

TUGAS AKHIR

KARAKTERISASI SAMBUNGAN *FRICTION STIR WELDING* UNTUK MATERIAL *POLYCARBONATE* DENGAN VARIASI KECEPATAN PUTAR MESIN DAN DIAMETER *PIN TOOLS*

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

ABDUL MAULANA
20150130037

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019



LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
KARAKTERISASI SAMBUNGAN *FRICTION STIR WELDING* UNTUK
MATERIAL *POLYCARBONATE* DENGAN VARIASI KECEPATAN
PUTAR MESIN DAN DIAMETER *PIN TOOLS*

Disusun Oleh :
ABDUL MAULANA
20150130037

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada Tanggal 23/07/2019
Susunan Tim Penguji :

Dosen Pembimbing 1

Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D
NIK. 19700307 199509 123022

Dosen Pembimbing 2

Cahyo Budiyanoro., S.T., M.Sc
NIK. 197110232 201507 123083

Dosen Penguji

Drs. Sudarisman., M.S.Mechs., Ph.D
NIP. 19590502 198702 1001

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal Juli 2019

Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Berli Paripurna Kamil, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D
NIK. 19740302 200104 123049

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abdul Maulana

NIM : 20150130037

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul :

KARAKTERISASI SAMBUNGAN *FRICTION STIR WELDING* UNTUK MATERIAL *POLYCARBONATE* DENGAN VARIASI KECEPATAN PUTAR MESIN DAN DIAMETER *PIN TOOLS* adalah bagian dari penelitian dosen pembimbing 1 Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D dan segala proses publikasi harus seizin dosen yang bersangkutan dan tugas akhir ini benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Penulis bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik bila ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 12 Juli 2019



Abdul Maulana
20150130037

MOTO

Sukses didapat bukan karena keberuntungan

Tapi,

Sukses didapat karena usaha dan kerja keras.

Selagi kita terus berusahadan kerja keras

Insy Allah

Sukses akan datang dengan sendirinya.

Sukses adalah berjalan dari kegagalan ke kegagalan lagi tanpa kehilangan
antusiasme (Winston Churchill)

Amalan yang lebih dicintai Allah adalah amalan yang terus – menerus dilakukan,
walaupun hanya sedikit (Nabi Muhammad S.A.W)

INTISARI

Polycarbonate adalah sekelompok polimer termoplastik yang mudah dibentuk dengan menggunakan panas. Plastik ini memiliki banyak keunggulan, seperti tahan panas yang lebih tinggi dari jenis plastik lainnya, tahan terhadap benturan, dan sangat jernih. Terkait dengan kasus ini, kebutuhan akan suatu bentuk pemrosesan pada suatu teknologi juga akan meningkat yang dapat diterapkan pada material, sehingga material tersebut lebih efisien. Salah satunya adalah metode *friction stir welding*. Karena metode ini memiliki potensi yang sangat tinggi dalam proses penyambungan termoplastik. Salah satu termoplastik adalah polikarbonat. Besar diameter *pin tools* dan kecepatan rotasi adalah faktor yang mempengaruhi hasil proses *friction stir welding*. Seperti sifat mekanik dan struktur material hasil sambungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh diameter *pin tools* dan kecepatan rotasi terhadap struktur material dan kekuatan mekanik pada *friction stir welding* menggunakan bahan *polycarbonate*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembaran *polycarbonate* dengan ketebalan 5 mm, panjang 150 mm dan lebar 100 mm. Penyambungan material dilakukan dengan kecepatan putar 985, 1660, 2350 rpm, kecepatan pemakanan 16 mm / menit, *depth of plunge* 4,8 mm, *pin tools* yang digunakan adalah silinder ulir dengan besar diameter 3 dan 4 mm. Pada penelitian ini dilakukan 3 (tiga) pengujian seperti pengujian tarik, pengujian kekerasan, dan pengujian struktur makro.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *pin tool* dengan diameter 4 mm mendapatkan hasil yang terbaik dimana pada hasil permukaan material terlihat lebih merata dan dilihat dalam struktur makro hanya mempunyai sedikit cacat pada pengelasan. Untuk nilai kekuatan tarik terbesar didapatkan 27,174 MPa dan nilai regangan 2,045 %. Sedangkan untuk base material nilai yang didapatkan untuk kekuatan tarik sebesar 82,87 MPa dan regangan 4,86 % dimana untuk nilai tertinggi dari hasil pengelasan didapatkan 32,791 % kekuatan tarik dan 42,078% regangan dari base material. Berdasarkan hasil yang diperoleh diatas, *pin tool* yang direkomendasikan adalah pin berukuran diameter 4 mm dan kecepatan putar mesin 985 rpm karena pada variasi ini didapatkan hasil permukaan dan sifat mekanik material yang lebih baik daripada variasi lainnya.

