

**PENGARUH VARIASI TEKANAN GESEK DAN TEKANAN TEMPA
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN
PADA *CONTINUOUS DRIVER FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER
PEJAL LOGAM BEDA JENIS (ALUMINIUM ALLOY 2024 T4 DENGAN
STAINLESS STEEL AISI 420)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk Derajat Sarjana Strata-1
pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:
Taufiq Wahyudi
20120130163**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI TEKANAN GESEK DAN TEKANAN TEMPA
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN
PADA *CONTINUOUS DRIVER FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER
PEJAL LOGAM BEDA JENIS (ALUMINIUM ALLOY 2024 T4 DENGAN
STAINLESS STEEL AISI 420)**

**Disusun oleh:
Taufiq Wahyudi
20120130163**

**Telah dipertahankan di depan tim penguji
Pada tanggal 3 Mei 2016**

Susunan Tim Penguji

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Totok Suwanda, S.T., M.T.
NIP. 19690304199603123054**

**Aris Widivo Nugroho, Ph.D.
NIP. 197003011995509123022**

Penguji

**Bambang Riyanta, S.T., M.T.
NIP. 19710124199603123025**

**Tugas akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh gelar sarjana teknik.**

Tanggal 3 Mei 2016

Mengesahkan

Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Novi Caroko, S.T., M.Eng.
NIP. 197911132005011001**

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah bagian dari disertasi bapak Totok Suwanda dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, April 2016

Taufiq Wahyudi

MOTTO

“jangan pernah menyepelkan shalat”

(Taufiq Wahyudi)

“Bilamana shalat seseorang itu baik maka baik pula amalnya, dan bilamana shalat seseorang itu buruk maka buruk pula amalnya”

(HR. Ath – Thabarani, sahih)

“Kami tidak bias mewariskan harta benda kepadamu, tetapi kami hanya bias mewariskan sedikit ilmu karena kelak ilmu yang kau miliki bias mengantarkanmu menuju kesuksesan”

(Ayahanda & Ibunda)

Eling kalawan Gusti lan tumindak welas asih marang pepadhan makhluk,

Begegegugeg-ugegmel-melsadulito

(Batharalsmaya/Semar)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. **Allah SWT.** Syukur Alhamdulillah atas segala kemudahan yang telah diberikan, semoga rohman dan rohim-Mu selalu mengiringi tiap langkah hamba-Mu yang lemah ini.
2. **Rasulullah SAW.** Terimakasih atas petunjuk dan keteladanan yang telah Engkau berikan hingga jiwa ini penuh dengan kedamaian dan keikhlasan.
3. **Ibunda dan Ayahanda tercinta, serta adikku Siti Nur Khasanah,** Terimakasih atas semua hampan cinta-kasih, doa-doa serta pengorbanan yang telah diberikan sehingga aku masih bias tetap tersenyum sampai saat ini. Atas setiap doa, keringat, rupiah, pengorbanan, setiap hal kecil yang telah tercurah kan dan mendidik anakmu yang Bengal ini dengan penuh kesabaran. Yang aku berikan ini tidak akan cukup untuk membalas semua yang telah kalian berikan.
4. **Almamaterku, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin–Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.** Yang telah mengantarkanku kejenjang pendidikan yang lebih tinggi.
5. **Semua teman-teman, saudara, adik-adik angkatan yang tidak bias saya sebutkan satu persatu,** saya ucapkan terimakasih atas bantuan dan kebersamaan kita selama ini.

INTISARI

Pengelasan yang banyak digunakan di industri adalah dengan mencairkan sebagian logam induk atau yang sering disebut dengan las fusi (*fusion welding*). Namun banyak permasalahan yang timbul dari las fusi. Adapun permasalahannya adalah : penyambungan pada silinder pejal, penyambungan dua jenis material yang berbeda, dan terdapatnya daerah *Heat Affected Zone* (HAZ) yang lebar. Untuk menanggulangi permasalahan yang timbul pada las fusi maka dikembangkanlah pengelasan dalam kondisi padat (*solid state welding*). Contoh dari *solid state welding* adalah las gesek, las tembak, las titik dan lain-lainnya. Penelitian las gesek (*friction welding*) dengan bahan *aluminium alloy* seri 2024 dan *stainless steel* seri 420 belum banyak dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dalam pengaruh tekanan gesek dan tekanan tempa terhadap sifat mekanik dan struktur mikro dengan material aluminium *alloy* 2024 T4 dan *stainless steel* AISI 420.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan mesin las gesek dimana dilakukan variasi tekanan gesek 25, 30, 35, 40 dan 45 MPa dan tekanan tempa 40 dan 60 MPa. Sedangkan parameter proses las gesek adalah kecepatan putarannya 1000 rpm. waktu geseknya 7,5 detik, waktu tempanya 75 detik. Pengujian yang dilakukan adalah uji metallografi dan uji sifat mekanik. Sifat mekaniknya meliputi uji kekuatan tarik, uji kekerasan pada daerah sambungan, HAZ, dan daerah logam induk. Analisa dilakukan dengan melihat perubahan struktur mikro dan perubahan sifat mekaniknya. Analisa dilakukan dengan melihat adanya perubahan struktur mikro dan perubahan sifat mekaniknya. Perubahan struktur mikro ini terjadi karena panas yang ditimbulkan akibat perbedaan tekanan gesek dan tekanan tempa yang diberikan.

