

**PENGARUH TEKANAN GESEK 1,38 – 4,14 MPa TERHADAP WAKTU LEBUR
DAN PENGARUH TEKANAN TEMPA 6,90 – 8,27 MPa TERHADAP KEKUATAN
TARIK PADA PENGELASAN GESEK DENGAN BAHAN *STAINLESS STEEL 304***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1
Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh :
FEBRI IRWANTO
20090130038**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH TEKANAN GESEK 1,38 – 4,14 MPa TERHADAP WAKTU LEBUR
DAN PENGARUH TEKANAN TEMPA 6,90 – 8,27 MPa TERHADAP KEKUATAN
TARIK PADA PENGELASAN GESEK DENGAN BAHAN STAINLESS STEEL 304**

Disusun Oleh:

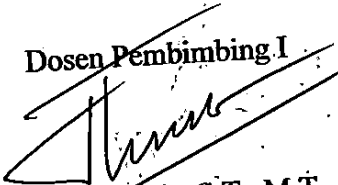
Febri Irwanto

20090130038

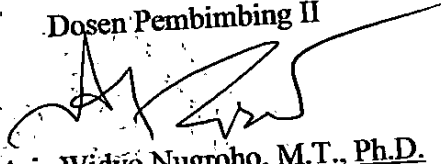
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 12 desember 2013

Susunan Tim Penguji


Dosen Pembimbing I


Totok Suwanda, S.T., M.T.
NIK: 123 024

Dosen Pembimbing II


Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D.
NIK: 123 022

Penguji


Bambang Riyanta, S.T., M.T.
NIK: 123 025

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

Tanggal 24 Desember 2013

Mengesahkan,

Ketua Progam Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

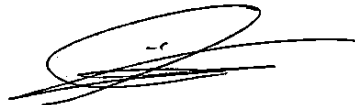


Novi Cahyo, S.T., M.Eng.
NIP. 19911132005011001

PERNYATAAN

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

Yogyakarta, 18 Desember 2013



Febri Irwanto
20090130038

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Laporan Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk :
Ibu tercinta yang berjuang sendiri untuk membiayai kuliah dari awal sampai akhir
demi meneruskan cita-cita besar almarhum Ayah.

HALAMAN MOTTO

Dan sempurnakanlah ukuran (takaran) apabila kamu mengukur, dan timbanglah dengan timbangan yang benar. Itulah yang paling utama dan lebih baik akibatnya. (Al-Qur'an, Surat Al isra' ayat 35)

Jangan memulai karena mudahnya, Tapi mulailah karena kebaikan, Jangan berhenti karena sulitnya, Tapi berhentilah ketika selesai.

Janganlah kamu berbohong karena akan datang kebohongan-kebohongan yang lain untuk menutupi kebohongan yang baru saja kamu lakukan.

Ketika pendapatmu tak didengar, saat itulah kamu belajar tentang cara menghargai.

Hidupilah Sahabatmu-sahabatmu dan jangan mencari hidup dari Sahabat-sahabatmu.

kecepatan Do'a untuk terkabul itu tergantung dari seberapa besar usaha kita, bahkan kecepatan DO'A untuk didengar tuhan dan dikabulkan bisa melebihi kecepatan CAHAYA jika kita berusaha dengan baik dan sungguh-sungguh.

Penyesalan Akan hari kemarin, dan ketakutan akan datangnya hari esuk adalah

KATA PENGANTAR

Wassalaamu'alikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Allhamdulillah rabbi'l'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan berjudul “ **PENGARUH TEKANAN GESEK 1,38 – 4,14 MPa TERHADAP WAKTU LEBUR DAN PENGARUH TEKANAN TEMPA 6,90 – 8,27 psi TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA PENGELASAN GESEK DENGAN BAHAN *STAINLESS STEEL 304***” sesuai yang diharapkan.

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan S-1 untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusun menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, diantaranya :

1. Almamater penyusun Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama Tugas Akhir.
5. Staff Pengajar, Laboran dan Tata Usaha Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Segenap keluarga besar yang telah memberikan dukungan baik material maupun spiritual.

8. Teman – teman mahasiswa angkatan 2009 jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Ibuku, ibu Suyatmi dan kakak-kakakku, Wiratmi, Wiyono dan Marjuki.
10. Kepada patner dan sahabat-sahabatku, Liya yhanuar tito styaningrum, Fitroh anugrah kusuma yudha, Riko wahyu, Nova stiawan, Santo ahmad yang telah memberikan dukungan, semangat dan kepercayaan.
11. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna disebabkan karena kelemahan serta keterbatasan kemampuan dari penulis namun penulis berharap laporan ini bermanfaat bagi pembaca. Amin.

