

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN BAJA PEJAL KARBON RENDAH DENGAN BAJA PEJAL KARBON SEDANG MENGGUNAKAN METODE PENYAMBUNGAN *CONTINUOUS DRIVE FRICTION WELDING* (CDFW)

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh:

ACHID ABDULLAH

20140130212

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2019

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih
Lagi Maha Penyayang, skripsi ini saya
persembahkan untuk Bapak (Abdul Fatah) dan
Mamah (Hariyanti) yang tak pernah berhenti
memberi semangat dan mendo'akan yang terbaik
bagi penulis, untuk adik tersayang Salwa Ayu
Nanfitri yang selalu menjadi motivasi lebih untuk
penulis agar selalu menjadi contoh kakak yang
tauladan dan baik. Dan tak lupa juga kepada semua
teman-teman seperjuangan, terimakasih atas
motivasi, saran dan bantuan yang diberikan*

MOTTO

“Jika kalian berbuat baik, sesungguhnya kalian berbuat baik bagi diri kalian sendiri” (QS. Al-Isra:7)

“Berhentilah bersedih, sekuat apapun kamu menyesali jarum jam tidak akan pernah berputar ke kiri kamu tidak akan pernah bisa mengulangi apapun yang pernah terjadi karena kemarin adalah pengalaman esok adalah misteri”

“ believe in yourself”

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur pada Allah *Subhanallahhu wata'ala* yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul “**Pengaruh Variasi Waktu Gesek Terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Sambungan Baja Pejal Karbon Rendah dengan Baja Pejal Karbon Sedang Menggunakan Metode Penyambungan *Continous Drive Friction Welding (CDFW)***”. Pada dunia industri saat ini, penggunaan baja karbon telah banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan suatu komponen dalam suatu konstruksi, Karena baja karbon mempunyai sifat mekanik yang cukup baik dan harga relatif murah. Penyambungan dua material baja karbon rendah dan baja karbon sedang dapat menggunakan metode penyambungan *friction welding*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah logam baja pejal karbon rendah S20C dengan baja pejal karbon sedang S45C dengan ukuran diameter : 10 mm, dan dipotong sepanjang: 75 mm. Proses pengelasan menggunakan putaran mesin 1000 rpm. Parameter tekanan gesek yang digunakan pada penelitian ini yaitu 35 MPa, dengan (waktu gesek 4 , 6, dan 8 detik) dan tekanan tempa 70 MPa dengan waktu tekanan tempa 4 detik. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan *vickers* dan pengujian tarik.

Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dengan adanya dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penyusun tidak lupa menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berpartisipasi dalam penyusunan tugas akhir ini.

1. Allah SWT. yang telah memberi kemudahan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan dan menyusun Tugas Akhir ini.

2. Kedua orang tua tercinta dan kakak yang telah mendo'akan serta memberi dukungan semangat terus menerus.
3. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho. S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.
5. Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan dan bimbingan Tugas Akhir.
6. Bapak Cahyo Budiyanoro, S.T.,M.S.c selaku dosen penguji yang telah bersedia memberikan bimbingan dan saran yang sangat bermanfaat.
7. Laboran Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Teman-teman team *friction welding* yang telah membantu dan memberi semangat selama penelitian.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir, yang tak dapat kami sebutkan semua satu persatu.

Karena keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalaman, kami menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam Tugas Akhir kami ini. Maka kritik dan saran dari anda sangat kami harapkan untuk pengembangan selanjutnya. Besar harapan kami sekecil apapun informasi yang ada dibuku kami ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 10 Juli 2019

