

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH CAIRAN ETSA HNO_3 TERHADAP SAMBUNGAN *BRAZING* ANTARA *MILD STEEL* DAN ALUMINIUM SERI 6 DENGAN VARIASI WAKTU PENGETSAAN



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Progam Studi Strata 1
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:
EKO CAHYO NUGROHO
D200 160 003

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul “ **ANALISA PENGARUH CAIRAN ETSA HNO_3 TERHADAP SAMBUNGAN BRAZING ANTARA MILD STEEL DENGAN ALUMINIUM SERI 6 MENGGUNAKAN VARIASI WAKTU PENGETSAAN**” yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, Januari 2020

Yang Menyatakan



Eko Cahyo Nugroho

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “ **ANALISA PENGARUH CAIRAN ETSA HNO_3 TERHADAP SAMBUNGAN *BRAZING* ANTARA *MILD STEEL* DENGAN ALUMINIUM SERI 6 MENGGUNAKAN VARIASI WAKTU PENGETSAAN** ” telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Eko Cahyo Nugroho**

NIM : **D200 010 003**

Disetujui pada :

Hari : *Selasa*

Tanggal : *14 Januari 2020*

Pembimbing

Tugas Akhir



Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**ANALISA PENGARUH CAIRAN ETSA HNO_3 TERHADAP SAMBUNGAN BRAZING ANTARA MILD STEEL DENGAN ALUMINIUM SERI 6 MENGGUNAKAN VARIASI WAKTU PENGETSAAN**" telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Eko Cahyo Nugroho**
NIM : **D200 160 003**
Disahkan pada :
Hari : *Selasa*
Tanggal : *14 Januari 2020*
Dewan Penguji :
Ketua : Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D
Anggota 1 : M. Al Fatih Hendrawan, S.T., M.T.
Anggota 2 : Wijianto, S.T., M.Eng.Sc.



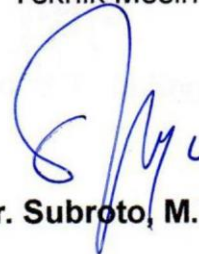
Mengetahui

Dekan
Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

Ketua Jurusan
Teknik Mesin



Ir. Subroto, M.T.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Nomor 023/II/2019 Tanggal 13 Februari 2019 tentang Pembimbing Tugas Akhir
dengan ini:

Nama : Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D

Pangkat / Jabatan : Lektor Kepala

Sebagai Pembimbing Tugas Akhir memberikan soal tugas akhir kepada
mahasiswa:

Nama : Eko Cahyo Nugroho

No Induk : D200 160 003

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/8

Judul/Topik : ANALISA PENGARUH CAIRAN ETSA HNO_3
TERHADAP SAMBUNGAN BRAZING ANTARA
MILD STEEL DENGAN ALUMINIUM SERI 6
MENGUNAKAN VARIASI WAKTU
PENGETSAAN

Rincian Soal/Tugas : Melakukan penyambungan *Brazing* aluminium seri
6 dengan *mild steel* dengan perlakuan etsa,
terhadap pengujian tarik, fotomikro dan fotomakro.

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana
mestinya.

Surakarta, 1 April 2019

Pembimbing



Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D

Keterangan :

Dibuat Rangkap Tiga (3)

1. Untuk Kajar (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

MOTTO & PESAN

“Hidup itu adalah pilihan, kita bisa merasa selalu kurang akan apa yang kita punya atau kita bisa selalu bersyukur atas apa yang kita punya”

(Nick Vujicic)

“Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan”

(Ali bin Abi Thalib)

“Musuh kita adalah kesempitan dan kedangkalan dalam berpikir”

(Emha Ainun Nadjib)

“Jika kau melakukan sesuatu dengan upaya terbaikmu, kau tidak akan cemas akan kegagalan yang kau hadapi”

(H. Jackson Brown, JR)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini kupersembahkan kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
2. Ibu dan Bapak, atas do'a dan ridho darimu. Akhirnya satu amanah terselesaikan dan sekarang berlanjut ke amanah lain yang Insyaa Allah keberkahan sudah siap di depan mata.
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan anugerah yang tiada terkira. Atas izin-Nyalah penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Dialah yang Maha Berilmu dan Maha Pemberi Ilmu bagi siapa saja yang dikehendaki-Nya.

