

TUGAS AKHIR

ANALISIS SEM (*SCANNING ELECTRON MYCROSCOPE*) DAN FOTO MIKRO ANTARA SAMBUNGAN ALUMUNIUM SERI 6 DAN *MILD STEEL* DENGAN PERLAKUAN *DEEP ETCHING*



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

Disusun Oleh:
ULFA AHMAD AULIA
D200171214

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul **“ ANALISIS SEM (SCANNING ELECTRON MYCROSCOPE) DAN FOTO MIKRO ANTARA SAMBUNGAN ALUMUNIUM SERI 6 DAN MILD STEEL DENGAN PERLAKUAN DEEP ETCHING ”** 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, 26 Oktober 2019

Yang Menyatakan



Ulfa Ahmad Aulia

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “ **ANALISIS SEM (SCANNING ELECTRON MYCROSCOPE) DAN FOTO MIKRO ANTARA SAMBUNGAN ALUMINIUM SERI 6 DAN MILD STEEL DENGAN PERLAKUAN DEEP ETCHING** ” 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 : **Ulfa Ahmad Aulia**

NIM : **D200171214**

Disetujui pada :

Hari : *Senin*

Tanggal : *28 Oktober 2019*

Pembimbing
Tugas Akhir



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “**ANALISIS SEM (SCANNING ELECTRON MICROSCOPE) DAN FOTO MIKRO ANTARA SAMBUNGAN ALUMINIUM SERI 6 DAN MILD STEEL DENGAN PERLAKUAN DEEP ETCHING**” 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 : **Ulfa Ahmad Aulia**

NIM : **D200171214**

Disahkan pada :

Hari : *Sabtu*

Tanggal : *02 November 2019*

Dewan Penguji :

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

Anggota 1 : **Ir. Sunardi Wiyono, M.T**

Anggota 2 : **Agus Yulianto, S.T., M.T**

Mengetahui

Dekan

Fakultas Teknik



Ir. Subroto, 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 : Ulfa Ahmad Aulia

No Induk : D200171214

Jurusan/Semester : Teknik Mesin/8

Judul/Topik : ANALISIS SEM (*SCANNING ELECTRON MYCROSCOPE*) DAN FOTO MIKRO ANTARA SAMBUNGAN ALUMINIUM SERI 6 DAN *MILD STEEL* DENGAN PERLAKUAN *DEEP ETCHING*

Rincian Soal/Tugas : Melakukan penyambungan *Brazing* aluminium seri 6 dengan *mild steel* dengan perlakuan etsa, terhadap pengujian fotomikro dan SEM (*Scanning Electron Mycroscope*)

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

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S. Al-Baqarah: 286)

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?”

(Q.S. Ar-Rahman: 13)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetepilah bekerja keras (untuk urusan lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Q.S. Asy-Syarah: 6,7,8)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan.
Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya sederhana ini kupersembahkan kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini
2. Orang tua tercinta yang tidak henti – hentinya memberikan doa dan motivasi
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Sem (*Scanning Electron Mycroscope*) Dan Foto Mikro Antara Sambungan Alumunium Seri 6 Dan *Mild Steel* Dengan Perlakuan *Deep Etching*”**.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu , penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta atas segala do'a dan dukungan yang telah diberikan.
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T.,Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. H. Subroto, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, M.T. dan Bapak Nurmutaha Agung Nugraha, S.T.,M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin UMS.
5. 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.
6. Jajaran dosen dan staff di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh studi.
7. Haditya Catur Bhuwana Arigie, Eko Cahyo Nugroho 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, .

8. Sahabat dan teman dekat di Kelompok Studi Pasar Modal Universitas Muhammadiyah Surakarta.
9. Teman-teman Transfer Teknik Mesin UMS yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Allah senantiasa memberikan kita keberkahan dalam setiap amal perbuatan kita.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharap adanya kritik dan saran demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Surakarta, 26 Oktober 2019

Ulfa Ahmad Aulia

ANALISIS SEM (SCANNING ELECTRON MYCROSCOPE) DAN FOTO MIKRO ANTARA SAMBUNGAN ALUMINIUM SERI 6 DAN MILD STEEL DENGAN PERLAKUAN DEEP ETCHING

