

SKRIPSI

DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA PENGELASAN GESEK

CONTINUOUS DRIVE

***FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER PEJAL ALUMINIUM 6061 T6**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
sarjana teknik



Disusun Oleh:

Reza Febriyanto

20140130074

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2018

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA PENGELASAN GESEK
CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING BAHAN SILINDER PEJAL
ALUMINIUM 6061 T6**

**DISUSUN OLEH :
REZA FEBRIYANTO
20140130074**

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 22 Mei 2018

Susunan Tim Penguji

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Totok Suwanda, S.T., M.T
NIK. 19690304 199603 123024**

**Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D
NIK. 19700307 199509 123022**

Penguji

**Dr. Bambang Rivanta, S.T., M.T
NIK. 19710124 199603 123025**

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 26 Mei 2018
Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Mesin

**Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng. Sc., Ph.D
NIP: 19740302 200104 123049**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan ini bahwa sesungguhnya skripsi yang saya buat adalah bagian dari disertasi Bapak Totok Suwanda dan bahwa hasil penulisan Skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dan disebutkan sumbernya dalam naskah maupun dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila di kemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, Mei 2018

Penulis

Reza Febriyanto

20140130074

MOTTO

“Dengan melihat dunia dan belajar banyak hal baru kita bisa punya lebih banyak pilihan”

(Reza Febriyanto)

“Pendidikan adalah senjata paling ampuh untuk mengubah dunia”

(Nelson Mandela)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Terjemahan surat Al-Insyirah 6-8)

“Mendidik pikiran tanpa mendidik hati adalah bukan pendidikan sama sekali”

(Aristoteles)

INTISARI

Pengelasan fusi mempunyai kesulitan ketika harus menyambung logam silinder pejal berdiameter besar. Pengelasan gesek adalah solusi penyambungan logam silinder pejal. Pengelasan gesek memerlukan waktu pendek. Panas yang ditimbulkan tidak mencapai temperatur luluh. Panas pengelasan berpengaruh terhadap kualitas sambungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu gesek terhadap distribusi temperatur, struktur mikro dan distribusi kekerasan pada sambungan logam silinder pejal aluminium 6061 T6

Spesimen uji dibuat sesuai dengan standar JIS Z 2201. Penelitian ini menggunakan parameter putaran 1000 rpm, tekanan gesek 30 MPa, waktu gesek 2, 4, 6 detik, tekanan tempa 70 MPa dan waktu tempa 2 detik. Sebelum dilakukan pengambilan data spesimen dipasangkan termokopel untuk mengukur distribusi temperatur yang terjadi. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah struktur mikro dan kekerasan.

Berdasarkan hasil penelitian, pada variasi waktu gesek 2 detik temperatur maksimal sebesar 210,9649°C tercapai dalam waktu 3 detik. Nilai kekerasan tertinggi sebesar 59,1 VHN terjadi pada sambungan las. Pada variasi waktu gesek 4 detik temperatur maksimal sebesar 368,4893°C tercapai dalam waktu 5 detik. Nilai kekerasan sebesar 51,5 VHN terjadi pada sambungan las. Temperatur tertinggi sebesar 385,4879°C tercapai dalam waktu 5 detik dan nilai kekerasan terendah sebesar 50,7 VHN terjadi pada variasi waktu gesek 6 detik.

Kata Kunci: Pengelasan gesek, temperatur, kekerasan, waktu.

ABSTRACT

Fusion welding has difficulties when having to join large diameter solid metal cylinders. To overcome this problem research on friction welding has been conducted. Friction welding requires a shorter time. Heat generated does not reach its melting temperature. Welding heat affect is the quality of the join. The purpose of this research is to investigate the effect of frictional time on the temperature distribution, microstructure and the hardness distribution on the welded solid cylinders aluminium 6061 T6.

The welding process parameter were selected as a follows: rotation parameter of 1000 rpm, friction parameter of 30 MPa, friction time of 2, 4, 6 second, upset pressure of 70 MPa and upset time of 2 seconds. The four thermocouples were located on the static part. After welding process the welded joint were prepared for microstructur examination and hardness test.

The research shows that, on the variation of friction time 2 seconds maximum temperature of 210,9649°C accomplished in 3 seconds. The highest hardness value of 59.1 VHN occur on the welded joints. on the variation of friction time 2 seconds maximum temperature of 368,4893°C accomplished in 5 seconds. Maximum temperature of 385.4879°C accomplished in 5 seconds and the lowest hardness of 50.7 VHN on the variation of friction time 6 seconds.

Keywords: friction weld, temperature, hardness, time.

