 6 Foto Makrostruktur pada saat pengambilan titik hasil pengelasan gesek dengan kekuatan tertinggi pada sudut *chamfer* 30° dan *burn of length* 15 mm



Gambar 7 Foto Makrostruktur pada saat pengambilan titik hasil pengelasan gesek dengan kekuatan terendah pada sudut *chamfer* 0° dan *burn of length* 20 mm.

Dari hasil pengujian kekerasan menggunakan Microvickers Hardness Tester (VHN) didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Nilai Kekerasan Tertinggi

Sudut Chamfer	Burn of Length	Jarak dari Interface (mm)	Kekerasan St-41 (VHN)	Kekerasan Rata-rata St-41 (VHN)
30	15 mm	0.1	230.4	228.53
		1.1	228.4	
		2.1	226.8	

Sudut Chamfer	Burn of Length	Jarak dari Interface (mm)	Kekerasan Al6061 (VHN)	Kekerasan Rata-rata Al6061 (VHN)
30	15 mm	0.1	62.9	59.54
		1.1	53.62	
		2.1	52.97	
		3.1	55.85	
		4.1	58.35	
		5.1	66.49	
		6.1	66.64	

Tabel 4.3 Data Nilai Kekerasan Terendah

Sudut Chamfer	Burn of Length	Jarak dari Interface (mm)	Kekerasan St 41 (VHN)	Kekerasan Rata-rata St 41 (VHN)
0	20 mm	0.1	203.2	193.86
		1.1	191.7	
		2.1	186.7	

Sudut Chamfer	Burn of Length	Jarak dari Interface (mm)	Kekerasan Al6061 (VHN)	Kekerasan Rata-rata Al6061 (VHN)
0	20 mm	0.1	89.4	70.04
		1.1	86.93	
		2.1	78.86	
		3.1	58.48	
		4.1	53.96	
		5.1	57.46	
		6.1	65.24	

Dari data nilai kekerasan pada spesimen dengan kekuatan puntir tertinggi dan terendah didapatkan nilai kekerasan rata-rata pada spesimen dengan variasi sudut *chamfer* 30° dan *burn of length* 15mm memiliki nilai kekerasan rata-rata pada material st 41 sebesar 228.53 dan pada material Al6061 sebesar 59,64. Sedangkan pada variasi sudut *chamfer* 0° dan *burn of length* 20 mm memiliki nilai kekeerasan pada material st41 sebesar 193,86 dan pada material Al6061 sebesar 70.04. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa spesimen dengan sudut *chamfer* 30° dan *burn of length* 15 mm memiliki nilai kekerasan lebih tinggi daripada spesimen dengan variasi sudut *chamfer* 0° dan *burn of length* 20 mm. Hal ini sebanding dengan nilai kekuatan puntir yang cenderung menurun jika sudut *chamfer* semakin besar.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dalam penelitian ini adalah:

Besarnya sudut *chamfer* dan panjang *burn of length* dapat mempengaruhi kekuatan puntir pada sambungan las dissimilar A6061-ST41. Kekuatan puntir rata-rata paling tinggi adalah pengelasan dengan variasi

sudut *chamfer* 30° dengan panjang *burn of length* 15 mm dengan nilai 207,95 Mpa. Sedangkan kekuatan puntir rata-rata terendah ialah dengan variasi 0° dengan *burn of length* 20 mm dengan kekuatan puntir sebesar 175,44 Mpa. Bentuk flash yang di hasilkan pada permukaan hasil pengelasan juga dapat menunjukkan nilai kekuatan puntir .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dieter, George (1988). "Mechanical Metallurgy". McGraw-Hill Company. United Kingdom.
- [2] I.J. Polmear, 1995. "Light Alloys", E. Arnold, Hodder & Stoughton Ltd. Third edition, UK.
- [3] Kissel, Ferry, Robbert, (2002). "Aluminium Structure : A Guide to Their Spesifications and Design". John Wiley & Son , Inc. New York.
- [4] Kuswandi, Ari, Yudi Surya Irawan , Winarno Yahdi Atmodjo.(2010). "Pengaruh friction time terhadap kekuatan impak sambungan las gesek pada paduan Al-Mg-Si", Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang.
- [5] Lin, C.B. et al.,1999. "The Effect of Joint Design and Volume Fraction on Friction Welding Properties of A360/SiC Composites", WeldingResearch Supplement, Department of Mechanical Engineering. TamkangUniversity. Taiwan.
- Prasetyono, Sigied, Hari Subiyanto (2012). "Pengaruh Durasi Gesek, Tekanan Gesek Dan Tekanan Tempa Terhadap Impact Strength Ssambungan Lasan Gesek Langsung Pada Baja Karbon AISI 1045", Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [6] Sahin, Mumin dkk (2010). "Modelling of Friction Welding". Faculty of Engineering and Arch. Mechanical Engineering Trakya University. Spindler ,1994."What Industry Needs to Know About Friction Welding", Welding Journal, Indiana.

[7] Stanley, Mark Smith (2011) "ASM Handbook Welding Fundamental and Processes". Materials Park. Ohio. United States of America.

[8] Sumiyanto, Rudi Saputra (2002) "Analisis Sifat Mekanis Baja Dua Fasa Akibat Variasi Temperatur Austenisasi" Fakultas Teknologi Industri - Institut Sains dan Teknologi Nasional

[9] Irawan, dkk.(2014). "Pengaruh Sudut Chamfer Satu Sisi Dan Friction Time Terhadap Kekuatan Puntir Pada Sambungan Las Gesek Al- Mg- Si", Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang.