Pada aluminium *alloy* 2024 T4 Terlihat terjadinya porositas yang dapat menurunkan kekuatan dan kekerasan. sedangkan pada *stainless steel* AISI 420 hanya sedikit mengalami porositas. Pada variasi tekan gesek 45 MPa, waktu gesek 7,5 detik, tekanan tempa 60 MPa dan waktu tempa 75 detik didapat nilai kekerasan pada aluminium *alloy* 2024 T4 dengan jarak 1 mm yaitu 133,7 VHN. Sedangkan pada aluminium dengan variasi tekanan dan jarak yang sama didapat nilai kekerasannya yaitu 187,3 VHN. Untuk kekuatan tarik pada variasi tekan gesek 45 MPa, waktu gesek 7,5 detik, tekanan tempa 60 MPa dan waktu tempa 75 detik adalah 123,169 MPa.

Kata Kunci : *Friction welding*, aluminium *alloy* 2024 T4 dan *stainless steel* AISI 420

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya penulis berhasil menyelesaikan skripsi dengan judul "PENGARUH VARIASI TEKANAN GESEK DAN TEKANAN TEMPA TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN PADA *CONTINUOUS DRIVER FRICTION WELDING* BAHAN SILINDER PEJAL LOGAM BEDA JENIS (ALUMINIUM *ALLOY 2024 T4* DENGAN *STAINLESS STEEL AISI 420*)"

Tugas Akhir 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 Tugas Akhir ini juga merupakan suatu bukti yang diberikan almamater dan masyarakat.

Banyak pihak yang telah membantu sampai selesainya Tugas Akhir ini, oleh karena itu pada kesempatan ini kami sampaikan tarimakasih kepada :

1. Allah SWT dan junjungan besarku, Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan ketenangan dalam jiwaku.
2. Bapak Novi Caroko, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang telah memberikan bimbingan.
3. Bapak Totok Swanda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
4. Bapak Aris Widyo Nugraha, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.
5. Bapak Wahyudi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis.

6. Bapak Bambang Riyanta, S.T., M.T. selaku Dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini.
7. Bapak dan Ibu tercinta beserta adik, anggota keluarga, dan orang - orang yang kami cintai atas doa dandukungannya.
8. Teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dan semangat.
9. Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, kami mengucapkan banyak terimakasih.

Kekurangan atau ketidak sempurnaan tentu masih ada, namun bukan sesuatu yang disengaja, hal tersebut semata – mata karena kekhilafan dan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Program studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, April 2016

Penulis,

Taufiq Wahyudi

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN..... | iii |
| MOTTO | iv |
| PERSEMBAHAN..... | v |
| INTISARI | vi |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR PERSAMAAN..... | xiv |
| DAFTAR NOTASI..... | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3. Batasan Masalah | 4 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 4 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Kajian Pustaka | 5 |
| 2.2. Dasar Teori..... | 7 |
| 2.2.1. Pengelasan Gesek (<i>Friction welding</i>)..... | 7 |
| 2.2.2. Daerah Lasan | 8 |
| 2.2.3. Keuntungan Las Gesek | 10 |
| 2.2.4. Aplikasi Las Gesek | 10 |
| 2.3. Aluminium Alloy 2024 T4..... | 11 |
| 2.3.1. Klasifikasi Aluminium <i>Alloy</i> 2024 T4..... | 11 |
| 2.4. <i>Stainless Steel</i> AISI 420 | 13 |
| 2.4.1. Klasifikasi <i>Stainless steel</i> AISI 420..... | 13 |