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan ucapan terima kasih skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. **Allah SWT.** Syukur alhamdulillah atas segala kelancaran dan kemudahan yang telah diberikan, semoga rahmat-Mu selalu mengiringi tiap langkah hamba-Mu yang lemah ini.
2. **Rasulullah SAW.** Terima kasih atas keteladanan dan petunjuk yang Engkau berikan untuk jiwa ini sebagai pedoman dalam menjalani kehidupan yang penuh dengan kesabaran, keikhlasan dan kedamaian hati.
3. **Ayahanda dan Ibunda tercinta, serta mbaku Rida Maretiani dan adik – adikku Renata Yuliana dan Reva Azzahra Yuliartanti.** Terima kasih atas kasih sayang serta pengorbanan yang telah kalian berikan kepadaku. Atas doa, keringat dan rupiah, setiap hal kecil sebagai masukan bagiku untuk menjadi lebih baik lagi dan menjadi anak yang berbakti. Sekali lagi hanya kata “Terima Kasih” yang dapat aku berikan kepada kalian, mungkin tidak akan cukup untuk membalas kebaikan kalian semua.
4. **Totok Suwanda, S.T., M.T. dan Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.** Selaku dosen pembimbing terima kasih atas waktunya dalam membimbing mengerjakan Skripsi sehingga saya dapat menyelesaikannya dan semoga ilmu yang diberikan dapat saya manfaatkan dengan baik.
5. **Anggi Lusanko dan Tri Yulianto.** Sebagai tim seperjuangan dalam penelitian ini terima kasih atas kerjasamanya.
6. **Aditya Riesandy HH, Fahmi Haris NF, Siti Rohimah dan Fadia Tuningsih.** Sebagai sahabat terima kasih selalu mendukung dan memberi masukan dalam mengerjakan penelitian ini.
7. **Lani Nur Azizah.** Sebagai teman spesial yang selalu memberikan perhatian, motivasi dan dorongan yang diberikan.
8. **Teman – teman teknik mesin angkatan 2014 dan semua angkatan yang tidak bisa disebutkan satu persatu,** saya ucapkan terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya selama ini.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan skripsi dengan judul “DISTRIBUSI TEMPERATUR PADA PENGELASAN GESEK *CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER PEJAL ALUMINIUM 6061 T6”.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan. Selain itu Skripsi ini juga merupakan suatu bukti yang diberikan almamater dan masyarakat.

Banyak pihak yang telah membantu sampai selesainya Skripsi ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan tarima kasih kepada :

1. Allah SWT dan junjungan besarku, Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan ketenangan dalam jasmani dan rohaniku.
2. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc,Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan bimbingan.
3. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
4. Bapak Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
5. Bapak Dr. Bambang Riyanta, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan sekaligus penguji Skripsi yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
6. Bapak dan Ibu tercinta beserta mba, adik – adik, anggota keluarga, dan orang – orang yang kami cintai atas doa dan dukungannya.

7. Teman-teman dekat terutama teman satu tim Skripsi dan teman dekat lainnya yang telah membantu dan saling memberi dukungan dan masukan.
8. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan semangat.
9. Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Skripsi ini, kami mengucapkan banyak terima kasih.

Kekurangan atau ketidaksempurnaan tentu masih banyak pada diri saya, namun bukan sesuatu yang disengaja, hal tersebut semata - mata dikarenakan kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan yang saya miliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Skripsi ini.

Sekian yang dapat saya sampaikan semoga Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Program studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, Mei 2018
Penulis