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan etsa dalam proses mematri baja aluminium-mildsteel untuk mikro-struktur dan sifat mekanik. Spesimen dalam penelitian ini digunakan aluminium seri 6000, mild steel, alusol ER4043, dan cairan etsa. 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. Uji SEM dilakukan untuk menganalisis kondisi permukaan aluminium dan mild steel lebih detail dan untuk menganalisis struktur mikro sambungan Brazing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat dengan perlakuan etsa, kekuatan tarik tertinggi adalah 27.924 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. Dengan menggunakan SEM, difusi yang terjadi pada sambungan Brazing dengan perlakuan etsa dapat terlihat, pemanasan dengan suhu tertentu menyebabkan reaksi difusi juga didukung dengan celah atau pori – pori yang terbuka pada permukaan logam akibat perlakuan etsa.

Kata kunci: Mematri, Celah, Scanning Electron Microscope, Difusi, Perlakuan Etsa.

ANALISIS SEM (SCANNING ELECTRON MYCROSCOPE) DAN FOTO MIKRO ANTARA SAMBUNGAN ALUMUNIUM SERI 6 DAN MILD STEEL DENGAN PERLAKUAN DEEP ETCHING

Abstract

The purpose of this research is to study research on the process of making aluminum-mildsteel steel for micro-structures and mechanical properties. Specimens in this study used 6000 series aluminum, mild steel, alusol ER4043, and etching liquid. In this study the standard for specimen preparation is ASTM D1002. Micro-photo tests were performed to compare the surface conditions of aluminum and mild steel with no etching preparation. The SEM test was carried out to analyze the surface conditions of aluminum and mild steel in more detail and to analyze the microstructure of the brazed joints. The results showed the tensile strength increased with etching safety, the highest tensile strength was 27,924 MPa. While specimens without etching handling obtained a lower tensile strength of 9.267 MPa. Micro-photo testing produces a significant rotation between metals with and without the help of etching, clearly visible cracks or pores visible in the specimen by etching for 40 minutes. By using SEM, the diffusion that occurs at the Brazing joint with the etching arrangement that can be seen, is equipped with a certain different temperature.

Keywords: *Brazing, Fissures, Scanning Electron Microscope, Diffusion, Etching Treatment.*