Wassalaamu'alikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Yogyakarta, 27 Desember 2013

Penyusun



Febri Irwanto

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL -----	i
HALAMAN PENGESAHAN -----	ii
HALAM PERNYATAAN -----	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN -----	iv
HALAMAN MOTTO -----	v
KATA PENGANTAR -----	vi
DAFTAR ISI -----	viii
DAFTAR GAMBAR -----	xi
DAFTAR TABEL -----	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN -----	xv
INTISARI -----	xvi
BAB I PENDAHULUAN -----	1
1.1. Latar Belakang-----	1
1.2. Perumusan Masalah-----	2
1.3. Batasan Masalah-----	2
1.4. Tujuan Penelitian-----	2
1.5. Manfaat Penelitian-----	3
BAB II DASAR TEORI -----	4
2.1. Kajian Pustaka-----	4
2.2. Dasar Teori-----	4
2.2.1. Pengertian Pengelasan-----	4

2.2.1.2. Klasifikasi pengelasan gesek	5
2.2.2. Baja Tahan Karat (Stainless steel)	9
2.2.2.1. Pengertian Baja Tahan Karat (<i>Stainless Steel</i>) 304	10
BAB III METODE PENELITIAN	11
3.1. Diagram Alir Penelitian	11
3.2. Identifikasi Masalah	12
3.3. Perencanaan Penelitian	12
3.3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.3.2. Alat dan Bahan	14
a. Peralatan Pengelasan gesek dan Pengujian Tarik	14
b. Bahan penelitian	16
3.3.3. Pengelasan Gesek dan Pengujian tarik	17
3.4. Rencana Perhitungan dan Pembahasan	20
3.4.1. Pengujian Tarik	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAH	23
4.1. Hasil Pengelasan Gesek dan Uji Tarik	23
4.2. Hasil dan Pembahasan Waktu Lebur	26
4.2.1 Hasil	26
4.2.2 Pembahasan	27
4.3. Hasil dan Pembahasan Foto Makro dan Mikro Hasil Pengelasan Gesek	28
4.4. Hasil dan Pembahasan Uji Tarik	30
4.4.1. Hasil	30

BAB V PENUTUP	36
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1. Pembagian Pengelasan Berdasarkan Metode Kerja -----	5
Gambar 2.2. Proses <i>Linier friction welding</i> -----	5
Gambar 2.3. Proses <i>Stir friction welding</i> -----	6
Gambar 2.4. Proses <i>Rotary friction welding</i> -----	7
Gambar 2.5. Daerah pengelasan pada pengelasan gesek -----	7
Gambar 2.6. Proses <i>Rotary friction welding</i> -----	8
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian las gesek -----	11
Gambar 3.2. Mesin las gesek -----	14
Gambar 3.3. Mesin Bubut-----	15
Gambar 3.4. Alat Uji Tarik <i>SANS UTM</i> -----	15
Gambar 3.5. Urutan bahan dan spesimen penelitian -----	16
Gambar 3.6. Spesimen uji tarik standar <i>ASTM A 370-07a</i> , satuan (mm) -----	17
Gambar 3.7. Gambar hasil pengelasan gesek <i>stainless steel 304</i> -----	18
Gambar 3.8. Spesimen uji tarik <i>Stainless Steel</i> tanpa sambungan -----	18
Gambar 3.9. Spesimen uji tarik <i>stainless steel 304</i> -----	19
Gambar 3.10. Ilustrasi spesimen sebelum dan sesudah di uji tarik -----	20
Gambar 3.11. Kurva tegangan – regangan -----	21
Gambar 4.1. <i>Stainless Steel 304</i> hasil pengelasan gesek -----	23
Gambar 4.2. <i>Stainless Steel 304</i> hasil pembubutan sesuai setandar <i>ASTM</i>	