Atas terselesaikannya tugas akhir ini, tidak mungkin dicapai tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, semangat dan nasihat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. dan Bapak Nurmutaha Agung Nugraha, S.T.,M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin UMS.
4. Bapak Agus Dwi Anggono, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Pembimbing tugas akhir, yang menjadi guru bagi saya. Yang mana telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Jajaran dosen dan staff di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh studi.
6. Haditya Catur Bhuwana Arigie, Ulfa Ahmad Aulia dan Muhammad Ulwan , teman seperjuangan dalam tugas akhir. Serta teman-teman yang selalu membantu dan memberikan dorongan maupun nasihat, yuswanto, budi sulistya, umar sahid, galang eka permana, ganesh putro pamungkas, tetra yogiarta, .
7. Sahabat dan teman dekat di Kelompok Studi Pasar Modal Universitas Muhammadiyah Surakarta.

8. Teman-teman Transfer Teknik Mesin UMS yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Allah senantiasa memberikan kita keberkahan dalam setiap amal perbuatan kita.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca, dan atas segala kekurangan yang terdapat dalam laporan ini penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap ada kritik dan saran yang bersifat membangun. Terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Surakarta, Januari 2020



Eko Cahyo Nugroho

**ANALISA PENGARUH CAIRAN ETSA HNO_3 TERHADAP
SAMBUNGAN BRAZING ANTARA MILD STEEL DENGAN ALUMINIUM
SERI 6 MENGGUNAKAN VARIASI WAKTU PENGETSAAN**

Eko Cahyo NUgroho, Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

E-mail: ekocahyonugroho93@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi saat ini pengerjaan logam menuntut adanya peningkatan dari segi desain dan rancangan struktur yang ringan dan kuat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan etsa dalam proses brazing antara mild steel dengan aluminium terhadap struktur micro dan sifat mekanik. Spesimen dalam penelitian ini digunakan aluminium seri 6000, mild steel, alusol ER4043, dan cairan etsa HNO_3 . Pada penelitian ini standart untuk pembuatan spesimen adalah ASTM D1002. Uji foto mikro dilakukan untuk membandingkan kondisi permukaan aluminium dan mild steel dengan dan tanpa perlakuan etsa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat dengan perlakuan etsa. Kekuatan tarik tertinggi pada perlakuan etsa 40 menit adalah 28,101 MPa. Sementara spesimen tanpa perlakuan etsa didapatkan kekuatan tarik lebih rendah sebesar 9.267 MPa. Pengujian foto mikro menghasilkan perbandingan yang signifikan antara logam dengan dan tanpa perlakuan etsa, dimana terlihat jelas celah atau pori – pori yang terlihat pada spesimen dengan perlakuan etsa selama 40 menit.

Kata kunci: Brazing, Perlakuan Etsa, Struktur Mikro, Kekuatan Tarik

IMPACT ANALYSIS ON ETSA FLUID HNO₃ AGAINST A BRAZING CONNECTION BETWEEN MILD STEEL AND 6 ALUMINIUM SERIES USING TIME MEASUREMENT

Eko Cahyo NUgroho, Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

E-mail: ekocahyonugroho93@gmail.com

ABSTRACT

The development of technology in today's metalworking demands an improvement in terms of design and designs of lightweight and robust structures. The purpose of this research is to know the effect of etching in the brazing process between mild steel and aluminium against micro structures and mechanical properties. Specimens in this study were used in 6000 series aluminium, mild steel, Alusol ER4043, and HNO₃ etching fluid. In this research standard for specimen making is ASTM D1002. Micro-photo test is done to compare the condition of aluminium surface and mild steel with and without etching treatment. The results showed that the tensile strength was increased by etching treatment. The highest tensile strength in the 40-minute etching treatment is 28.101 MPa. While the specimen without etching treatment is obtained lower tensile strength of 9,267 MPa. Microphoto testing resulted in a significant comparison between the metal and no etching treatment, where it was apparent that the gaps or pores were seen in the specimen with an etching treatment for 40 minutes.