Kata kunci : *friction stir welding, polycarbonate, pin tool, base material feed rate, depth of plunge*

ABSTRACT

Polycarbonate is a group of thermoplastic polymer which one easily formed using heat. This plastic has many advantages, such as thermal resistant higher than other types of plastic, resistant to impact, and is very clear. related to this case, the need for a form of processing on a technology will also increase which can be applied to the material, so the material is more efficient. One of them is the friction stir welding method. Because this method has a very high potential in the thermoplastic joining process. One of the thermoplastic is polycarbonate. Pin tools diameter value and rotational speed are a factor which affects the results of the joining process of friction stir welding. such as mechanical properties and material structure of joint results. this research was conducted to determine the effect of pin tools diameter and rotational speed on material structure and mechanical strength on friction stir welding using polycarbonate.

The material used in this research is polycarbonate sheet with a thickness of 5 mm, length 150 mm and width 100 mm. Joining material is done with rotational speed of 985, 1660, 2350 rpm, feed rate of 16 mm/ minute, depth of plunge of 4,8 mm, the pin tool used is threaded cylinder with diameter value 3 and 4 mm. On this research 3 (three) tests were carried out including tensile testing, hardness testing, and macrostructure testing.

The results showed that using pin tools with a diameter of 4 mm got the best results where the surface results of the material looked more evenly distributed and seen in the macrostructure only had a slight defect in welding. For the value of the largest tensile strength obtained 27,174 MPa and strain value 2,045%. Whereas for base material the value obtained for tensile strength is 82,87 MPa and strain 4,86% where the highest value of welding results is obtained 32,791% tensile strength and 42.078% strain from the base material. Based on the results obtained above, the recommended pin tool is a 4 mm diameter and 985 rpm engine speed because in this variation surface results and material mechanical properties are better than other variations.

Keyword : *friction stir welding, polycarbonate, pin tool, base material feed rate, depth of plunge*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan anugrah dari-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Karakterisasi Sambungan *Friction Stir Welding* untuk Material *Polycarbonate* dengan Variasi Kecepatan Putar Mesin dan Diameter *Pin Tools*”**. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan besar kita, Nabi Muhammad SAW yang telah menunjukkan kepada kita semua jalan yang lurus berupa ajaran agama islam yang sempurna dan menjadi anugrah terbesar bagi seluruh alam semesta. Pada penelitian ini penulis melakukan sebuah penelitian terhadap material polycarbonate dengan hasil penelitian didapatkan nilai kekuatan tarik 32,791 % dari base materialnya.

Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan tugas akhir yang menjadi syarat untuk mencapai derajat Strata-1 pada Progam Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Disamping itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama pembuatan tugas akhir ini berlangsung sehingga dapat terealisasikanlah tugas akhir ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Penulis mengharapkan kritik dan saran terhadap tugas akhir ini agar kedepannya dapat penulis perbaiki. Karena penulis sadar, tugas akhir yang penulis buat ini masih banyak terdapat kekurangannya.

Yogyakarta, 12 Juli 2019

Abdul Maulana
20150130037

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Metode Pengambilan Data	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Pengelasan	8
2.2.2 Friction Stir Welding	9
2.2.3 Parameter Pengelasan	11
2.2.4 Polimer.....	11
2.2.5 Polycarbonate	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Diagram Alir Penelitian	13
3.2 Pengadaan Alat dan Bahan.....	14
3.2.1 Alat Penelitian	14
3.2.2 Bahan Penelitian	20