| | |
|---|-----------|
| METODOLOGI PENELITIAN | 15 |
| 3.1. Identifikasi Masalah..... | 15 |
| 3.2. Perencanaan Penelitian | 15 |
| 3.2.1. Waktu dan Tempat Penelitian..... | 16 |
| 3.2.2. Alat dan Bahan | 16 |
| 3.3. Persiapan Penelitian | 21 |
| 3.4. Pelaksanaan Penelitian..... | 21 |
| 3.5. Pelaksanaan Pengujian..... | 24 |
| 3.5.1. Pengujian <i>Metallografi</i> | 24 |
| 3.5.2. Pengujian Kekerasan..... | 25 |
| 3.5.3. Pengujian Tarik..... | 26 |
| 3.6. Diagram Alir Penelitian | 31 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1. Hasil Pengelasan Gesek Secara Visual | 32 |
| 4.2. Hasil dan Pembahasan Struktur Mikro | 33 |
| 4.3. Hasil dan Pembahasan Uji Kekerasan | 40 |
| 4.4. Hasil dan Analisa Pengujian Tarik | 44 |
| PENUTUP..... | 49 |
| 5.1. Kesimpulan | 49 |
| 5.2. Saran | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | 51 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Skema proses pengelasan gesek..... | 8 |
| Gambar 2.2. Daerah lasan | 9 |
| Gambar 2.3. Aplikasi las gesek..... | 11 |
| Gambar 3.1. Mesin <i>friction welding</i> | 17 |
| Gambar 3.2. Mesin Bubut..... | 17 |
| Gambar 3.3. Mesin Uji Tarik..... | 18 |
| Gambar 3.4. Mesin Uji kekerasan <i>Vickers</i> | 18 |
| Gambar 3.5. Mesin Uji Foto Micro..... | 19 |
| Gambar 3.6. <i>Saw Machine</i> | 19 |
| Gambar 3.7. Gerinda duduk..... | 19 |
| Gambar 3. 9. <i>Stop watch</i> | 20 |
| Gambar 3.10. Jangka sorong..... | 20 |
| Gambar 3.11. Skema mesin <i>friction welding</i> | 22 |
| Gambar 3.12. Profil singkat uji tarik..... | 27 |
| Gambar 3.13. Kurva tegangan - regangan. | 29 |
| Gambar 3.14. Spesimen uji tarik standar <i>JIS 2241</i> | 30 |
| Gambar 3.15. Diagram alir pengujian | 31 |
| Gambar 4.1. Hasil pengelasan gesek aluminium alloy 2024 T4 dan stainless steel AISI 420..... | 32 |
| Gambar 4.2. Posisi pengujian struktur mikro | 33 |
| Gambar 4.3. Posisi uji mikro dan struktur mikro..... | 34 |
| Gambar 4.4. Posisi uji mikro dan struktur mikro..... | 35 |
| Gambar 4.5. Posisi uji mikro dan struktur mikro..... | 36 |
| Gambar 4.6. Posisi uji mikro dan struktur mikro..... | 37 |
| Gambar 4.7. Posisi uji mikro dan struktur mikro..... | 38 |
| Gambar 4.8. Titik diambilnya nilai kekerasan..... | 40 |
| Gambar 4.9. Grafik profil kekeranan pada sambungan las gesek..... | 40 |
| Gambar 4.10. Grafik profil kekeranan pada sambungan las gesek..... | 42 |
| Gambar 4.11. Grafik kekuatan tarik terhadap tekanan gesek dan tekanan tempa | 45 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.12. Kurva beban – perpanjangan | 45 |
| Gambar 4.13. Foto penampang patahan..... | 47 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Sifat mekanik dari stainless steel 420. | 14 |
| Tabel 2.2. Titik lebur stainless steel. | 14 |
| Tabel 3.1. Tabel rancangan penelitian. | 16 |
| Tabel 4.1. Data hasil pengujian tarik. | 44 |

DAFTAR PERSAMAAN

| | |
|--|----|
| Persamaan 3.1. Menghitung konstanta pegas | 21 |
| Persamaan 3.2. Menghitung tekanan | 21 |
| Persamaan 3.3. Menghitung tegangan tarik maksimal..... | 21 |
| Persamaan 3.4. Rumus menghitung stress | 28 |
| Persamaan 3.5. Rumus menghitung strain | 28 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|---------------|------------------------------------|
| Al | = aluminium |
| Cu | = tembaga |
| Cr | = kromium |
| Fe | = besi |
| Mg | = magnesium |
| Mn | = mangan |
| Ti | = titanium |
| Zn | = seng |
| Si | = silicon |
| k | = konstantapegas (N/mm) |
| F | = gaya (N) |
| Δx | = perbedaanpanjang (mm) |
| P | = tekanan (MPa) |
| A | = luaspenampang (mm ²) |
| UTM | = <i>Universal Testing Machine</i> |
| σ_u | = tegangantarikmaksimal (MPa) |
| σ_y | = teganganluluh (MPa) |
| ε | = regangan |
| HAZ | = <i>Heat Effected Zone</i> |

DAFTAR LAMPIRAN

1. Spesifikasi Aluminium *alloy* 2024 T4
2. Spesifikasi Stainless steel AISI 420
3. Hasil pengujian kekerasan
4. Hasil pengujian tarik