- Gambar 4.3.** Diagram hubungan antara variasi tekanan gesek dan waktu lebur rata-rata ----- 26
- Gambar 4.4.** Hasil pengelasan gesek pada tekanan gesek 1,38 MPa ----- 27
- Gambar 4.5.** Foto makro pada pengelasan gesek ulang bagian (1) kekuatan tarik tertinggi pada variasi tekanan tempa 8,27 MPa dan tekanan gesek 2,76 MPa, bagian (2) kekuatan tarik terendah pada variasi tekanan tempa 6,90 MPa dan tekanan gesek 2,07 MPa ----- 28
- Gambar 4.6.** Foto mikro dengan pembesaran 200 kali sekala 5 μm pengelasan gesek dengan variasi tekanan tempa 8,27 MPa, tekanan gesek 2,76 MPa, dengan (a) adalah foto mikro daerah Lasan dan (b) adalah daerah HAZ ----- 29
- Gambar 4.7.** Foto mikro dengan pembesaran 200 kali sekala 5 μm pengelasan gesek dengan variasi tekanan tempa 6.90 MPa, tekanan gesek 2.07 MPa, dengan (a) adalah foto mikro daerah Lasan dan (b) adalah daerah HAZ ----- 29
- Gambar 4.8.** Foto mikro dengan pembesaran 200 kali sekala 5 μm pada logam induk ----- 29
- Gambar 4.9.** Diagram hubungan antara pemberian tekanan tempa 6,90 – 8,27 MPa pada kekuatan gesek 1,38 – 4,14 MPa terhadap kekuatan tarik maksimal pada pengelasan gesek *stainless steel* 304 ----- 31
- Gambar 4.10.** Grafik hasil uji tarik dengan kekuatan tarik terendah pada pengelasan gesek *Stainless steel* 304 ----- 32
- Gambar 4.11.** Penampang patah spesimen hasil uji tarik dengan kekuatan tarik (A) Terendah, (B) Sedang, (C) Sedang, (D) *Stainless steel* 304

Gambar 4.12. Spesimen hasil las gesek dan tanpa sambungan setelah

.....

..

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1. Jenis dan Seri <i>stainless steel</i> -----	10
Tabel 3.1. Tabel rancangan penelitian pada bahan <i>Stainless steel 304</i> ---	13
Tabel 4.1. Hasil pengelasan gesek dan uji tarik dengan bahan <i>stainless steel 304</i> -----	25
Tabel 4.2. Hasil waktu lebur pada pengelasan gesek dengan variasi tekanan gesek -----	26

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

D	= diameter
C	= karbon
C _r	= kromium
Fe	= besi
M _{ol}	= <i>molybdenum</i>
N _i	= nikel
N	= nitrogen
M _n	= mangan
P	= posfor
S	= sulfur
σ_u	= tegangan tarik maksimal atau kekuatan tarik maksimal (N/mm)
P _u	= beban tarik
μ_m	= micrometer
F	= beban tarik (kN)
A ₀	= luas penampang awal (mm ²)
A _f	= luas penampang patah (mm ²)
ϵ	= regangan (%)
L ₀	= panjang awal (mm)
L _f	= panjang akhir (mm)
ASTM	= <i>American society testing material</i>
HAZ	= <i>heat affected zone</i>

INTISARI

Pengelasan gesek merupakan salah satu metode penyambungan material yang memanfaatkan panas yang timbul dari gesekan antara permukaan dua material. Penyambungan material secara metalurgi terjadi karena adanya gesekan antara material yang diputar dengan material disisi lain yang ditekan dengan tekanan tertentu yang menghasilkan panas, kedua material tersebut secara langsung dalam keadaan diam dan suhu tertentu ditambahkan tekanan untuk merekatkan kedua material. Besar tekanan pada saat gesekan dan setelah gesekan atau tekanan tempa akan mempengaruhi hasil dari pengelasan gesek.

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh variasi tekanan gesek 1,38 – 4,14 MPa pada manometer dongkrak terhadap waktu lebur bahan dan pengaruh tekanan tempa 6,90 – 8,27 MPa pada manometer dongkrak terhadap kekuatan tarik pada pengelasan gesek. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah silinder pejal *Stainless steel 304* diameter 12 mm dan panjang 125 mm. Bahan disambung menggunakan mesin las gesek yang dibuat dari modifikasi mesin bubut yang dimodifikasi, penyambungan dilakukan dengan variasi tekanan gesek 1,38 – 4,14 MPa dan variasi tekanan tempa 6,90 – 8,27 MPa. Setelah dilas gesek spesimen dibubut sesuai setandar *ASTM A 370-07a*, spesimen diuji tarik dengan menggunakan mesin uji tarik *SUNS UTM*. Morfologi dan struktur mikro dari pengelasan diamati dengan menggunakan mikroskop optik dan foto makro.

Hasil penelitian menunjukkan semakin besar tekanan gesek yang diberikan maka waktu lebur akan semakin cepat. Waktu lebur rata-rata tercepat pada tekanan gesek 4,14 MPa yaitu 39 detik dan waktu lebur rata-rata terlama pada tekanan gesek 2,07 MPa yaitu 220 detik. Dari pengamatan morfologi dan struktur mikro didapat bahwa terjadi porositas atau cacat berupa lubang pada daerah las dan jenis patahan yang terjadi pada las gesek stainless steel 304 ada getas dengan ditandai terbentuknya butiran kecil pada daerah lasan. Semakin besar tekanan tempa yang diberikan pada pengelasan gesek kekuatan tarik semakin besar. Kekuatan tarik tertinggi pada variasi tekanan tempa 8,27 MPa dengan tekanan gesek 2,76 MPa sebesar 378 MPa dan kekuatan tarik terendah pada tekanan tempa 6,90 MPa dengan tekanan gesek 2,07 MPa sebesar 225,8 MPa. masih diamati adanya porositas pada daerah sambungan las.