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 | xix |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 7 |
| 2.1. Tinjauan Pustaka | 7 |
| 2.2. Landasan Teori | 16 |
| 2.2.1. <i>Brazing</i> (Las Mematri)..... | 16 |
| 2.2.2. Elemen Proses <i>Brazing</i> | 21 |
| 2.2.3. Logam Induk | 22 |
| 2.2.4. Logam Pengisi | 22 |
| 2.2.5. <i>Fluks</i> | 23 |
| 2.2.6. Reaksi <i>Interfacial</i> | 24 |
| 2.2.7. Jenis Cacat yang terjadi pada proses <i>Brazing</i> | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.8. Aluminium | 30 |
| 2.2.9. Baja karbon | 37 |
| 2.2.10. <i>Etching</i> | 38 |
| 2.2.11. Pengujian Tarik | 40 |
| 2.2.12. Analisis Struktur Mikro | 46 |
| 2.2.13. Pengujian SEM | 47 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 51 |
| 3.1. Diagram Alir Penelitian | 51 |
| 3.2. Bahan Penelitian | 53 |
| 3.3. Alat Penelitian..... | 56 |
| 3.4. Sampel | 63 |
| 3.5. Lokasi Penelitian | 64 |
| 3.6. Prosedur Penelitian | 64 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 71 |
| 4.1 Analisis Pengujian Tarik | 71 |
| 4.1.1 Hasil Pengujian Tarik untuk Sambungan Aluminium dan <i>Mild steel</i> Tanpa Perlakuan Etsa | 71 |
| 4.1.2 Hasil Pengujian Tarik untuk Sambungan Alumunium dan <i>Mild steel</i> dengan Perlakuan Etsa | 73 |
| 4.1.3 Perbandingan Hasil Pengujian Tanpa Perlakuan Etsa dengan Perlakuan Etsa 40 menit (Hasil Terkuat) | 76 |
| 4.2 Hasil Pengujian Foto Mikro..... | 78 |
| 4.2.1 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro pada Permukaan Alumunium Tanpa Perlakuan Etsa dengan Alumunium Perlakuan Etsa Selama 40 menit..... | 78 |
| 4.2.2 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro pada Permukaan <i>Mild steel</i> Tanpa Perlakuan Etsa dengan Alumunium Perlakuan Etsa Selama 40 menit..... | 79 |
| 4.2.3 Analisis Hasil Pengujian Struktur Mikro pada Sambungan <i>Brazing Mild steel</i> dan Alumunium dengan Perlakuan Etsa Selama 40 menit..... | 81 |
| 4.3 Hasil Pengujian SEM..... | 82 |
| 4.3.1 Analisis Hasil Pengujian SEM untuk Cross Section Alumunium dengan Perlakuan Etsa 40 menit..... | 82 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.2 Analisis Hasil Pengujian SEM untuk Cross Section Permukaan Mild Steel dengan Perlakuan Etsa 40 menit . | 83 |
| 4.3.3 Analisis Hasil Pengujian SEM untuk <i>Brazing</i> antara Alumunium dan <i>Mild steel</i> dengan Perlakuan Etsa..... | 84 |
| BAB V PENUTUP | 87 |
| 5.1. Kesimpulan..... | 87 |
| 5.2. Saran | 88 |
| DAFTAR PUSTAKA | xx |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 SEM <i>fraktur morfologi</i> metode <i>Brazing</i> pada sisi <i>stainless steel</i> | 7 |
| Gambar 2.2 Fasa <i>intermetallics</i> setelah reaksi <i>solid-semi solid</i> pada suhu 652°C dan 655°C | 9 |
| Gambar 2.3 hasil foto mikro sambungan <i>Brazing mild steel</i> dan alumunium dengan perlakuan etsa 40 menit | 10 |
| Gambar 2.4 Mikrograf SEM dari sambungan a). <i>mild steel</i> dan filler alusol b). <i>alumunium</i> dan filler alusol dengan perlakuan etsa 40 menit | 11 |
| Gambar 2.5 SEM <i>filler</i> alusol tipe lembut | 12 |
| Gambar 2.6 Lapisan kuningan alusol dan aluminium dengan perbesaran 40x..... | 13 |
| Gambar 2.7 Lapisan kuningan dan alusol dengan perbesaran: (a) 500x; (b)2000x | 13 |
| Gambar 2.8 (a) daerah permukaan sambungan; sudut <i>wetting</i> ; (b) <i>wettability</i> rendah (c) <i>wettability</i> tinggi | 20 |
| Gambar 2.9 Mekanisme <i>Interdiffusion</i> | 25 |
| Gambar 2.10 Mekanisme difusi <i>vacancy</i> | 26 |
| Gambar 2.11 Mekanisme difusi <i>interstitial</i> | 26 |
| Gambar 2.12 Mekanisme perpindahan atom | 26 |
| Gambar 2.13 Mekanisme <i>diffusion bonding</i> | 28 |
| Gambar 2.14 Cacat retak (<i>crack</i>)..... | 29 |
| Gambar 2.15 Cacat <i>porosity</i> | 30 |
| Gambar 2.16 Cacat Inklusi | 31 |
| Gambar 2.17 Kurva Kurva pertambahan panjang-beban | 41 |
| Gambar 2.18 Batas proporsionalitas dari kurva tegangan-regangan besi ulet..... | 42 |
| Gambar 2.19 Gejala luluh | 43 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2.20 Skema pengujian SEM (Scanning Electron Microscope) ... | 49 |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian | 51 |
| Gambar 3.2 Plat aluminium setelah dipotong sesuai <i>standart</i> ASTM D1002 | 52 |
| Gambar 3.3 Plat <i>stainless steel</i> setelah dipotong sesuai <i>standart</i> ASTM D1002 | 54 |
| Gambar 3.4 Batang aluminium solder (alusol) yang digunakan sebagai <i>filler</i> | 54 |
| Gambar 3.5 Asam Nitrat (HNO ₃) sebagai etsa permukaan baja (<i>Mild</i> <i>steel</i>) dan permukaan Alumunium (Al) | 55 |
| Gambar 3.6 Alkohol/Etanol (C ₂ H ₅ OH) sebagai pelarut Asam Nitrat untuk etsa permukaan baja (<i>Mild steel</i>)..... | 56 |
| Gambar 3.7 Siklus kerja dan peralatan <i>Oksigen Asetilen Welding</i> | 56 |
| Gambar 3.8 Las <i>Oxy Acetylene Welding</i> (OAW) | 57 |
| Gambar 3.9 Mesin pengujian tarik/geser | 58 |
| Gambar 3.10 Mesin Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Mycroscope</i>) .. | 59 |
| Gambar 3.11 Mikroskop mikro | 59 |
| Gambar 3.12 Penggaris dan marker | 60 |
| Gambar 3.13 Mesin potong (<i>Shearing</i>)..... | 60 |
| Gambar 3.14 Amplas | 61 |
| Gambar 3.15 Sarung Tangan latex | 61 |
| Gambar 3.16 Lakban kertas..... | 62 |
| Gambar 3.17 Potongan pipa | 62 |
| Gambar 3.18 Resin dan katalis..... | 62 |
| Gambar 3.19 Autosol | 63 |
| Gambar 3.20 Mesin amplas | 63 |
| Gambar 3.21 Spesimen uji tarik..... | 63 |
| Gambar 3.22 Spesimen uji mikro, makro dan SEM | 64 |
| Gambar 3.23 Ukuran spesimen ASTM D 1002 | 65 |
| Gambar 3.24 Proses perlakuan etsa pada alumunium menggunakan cairan etsa HNO ₃ | 66 |
| Gambar 3.25 Proses perlakuan etsa pada baja MS menggunakan cairan etsa HNO ₃ dan alkohol..... | 66 |

