

**TUGAS AKHIR**

**ANALISA PENGARUH WAKTU GESEKAN TERHADAP KEKUATAN  
TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA SAMBUNGAN BAJA KARBON  
RENDAH DAN ALUMINIUM DENGAN METODE PENGELASAN  
GESEK (*FRICTION WELDING*)**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Sarjana Strata-1

Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

**CAHYO APRIYANTO**

**20110130104**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2015**

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH WAKTU GESEKAN TERHADAP KEKUATAN  
TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA SAMBUNGAN BALAJA KARBON  
RENDAH DAN ALUMINIUM DENGAN METODE PENGELASAN  
GESEK (FRICTION WELDING)

Disajikan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Sajian S-1

Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

CAHYO APRILYANTO

20110130104

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2015

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Cahyo Apriyanto**

NIM : **20110130104**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul : **“Analisa Pengaruh Waktu Gesekan Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Pada Sambungan Baja Karbon Rendah dan Aluminium dengan Metode Pengelasan Gesek (*Friction Welding*)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 19 Desember 2015

Yang menyatakan

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'C' followed by 'a', 'h', 'y', 'o', and 'A', 'p', 'r', 'i', 'y', 'a', 'n', 't', 'o'.

Cahyo Apriyanto

20110130104

## PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dan pendidikan di Strata -1 Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Akhirnya kewajiban yang telah diamanahkan orang tua kepada ku dapat terselaisaikan dengan harapan bisa membanggakan orang tuaku.

Ku ucapkan terimakasih kepada orang-orang yang telah memberi dukungan moril dan materi dikal aku jenuh saat mengerjakn skripsi.

Spesial Thanks to :

1. Ibunda dan Ayahanda yang setiap saat mendo'akan ku dan memmberiku semangat, serta memberikan materi yang takkan terbalaskan jasanya
2. Kakanda yang selalu memberikanku motivasi serta materi
3. Keluargaku yang selalu memberikan do'a
4. Terimakasih pada teman seperjuanganku yang senantiasa memberiku saran selama kuliah
5. Terimakasih pada teman-temanku PP.Al Munawwir Komplek L yang tak perlu saya sebutkan satu persatu atas partisipasinya dan dukunganya

Tnanks for all



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan nikmat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ Analisa pengaruh waktu gesekan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada sambungan baja karbon rendah dan alumunium dengan metode pengelasan gesek (*friction welding*) “. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan S-I untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Shalawat dan salam selalu kita limpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam*, keluarga beliau, sahabat beliau serta orang-orang yang senantiasa mengikuti ajaran beliau dengan baik hingga akhir zaman.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini dapat penulis ucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir
3. Bapak Ir. Aris Widy Nugroho, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir
4. Staff Pengajar, Laboran dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
5. Segenap keluarga besar yang selalu memberikan dukungan baik material maupun spiritual
6. Teman-teman mahasiswa angkatan 2011 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
7. Teman-teman santri PP. Al Munawwir Komplek L

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna disebabkan karena kelemahan serta keterbatasan dari penulis, namun penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis serta pembaca. Amin

Yogyakarta, Desember 2015

Penyusun

Cahyo Apriyanto

20110130104

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL .....   | i    |
| HALAMAN PENGESAHAN .....                                      | ii   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN .....                                     | iv   |
| HALAMAN MOTTO .....   | v    |
| KATA PENGANTAR .....  | vi   |
| DAFTAR ISI .....  | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....   | x    |
| DAFTAR TABEL .....  | xii  |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....                             | xiii |
| INTISARI .....  | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                       | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                                     | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                                    | 3    |
| 1.3. Batasan Masalah .....                                    | 3    |
| 1.4. Tujuan Penelitian .....                                  | 3    |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                                 | 3    |
| BAB II DASAR TEORI .....                                      | 4    |
| 2.1. Kajian Pustaka .....                                     | 4    |
| 2.2. Dasar Teori .....  | 5    |
| 2.3. Pengelasan Gesek .....                                   | 6    |
| 2.3.1. Daerah Lasan .....                                     | 7    |
| 2.3.2. Keuntungan Las Gesek ( <i>Friction Welding</i> ) ..... | 8    |
| 2.3.3. Aplikasi Las Gesek .....                               | 9    |
| 2.4. Baja Karbon .....  | 10   |
| 2.4.1. Klasifikasi Baja Karbon .....                          | 10   |
| 2.4.2. Struktur Mikro .....                                   | 11   |
| 2.5. Baja Karbon Rendah .....                                 | 13   |
| 2.6. Aluminium .....  | 13   |
| 2.6.1. Pengertian Aluminium .....                             | 13   |