Kata kunci : Pengelasan gesek, waktu lebur dan kekuatan tarik

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengelasan adalah menggabungkan antara dua logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Berdasarkan karakter dan penggunaan logam banyak metode yang digunakan pada pengelesan logam. Pengelasan gesek merupakan salah satu metode penyambungan material yang memanfaatkan panas yang timbul dari gesekan antara permukaan dua material. Penyambungan material secara metalurgi terjadi karena adanya gesekan antara material yang diputar dengan material disisi lain yang ditekan dengan tekanan tertentu yang menghasilkan panas, kemudian pada kedua material tersebut secara langsung dalam keadaan diam dan suhu tertentu ditambahkan tekanan untuk merekatkan kedua material. Besar tekanan pada saat gesekan dan setelah gesekan atau tekanan tempa akan mempengaruhi hasil dari pengelasan gesek.

Kekurangan dan kendala yang ditemukan dalam pengelasan konvensional antara lain adalah Daerah *HAZ* pada pengelasan konvensional lebar sehingga banyak merubah sifat material yang akan dilas, peleburan dalam pengelasan tidak *uniform* antara tepi dan tengah sehingga kekuatan tidak maksimal, perlu adanya logam tambahan dalam pengelasan. Beberapa kendala dalam las konvensional dapat diatasi dengan penggunaan las gesek (*friction welding*). Beberapa peneliti tentang las gesek menyebutkan bahwa besaran putaran mempengaruhi kekuatan tarik las gesek (Satoto, 2011). Sedangkan waktu gesek berbanding terbalik dengan kekuatan tarik (Siddiq, 2013). Akan tetapi data tentang proses pengerjaan dalam pengelasan gesek sangat sedikit terutama pada tahapan atau cara pengelasan gesek yang mempengaruhi hasil pengelasan gesek yaitu pada tahapan pemberian tekanan pada saat gesekan dan tekanan setelah gesekan atau tekanan tempa. Oleh karena itu perlu adanya penelitian untuk memperoleh parameter parameter tersebut dalam pengelasan gesek sehingga dapat dijadikan sebagai acuan pada pengelasan gesek.

Baja tahan karat atau *stainless steel* mengandung unsur kromium yang

terjadinya oksidasi besi yang menyebabkan korosi pada besi. Baja tahan karat digunakan pada konstruksi yang memerlukan sifat anti korosi, kuat dan memiliki tampilan bagus, sehingga perlu adanya metode penyambungan yang sesuai agar tidak merubah sifat tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah dapat dirumuskan sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh tekanan gesek terhadap waktu lebur.
- b. Pengaruh tekanan tempa terhadap kekuatan tarik pada pengelasan gesek.

1.3. Batasan Masalah

Masalah dalam Penelitian dibatasi pada:

- a. Pengelasan gesek dilakukan dengan metode *rotary friction welding*.
- b. Tekanan gesek tekanan yang diberikan pada saat terjadi gesekan antar benda kerja yang digunakan adalah 1,38 – 4,14 MPa yang dibaca pada manometer dongkrak.
- c. Tekanan tempa atau tekanan yang diberikan setelah gesekan dan benda kerja dalam keadaan diam yang digunakan adalah 6,90 – 8,27 MPa yang dibaca pada manometer dongkrak.
- d. Waktu lebur atau waktu yang diberikan logam las untuk mencapai titik lebur akibat dari gesekan antar benda kerja diperoleh dari metode pengamatan secara visual ditandai dengan terjadinya deformasi pada benda kerja yang bergesekan.
 - a. Bahan yang digunakan adalah *Stainless steel 304*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah :

- a. Mengetahui pengaruh variasi tekanan gesek 1,38 – 4,14 MPa pada dongkrak terhadap waktu lebur bahan *Stainless steel 304*.
- b. Mengetahui pengaruh tekanan tempa 6,90 – 8,27 MPa pada dongkrak

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian las gesek adalah :

- a. Mengetahui bentuk penyambungan setelah dilakukan pengelasan gesek.
- b. Data dapat menjadi parameter pada kegiatan produksi yang menggunakan pengelasan gesek.
- c. Merupakan kesempatan untuk memperkaya ilmu dan memahami proses pengelasan gesek.
- d. Data dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya tentang pengelasan gesek.