| | |
|---|----|
| 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 | 71 |
| 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 | 72 |
| Gambar 4.3 Hasil pengujian tarik geser sambungan aluminium dengan <i>mild steel</i> tanpa perlakuan etsa | 73 |
| Gambar 4.4 Hasil rata-rata pengujian tarik sambungan <i>lap joint</i> antara <i>mild steel</i> dan <i>aluminium</i> dengan perlakuan etsa | 74 |
| Gambar 4.5 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>mild steel</i> dengan aluminium (a) perlakuan etsa 20 menit (b) perlakuan etsa 30 menit (c) perlakuan etsa 40 menit | 75 |
| Gambar 4.6 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 | 76 |
| Gambar 4.7 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>Aluminium</i> dengan <i>mild steel</i> (a) Tanpa perlakuan etsa (b) Dengan perlakuan etsa | 77 |
| Gambar 4.8 Hasil foto mikro aluminium pada <i>cross section</i> dengan perbesaran 200x, (a) tanpa perlakuan etsa, (b) dengan perlakuan etsa selama 40 menit | 78 |
| Gambar 4.9 Hasil foto mikro pada penampang permukaan aluminium dengan perbesaran 200x, (a) tanpa perlakuan etsa, (b) dengan perlakuan etsa selama 40 menit | 79 |
| Gambar 4.10 Hasil foto mikro <i>mild steel</i> pada <i>cross section</i> dengan perbesaran 200x, (a) tanpa perlakuan etsa, (b) dengan perlakuan etsa selama 40 menit | 80 |
| Gambar 4.11 Hasil foto mikro pada penampang permukaan <i>mild steel</i> dengan perbesaran 500x, (a) tanpa perlakuan etsa, (b) dengan perlakuan etsa selama 40 menit | 80 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.12 Hasil foto mikro sambungan <i>Brazing mild steel</i> dan alumunium dengan perlakuan etsa 40 menit | 81 |
| Gambar 4.13 Mikrograf SEM dari cross section permukaan <i>mild steel</i> dengan perlakuan etsa selama 40 menit dengan perbesaran 3000x | 83 |
| Gambar 4.14 Mikrograf SEM dari cross section permukaan alumunium dengan perlakuan etsa selama 40 menit dengan perbesaran 4000x | 84 |
| Gambar 4.15 Mikrograf SEM dari sambungan alumunium dan <i>filler</i> alusol dengan perlakuan etsa 40 menit perbesaran 9000x | 85 |
| Gambar 4.16 Mikrograf SEM dari sambungan <i>mild steel</i> dan <i>filler</i> alusol dengan perlakuan etsa 40 menit perbesaran 1500x | 86 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Klasifikasi baja karbon | 38 |
| Tabel 2.2 Daftar Etching Reagent..... | 40 |