Reza Febriyanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dasar Teori	5
2.3. Daerah Pengelasan	6
2.4. Pengelasan Gesek (<i>Friction Welding</i>)	9
2.5. Material	13
2.6. Pengujian Struktur Mikro	15
2.7. Pengujian Kekerasa	16
2.8. Distribusi Temperatur Selama Pengelasan Gesek	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Diagram Alir	21
3.2. Identifikasi Masalah	22
3.3. Perencanaan Percobaan	22
3.4. Persiapan Penelitian	28
3.5. Pelaksanaan Penelitian	28
3.6. Pemasangan Termokopel.....	30
3.7. Pengujian Struktur Mikro	31
3.8. Pengujian Kekerasan Mikro <i>Vickers</i>	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Proses Pengambilan Data	33
4.2. Hasil Pengelasan Gesek Aluminium 6061 T6	33
4.3. Profil Distribusi Temperatur.....	36
4.4. Hasil Perbandingan Distribusi Temperatur	39
4.5. Hasil Pencapaian Temperatur Maksimal Terhadap Waktu	40
4.6. Hasil Struktur Mikro	43
4.7. Pengujian Kekerasan	46
BAB V PENUTUP	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daearah pengelasan fusi.....	7
Gambar 2.2 Daerah Las Gesek.....	7
Gambar 2.3 Parameter Las Gesek	8
Gambar 2.4 <i>Rotary Friction Welding</i>	10
Gambar 2.5 <i>Friction Stir Welding</i>	11
Gambar 2.6 <i>Linier Friction Welding</i>	12
Gambar 2.7 Aplikasi Pengelasan Gesek	12
Gambar 2.8 Rangkaian Dasar Termokopel	18
Gambar 2.9 Bentuk Fisik Termokopel.....	19
Gambar 2.10 Termokopel	20
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	22
Gambar 3.2 Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201	23
Gambar 3.3 Mesin las gesek.....	24
Gambar 3.4 Mesin bubut.....	24
Gambar 3.5 Mikroskop Optik Model PME3-313UN	25
Gambar 3.6 Alat uji <i>Vickers</i> Mikro	25
Gambar 3.7 Loadcell.....	26
Gambar 3.8 <i>ThermocoupeI Welder</i>	26
Gambar 3.9 Data logger	27
Gambar 3.10 Skema mesin friction welding	29
Gambar 3.11 Posisi pemasangan termokopel.....	30
Gambar 4.1 Pemasangan termokopel pada spesimen yang diam yaitu Aluminium 6061 T6	33
Gambar 4.2 Hasil pengelasan gesek (a) Variasi waktu gesek 2 detik, (b) Variasi waktu gesek 4 detik, (c) Variasi waktu gesek 6 detik.....	34
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara hasil pemendekan terhadap waktu gesek. 35	
Gambar 4.4 Grafik distribusi temperatur dengan variasi waktu gesek 2 detik .. 36	
Gambar 4.5 Grafik distribusi temperatur dengan variasi waktu gesek 4 detik .. 37	
Gambar 4.6 Grafik distribusi temperatur dengan variasi waktu gesek 6 detik .. 38	

Gambar 4.7 Grafik perbandingan temperatur maksimal.....	39
Gambar 4.8 Grafik pencapaian temperatur maksimal terhadap waktu pada variasi waktu gesek 2 detik.....	40
Gambar 4.9 Grafik pencapaian temperatur maksimal terhadap waktu pada variasi waktu gesek 4 detik.....	41
Gambar 4.10 Grafik pencapaian temperatur maksimal terhadap waktu pada variasi waktu gesek 6 detik.....	42
Gambar 4.11 benda uji struktur mikro	43
Gambar 4.12 (a) Daerah logam induk, (b) HAZ, (c) Daerah sambungan las, (d) Benda uji dengan variasi waktu gesek 2 detik	43
Gambar 4.13 (a) Daerah logam induk, (b) HAZ, (c) Daerah sambungan las, (d) Benda uji dengan variasi waktu gesek 4 detik	44
Gambar 4.14 (a) Daerah logam induk, (b) HAZ, (c) Daerah sambungan las, (d) Benda uji dengan variasi waktu gesek 6 detik	45
Gambar 4.15 Titik pengujian kekerasan	46
Gambar 4.16 Grafik distribusi kekerasan variasi waktu gesek 2 detik.....	47
Gambar 4.17 Grafik distribusi kekerasan variasi waktu gesek 4 detik.....	48
Gambar 4.18 Grafik distribusi kekerasan variasi waktu gesek 6 detik.....	49
Gambar 4.19 Grafik perbandingan distribusi kekerasan.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi paduan aluminium	13
Tabel 2.2 Perlakuan Al pengerasan penuaan.....	14
Tabel 2.3 Sifat-sifat mekanik paduan Al-Mg ₂ -Si	15
Tabel 2.4 Paduan aluminium 6061	15
Tabel 3.1 Tabel parameter pengelasan gesek aluminium 6061 T6	24
Tabel 3.2 Paduan aluminium 6061	27
Tabel 4.1 Hasil pemendekan pengelasan gesek aluminium 6061 T6	34
Tabel 4.2 Hasil pengujian kekerasan	46

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	17
Persamaan 3.1	28

DAFTAR NOTASI

Al = aluminium

Cu = tembaga

Cr = kromium

FCC = face centered cubic

Fe = besi

Mg = magnesium

Mn = mangan

O = oksida

Ti = titanium

Zn = seng

Si = silicon

F = gaya (N)

P = tekanan (MPa)

A = luas penampang (mm²)

HAZ = *Heat Affected Zone*

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Hasil Pengujian Kekerasan.....	56
---	----