Keywords: Brazing, Etching Treatment, Micro Structure, Tensile Strength.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR.....	v
MOTTO & PESAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kajian Pustaka.....	4
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Aluminium dan Karakteristiknya	6
2.2.2. Jenis-Jenis Aluminium.....	7
2.2.3. Baja.....	10
2.2.4. <i>Brazing</i>	13
2.2.5. <i>Etsa / Etching</i>	16
2.2.6. <i>Etchant</i>	17
2.2.7. Elemen proses <i>Brazing</i>	18
2.2.8. Logam Induk	18

2.2.9. Logam Pengisi.....	19
2.2.10. Reaksi Interfaial.....	20
2.2.11. Cacat <i>Brazing</i>	21
2.2.12. Pengujian Tarik	22
2.2.13. Analisis Struktur Mikro.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Diagram Alir Penelitian	27
3.2. Bahan Penelitian	29
3.3. Alat Penelitian.....	31
3.4. Sampel	36
3.5. Lokasi Penelitian	37
3.6. Prosedur Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Pengujian Tarik	43
4.1.1 Hasil Pengujian Tarik untuk Sambungan Aluminium dan <i>Mild steel</i> Tanpa Perlakuan Etsa	43
4.1.2 Hasil Pengujian Tarik untuk Sambungan Alumunium dan <i>Mild steel</i> dengan Perlakuan Etsa.....	45
4.1.3 Perbandingan Hasil Pengujian Tanpa Perlakuan Etsa dengan Perlakuan Etsa 40 menit (Hasil Terkuat).....	51
4.2 Hasil Pengujian Foto Mikro	53
4.2.1 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro pada Permukaan Alumunium Tanpa Perlakuan Etsa dengan Alumunium Perlakuan Etsa Selama 40 menit.....	54
4.2.2 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro pada Permukaan <i>Mild steel</i> Tanpa Perlakuan Etsa dengan Alumunium Perlakuan Etsa Selama 40 menit.....	55
4.2.3 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro pada Sambungan <i>Brazing Mild steel</i> dan Alumunium dengan Perlakuan Etsa Selama 40 menit.....	56
4.3 Hasil Pengujian Foto Makro.....	57
4.3.1 Analisa Hasil Pengujian Struktur Makro pada Sambungan <i>Brazing Mild Steel</i> dan Aluminium dengan Perlakuan Etsa Selama 20, 30, dan 40 menit	57

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan..... 59

5.2. Saran..... 60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil foto makro proses brazing antara Al dengan Stainless menggunakan filler Zn-15Al (a) Daerah las (b) Daerah penampang	6
Gambar 2.2 Persentase distribusi produksi aluminium diseluruh dunia tahun 1988	7
Gambar 2.3 hasil foto mikro sambungan <i>Brazing mild steel</i> dan alumunium dengan perlakuan etsa 40 menit.....	10
Gambar 2.4 Diagram keseimbangan fasa Fe-C.....	11
Gambar 2.5 (a) daerah permukaan sambungan; sudut <i>wetting</i> ; (b) <i>wettability</i> rendah (c) <i>wettability</i> tinggi.....	15
Gambar 2.6 Profil Dinding <i>Deep Etching</i>	17
Gambar 2.7 Proses penetrasi material B pada material A	21
Gambar 2.8 Cacat retak (cracks)	20
Gambar 2.9 Cacat porositas (voids).....	21
Gambar 2.10 Cacat inklusi	22
Gambar 2.11 Batas proporsionalitas dari kurva tegangan-regangan besi ulet.....	23
Gambar 2.12 Gejala luluh	24
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	27
Gambar 3.2 Plat aluminium setelah dipotong sesuai <i>standart</i> ASTM D1002	29
Gambar 3.3 Plat <i>stainless steel</i> setelah dipotong sesuai <i>standart</i> ASTM D1002	29
Gambar 3.4 Batang aluminium solder (alusol) yang digunakan sebagai <i>filler</i>	30
Gambar 3.5 Asam Nitrat (HNO ₃) sebagai etsa permukaan baja (<i>Mild steel</i>) dan permukaan Alumunium (Al)	31
Gambar 3.6 Alkohol/Etanol (C ₂ H ₅ OH) sebagai pelarut Asam Nitrat untuk etsa permukaan baja (<i>Mild steel</i>)	31