Achid Abdullah
NIM. 20140130212

DAFTAR ISI

<u>SKRIPSI</u>	1
<u>LEMBAR PENGESAHAN</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>HALAMAN PERNYATAAN</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>HALAMAN PERSEMBAHAN</u>	2
<u>MOTTO</u>	3
<u>KATA PENGANTAR</u>	4
<u>DAFTAR ISI</u>	6
<u>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</u>	12
<u>INTISARI</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>ABSTRACT</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB I PENDAHULUAN</u>	Error! Bookmark not defined.
1.1 <u>Latar Belakang</u>	Error! Bookmark not defined.
2.1 <u>Rumusan Masalah</u>	Error! Bookmark not defined.
3.1 <u>Batasan Masalah</u>	Error! Bookmark not defined.
4.1 <u>Tujuan Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
5.1 <u>Manfaat Penelitian</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>BAB II TINJUAN PUSTAKA</u>	Error! Bookmark not defined.
2.1 <u>Kajian Pustaka</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2 <u>Dasar Teori</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 <u>Las Gesek (<i>Friction welding</i>)</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 <u>Linear Friction Welding (<i>LFW</i>)</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 <u>Friction Stir Welding (<i>FSW</i>)</u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 <u>Kelebihan dan Kelemahan <i>Friction Welding</i></u>	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 <u>Continuous Drive Friction Welding (<i>CDFW</i>)</u>	Error! Bookmark not defined.

2.2.6	Aplikasi Pengelasan Gesek dalam Kehidupan Sehari-hari	Error! Bookmark not defined.
2.2.7	Baja Karbon	Error! Bookmark not defined.
2.2.8	Pengujian Struktur Mikro	Error! Bookmark not defined.
2.2.9	Pengujian Nilai Kekerasan	Error! Bookmark not defined.
2.2.10	Pengujian Tarik	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE PENELITIAN		Error! Bookmark not defined.
3.1	Identifikasi Masalah	Error! Bookmark not defined.
3.2	Perencanaan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan	Error! Bookmark not defined.
3.2.2	Variabel Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3	Pengadaan Alat dan Bahan	Error! Bookmark not defined.
3.3.1	Alat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4	Pelaksanaan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Proses Pembuatan Spesimen	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Proses Pengelasan Gesek	Error! Bookmark not defined.
3.5	Proses Pengujian	Error! Bookmark not defined.
3.5.1	Proses Pengujian Struktur Mikro	Error! Bookmark not defined.
3.5.2	Proses Pengujian Kekerasan	Error! Bookmark not defined.
3.5.3	Proses Pengujian Tarik	Error! Bookmark not defined.
3.6	Diagram Alir Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.7	Analisa Data	Error! Bookmark not defined.
4.1	Hasil Pengelasan gesek	Error! Bookmark not defined.
4.3	Hasil Pengujian Nilai Kekerasan	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP		Error! Bookmark not defined.
5.1	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN		Error! Bookmark not defined.
Lampiran 1 Foto Makro RAW material		Error! Bookmark not defined.
Lampiran 2 Foto Makro kondisi I variasi waktu 4 detik		Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 3 Foto Makro kondisi I variasi waktu 6 detik](#)**Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 4 Foto Makro kondisi I variasi waktu 8 detik](#)**Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 5 Foto Makro kondisi II variasi waktu 4 detik](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 6 Foto Makro kondisi II variasi waktu 6 detik](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 7 Foto Makro kondisi II variasi waktu 8 detik](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 8 Hasil pengujian kekerasan kondisi I....](#)**Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 9 Hasil pengujian kekerasan kondisi I....](#)**Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 10 Hasil pengujian kekerasan kondisi II](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 11 Hasil pengujian kekerasan kondisi II](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 12 Hasil pengujian kekuatan tarik RAW material ST42.....](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 13 Hasil pengujian kekuatan tarik RAW material S45C](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Lampiran 14 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi I variasi waktu 4 detik](#)
Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 15 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi I variasi waktu 4 detik](#)
Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 16 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi I variasi waktu 4 detik](#)
Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 17 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi I variasi waktu 6 detik](#)
Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 18 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi I variasi waktu 6 detik](#)
Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 19 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi I variasi waktu 6 detik](#)
Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 20 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi I variasi waktu 8 detik](#)
Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 21 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi I variasi waktu 8 detik](#)
Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 22 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi I variasi waktu 8 detik](#)
Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 23 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi II variasi waktu 4 detik](#)

Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 24 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi II variasi waktu 4 detik](#)

Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 25 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi II variasi waktu 4 detik](#)

Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 26 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi II variasi waktu 6 detik](#)

Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 27 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi II variasi waktu 6 detik](#)

Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 28 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi II variasi waktu 6 detik](#)

Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 29 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi II variasi waktu 8 detik](#)

Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 30 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi II variasi waktu 8 detik](#)

Error! Bookmark not defined.