|   |    |
|---|----|
| 2.6.2. Struktur Mikro Aluminium.....                                    | 15 |
| 2.6.3. Sifat-Sifat Teknis Aluminium.....                                | 16 |
| 2.7. Pengujian Tarik .....  | 16 |
| 2.8. Pengujian <i>Metallografi</i> .....                                | 20 |
| BAB III METODE PENELITIAN.....  | 22 |
| 3.1. Diagram Alir Penelitian.....                                       | 22 |
| 3.2. Identitas Masalah.....   | 23 |
| 3.3. Perencanaan Penelitian .....                                       | 23 |
| 3.3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....                                 | 24 |
| 3.3.2. Persiapan Bahan dan Alat.....                                    | 24 |
| 3.3.3. Proses Pengelasan.....   | 28 |
| 3.3.4. Pembuatan Bentuk Spesimen .....                                  | 29 |
| 3.3.5. Proses Pengujian .....   | 30 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                       | 33 |
| 4.1. Hasil Pengelasan Gesek Secara Visual.....                          | 33 |
| 4.2. Hasil dan Pembahasan Waktu Gesek .....                             | 34 |
| 4.3. Hasil Analisa Struktur Makro dan Mikro .....                       | 35 |
| 4.3.1. Hasil Analisa Struktur Mikro pada Waktu Gesek 140 Detik<br>..... | 38 |
| 4.4. Hasil Dan Pembahasan Uji Tarik .....                               | 39 |
| 4.4.1. Hasil Analisa Pengajian Tarik .....                              | 40 |
| 4.4.2. Hasil Analisa Patahan Pada Pengelasan .....                      | 42 |
| BAB V KESIMPULAN .....  | 44 |
| 5.1. Kesimpulan.....  | 44 |
| 5.2. Saran .....  | 45 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1. Pengelasan Gesek 3 dimensi.....   | 7  |
| Gambar 2.2. Daerah Las .....  | 8  |
| Gambar 2.3. Hasil Sambungan-Sambungan Las Gesek .....   | 10 |
| Gambar 2.4. Struktur Mikro Baja Paduan .....  | 10 |
| Gambar 2.5. Struktur Mikro Baja Karbon Rendah.....  | 11 |
| Gambar 2.6. Struktur Mikro Aluminium Murni Dan Paduan .....   | 15 |
| Gambar 2.7. Profil Singkat Uji Tarik .....  | 17 |
| Gambar 2.8. Kurva Tegangan-Regangan .....   | 20 |
| Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....  | 24 |
| Gambar 3.2. Mesin Las Gesek.....  | 25 |
| Gambar 3.3. Mesin Bubut.....  | 25 |
| Gambar 3.4. Alat Pencekam Statik.....   | 26 |
| Gambar 3.5. Alat Uji Tarik.....   | 27 |
| Gambar 3.6. Alat uji struktur mikro dan Alat <i>polish</i> .....  | 27 |
| Gambar 3.7. Kamera Untuk Alat Uji Foto Makro.....   | 28 |
| Gambar 3.8. Spesimen Uji Tarik Standar <i>ASTM A 370 07a</i> , satuan (mm) .....  | 30 |
| Gambar 4.1. Hasil pengelasan gesek baja karbon rendah dan Aluminium .....   | 33 |
| Gambar 4.2. Spesimen Uji Tarik Baja Karbon Rendah dan Aluminium<br>Sesuai Standar <i>ASTM A 370-07a</i> .....   | 34 |
| Gambar 4.3. Gambar Struktur Makro dan Mikro Daerah <i>Interface</i> Sambungan<br>Aluminium (1) dan Baja Karbon Rendah (2) dengan Perbesaran<br>200x, (a) Waktu gesek 60 dt, (b) Waktu gesek 100 dt, (c) Waktu<br>gesek 140 dt ..... | 36 |
| Gambar 4.4. Struktur Mikro Daerah <i>Interface</i> Sambungan Aluminium (a)<br>dan Baja Karbon Rendah (b) dengan waktu gesek 140 detik<br>(perbesaran 200 $\mu$ m) .....   | 38 |
| Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Antara Waktu Gesek Dengan Tegangan<br>Tarik .....   | 41 |

Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Antara Waktu Gesek Dengan Tegangan  
Tarik Menurut Outsider ..... 41

Gambar 4.7. Foto Penampang Patahan Dengan Waktu Gesek (a) 60, (b) 100,  
(c) 140 Detik..... 42

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 3.1. Tabel Rancangan Penelitian Awal Pada Bahan Baja Karbon Rendah Dan Aluminium .....           | 24 |
| Tabel 4.1. Data Hasil Kekuatan Tarik Sambungan Aluminium Dan Baja Karbon Rendah Dengan Las Gesek ..... | 40 |

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

|                  |  |
|------------------|--|
| SMAW             | : <i>Shield Metal Arc Welding</i>                  |
| GMAW (MIG)       | : <i>Gas metal arc welding</i>                     |
| GTAW (TIG)       | : <i>Gas tungsten arc welding</i>                  |
| RSW              | : <i>Resistance spot welding</i>                   |
| OFW              | : <i>Oxyfuel Gas Welding</i>                       |
| OAW              | : <i>Oxyacetylene welding</i>                      |
| MPa              | : Satuan Tekanan                                   |
| AISI             | : <i>American Iron and Steel Institute</i>         |
| Rpm              | : <i>Revolutions Per Minute</i> (satuan kecepatan) |
| PVC              | : <i>Polyvinyl Choride</i>                         |
| DIN              | : <i>Deutsche Industrie Normen</i>                 |
| HAZ              | : <i>Heat Affected Zone</i>                        |
| Al               | : Aluminium  |
| SS               | : <i>Stainless Steel</i>                           |
| Cu               | : Tembaga  |
| Mg               | : Magnesium  |
| Si               | : Silikon  |
| Mn               | : Mangan   |
| Zn               | : Seng   |
| Ni               | : Nikel  |
| g                | : gram   |
| cm <sup>3</sup>  | : Sentimeter kubik                                 |
| k                | : Satuan berat                                     |
| <sup>0</sup> F   | : Satuan suhu Fahrenheit                           |
| <sup>0</sup> C   | : Satuan suhu Celcius                              |
| ASTM             | : <i>American System for Testing</i>               |
| N                | : Newton   |
| mm               | : Milimeter  |
| HNO <sub>3</sub> | : Asam Nitrat                                      |