Gambar 3.7 Las Oxy Acetylene Welding (OAW)	32
Gambar 3.8 Mesin Uji Tarik	33
Gambar 3.9 (a) Mikroskop mikro, (b) Mikroskop makro Olympus SZX7	33
Gambar 3.10 Penggaris dan Marker	34
Gambar 3.11 Mesin Potong	34
Gambar 3.12 Sarung Tangan Latex.....	35
Gambar 3.13 Amplas	35
Gambar 3.14 Autosol	35
Gambar 3.15 Cetakan Plastik	36
Gambar 3.16 Resin dan Katalis	36
Gambar 3.17 Spesimen Uji Tarik	37
Gambar 3.18 Spesimen pengujian foto makro dan mikro	37
Gambar 3.19 Ukuran Spesimen Standar ASTM D1002.....	39
Gambar 3.21 Proses perlakuan etsa pada <i>Mild Steel</i> menggunakan Cairan etsa HNO_3 + Alkohol.....	40
Gambar 3.22 Proses perlakuan etsa pada aluminium menggunakan cairan etsa HNO_3	40
Gambar 4.1 Hasil pengujian tarik tiga spesimen uji geser sambungan <i>lap joint</i> antara aluminium dan <i>mild steel</i> tanpa perlakuan etsa	43
Gambar 4.2 Rata - rata hasil pengujian tarik tiga spesimen uji geser sambungan <i>lap joint</i> antara aluminium dan <i>mild steel</i> tanpa perlakuan etsa	44
Gambar 4.3 Hasil pengujian tarik geser sambungan aluminium dengan <i>mild steel</i> tanpa perlakuan etsa	45
Gambar 4.4 Hasil pengujian tarik sambungan <i>lap joint</i> antara <i>mild steel</i> dan aluminium dengan perlakuan etsa 20 menit.....	46
Gambar 4.5 Hasil pengujian tarik sambungan <i>lap joint</i> antara <i>mild steel</i> dan aluminium dengan perlakuan etsa 20 menit.....	47
Gambar 4.6 Hasil pengujian tarik sambungan <i>lap joint</i> antara <i>mild steel</i> dan aluminium dengan perlakuan etsa 30 menit.....	47

Gambar 4.7 Hasil pengujian tarik sambungan lap joint antara <i>mild steel</i> dan aluminium dengan perlakuan etsa 30 menit.....	48
Gambar 4.8 Hasil pengujian tarik sambungan lap joint antara <i>mild steel</i> dan aluminium dengan perlakuan etsa 40 menit.....	49
Gambar 4.9 Hasil pengujian tarik sambungan lap joint antara <i>mild steel</i> dan aluminium dengan perlakuan etsa 40 menit.....	50
Gambar 4.10 Hasil rata-rata pengujian tarik sambungan <i>lap joint</i> antara <i>mild steel</i> dan <i>aluminium</i> dengan perlakuan etsa	50
Gambar 4.11 Hasil perbandingan rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>lap joint</i> antara <i>mild steel</i> dan <i>aluminium</i> tanpa perlakuan etsa dengan perlakuan etsa selama 40 menit (hasil terkuat)	52
Gambar 4.12 Hasil pengujian tarik sambungan <i>stainless steel</i> dengan <i>stainless steel</i> (a) Tanpa perlakuan etsa (b) Dengan perlakuan etsa	53
Gambar 4.13 Hasil foto mikro aluminium dengan perbesaran 200x, (a) tanpa perlakuan etsa, (b) dengan perlakuan etsa selama 40 menit	54
Gambar 4.14 Hasil foto mikro mild steel dengan perbesaran 200x, (a) tanpa perlakuan etsa, (b) dengan perlakuan etsa selama 40 menit	55
Gambar 4.15 Hasil foto mikro sambungan brazing mild steel dan aluminium dengan perlakuan etsa 40 menit.....	56
Gambar 4.16 Hasil foto makro sambungan brazing mild steel dan aluminium dengan perlakuan etsa 20 menit.....	57
Gambar 4.17 Hasil foto makro sambungan brazing mild steel dan aluminium dengan perlakuan etsa 30 menit.....	57
Gambar 4.16 Hasil foto makro sambungan brazing mild steel dan aluminium dengan perlakuan etsa 40 menit.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelompok aluminium paduan tempa	10
Tabel 2.2 Klasifikasi baja karbon.....	12