[Lampiran 31 Hasil pengujian kekuatan tarik kondisi II variasi waktu 8 detik](#)

Error! Bookmark not defined.

Daftar Gambar

[Gambar 2.1 Proses *Linear Stir Welding*.....](#)**Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 2.2 Proses *Friction Stir Welding* \(Singh, 2012\).](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 2.3 Skema *Continuous Drive Friction Welding*.](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 2.4 Aplikasi pengelasan gesek metode rotary](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 2.5 Struktur mikro pada suatu logam paduan \(Nizam, 2014\)](#) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.6 Proses Indentasi *Hardness Vickers***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.7 Grafik tegangan - regangan (Sastranegara, 2010)...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.1 Gergaji Potong Mesin

Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.2 Mesin Bubut**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.3 Mesin Las Gesek**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.4 *Loadcell***Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.5 Mesin Uji Tarik**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 6 Gergaji Potong Manual**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.7 Mesin Poles**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.8 Mesin Struktur Mikro**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.9 Mesin Uji Kekerasan**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.10 Diagram alir penelitian**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Contoh hasil penyambungan kondisi I dan kondisi II dengan waktu gesek 4 detik, 6detik, 8detik.

36

Gambar 4.2 Diagram pemendekan rata-rata spesimen tiap variasi waktu gesek pada kondisi I**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Diagram pemendekan rata-rata spesimen tiap variasi waktu gesek pada kondisi II**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Hasil pengamatan struktur mikro kondisi I. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Hasil pengamatan struktur mikro kondisi II. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Spesimen pengujian nilai kekerasan kondisi I. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Spesimen pengujian nilai kekerasan kondisi II.**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 posisi titik pengujian nilai kekerasan (mm) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Grafik pengujian nilai kekerasan kondisi I **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Grafik pengujian nilai kekerasan kondisi II... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Contoh spesimen pengujian tarik kondisi I dan kondisi II..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Standar ukuran spesimen pengujian kekuatan tarik **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 Grafik perbandingan hasil pengujian Tarik tiap variasi waktu kondisi I dengan Raw material.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.14 Grafik perbandingan hasil pengujian Tarik tiap variasi waktu kondisi II dengan Raw material**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.15 Grafik perbandingan nilai kekuatan tarik kondisi I dan kondisi II dengan Raw Material**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.16 Hasil patahan proses pengujian tarik kondisi I**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.17 Hasil patahan proses pengujian tarik kondisi II**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi paduan baja S20C	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2 Sifat mekanis baja S20C	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.3 Komposisi paduan baja S45C	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.4 Sifat mekanis baja S45C	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Tabel hasil pengukuran panjang spesimen.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 Tabel hasil pengukuran panjang spesimen.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Hasil pengujian nilai kekerasan kondisi I.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Hasil pengujian nilai kekerasan kondisi II	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Nilai kapasitas beban tarik dan kekuatan tarik spesimen kondisi .	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6 Nilai kapasitas beban tarik dan kekuatan tarik spesimen kondisi .	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Nilai kekuatan tarik RAW material	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 Foto patahan pengujian tarik kondisi I..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 Foto patahan pengujian tarik kondisi II .	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

NOTASI

1. **P** = Beban pengujian kekerasan *vickers* (kgf)
2. **τ** = Kekuatan tarik (N/mm^2)
3. **A** = Luas penampang pipa (mm^2)
4. **θ** = Sudut diantara permukaan intan (136°)

SINGKATAN

1. **ASTM** = *American Standard Testing and Material*
2. **JIS** = *Japan Industrial Standard*
3. **VHN** = *Vickers Hardness Number*
4. **UTM** = *Universal Testing Machine*
5. **HAZ** = *Heat Affected Zone*
6. **BM** = *Base Metal*