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.4 Proses Penelitian	21
3.4.1 Proses Pengelasan	21
3.5 Persiapan dan Pengujian Spesimen	23
3.5.1 Pengujian Tarik	24
3.5.2 Pengujian Kekerasan	26
3.5.3 Pengujian Struktur Makro	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Pengelasan FSW	28
4.1.1 Hasil Pengelasan dengan Parameter 985 rpm/3 mm	28
4.1.2 Hasil Pengelasan dengan Parameter 985 rpm/4 mm	29
4.1.3 Hasil Pengelasan dengan Parameter 1660 rpm/3 mm	29
4.1.4 Hasil Pengelasan dengan Parameter 1660 rpm/4 mm	30
4.1.5 Hasil Pengelasan dengan Parameter 2350 rpm/3 mm	30
4.1.6 Hasil Pengelasan dengan Parameter 2350 rpm/4 mm	31
4.2 Hasil Penelitian Struktur Makro	31
4.2.1 Hasil Parameter 985 rpm/3 mm	32
4.2.2 Hasil Parameter 985 rpm/4 mm	32
4.2.3 Hasil Parameter 1660 rpm/3 mm	33
4.2.4 Hasil Parameter 1660 rpm/4 mm	33
4.2.5 Hasil Parameter 2350 rpm/3 mm	34
4.2.6 Hasil Parameter 2350 rpm/4 mm	34
4.3 Hasil Pengujian Tarik	35
4.4 Hasil Pengujian Kekerasan	42
4.5 Fraktografi	44
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
UCAPAN TERIMAKASIH	52
LAMPIRAN	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Keterangan	Halaman
Gambar 2.1	Skema prinsip kerja FSW	10
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3.2	Mesin Milling	14
Gambar 3.3	Alat Uji Struktur Makro Olympus	15
Gambar 3.4	Alat Uji Tarik Zwick/Roell Z020	15
Gambar 3.5	Alat Uji Kekerasan Shore D Durometer	16
Gambar 3.6	Pin Tool	16
Gambar 3.7	Sketsa Pin Tool	17
Gambar 3.8	Mesin Potong	18
Gambar 3.9	Termometer	18
Gambar 3.10	Jangka Sorong	19
Gambar 3.11	Digital Tachometer DT- 2234C+	19
Gambar 3.12	Amplas	20
Gambar 3.13	Polycarbonate Sheet	20
Gambar 3.14	Sketsa Spesimen Uji Tarik	23
Gambar 3.15	Spesimen Uji Tarik	24
Gambar 3.16	Bentuk Indenter Uji Kekerasan	26
Gambar 4.1	Hasil Pengelasan 985 rpm/3 mm	28
Gambar 4.2	Hasil Pengelasan 985 rpm/4 mm	29
Gambar 4.3	Hasil Pengelasan 1660 rpm/3 mm	29

Gambar 4.4	Hasil Pengelasan 1660 rpm/4 mm	30
Gambar 4.5	Hasil Pengelasan 2350 rpm/3 mm	30
Gambar 4.6	Hasil Pengelasan 2350 rpm/4 mm	31
Gambar 4.7	Struktur Makro 985 rpm/3 mm	32
Gambar 4.8	Struktur Makro 985 rpm/4 mm	32
Gambar 4.9	Struktur Makro 1660 rpm/3 mm	33
Gambar 4.10	Struktur Makro 1660 rpm/4 mm	33
Gambar 4.11	Struktur Makro 2350 rpm/3 mm	34
Gambar 4.12	Struktur Makro 2350 rpm/4 mm	34
Gambar 4.13	Kurva Tegangan Regangan	35
Gambar 4.14	Grafik Kuat Tarik Rata – Rata	37
Gambar 4.15	Grafik Regangan Rata – Rata	39
Gambar 4.16	Grafik Modulus Elastisitas Rata – Rata	40
Gambar 4.17	Titik Pengujian Kekerasan	42
Gambar 4.18	Grafik Distribusi Kekerasan Titik Uji	43
Gambar 4.19	Grafik Nilai Kekerasan	43

	Strir Zone	
Gambar 4.20	Spesimen Setelah Uji Tarik	46
Gambar 4.21	Patahan Spesimen	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Keterangan	Halaman
Tabel 3.1	Sifat Mekanik Polycarbonate	20
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Tarik Terhadap Tegangan	36
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Tarik Terhadap Regangan	38
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Tarik Terhadap Modulus Elastisitas	40
Tabel 4.4	Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	41
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Kekerasan	42

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
FSW	Friction Stir Welding	-
σ	Tensile Strength	MPa
F	Gaya Tarik atau Beban	N
A_0	Luas Penampang Mula – Mula	mm ²
ϵ	Regangan	%
ΔL	Perubahan Panjang	mm
L ₀	Panjang Awal	mm
E	Modulus Elastisitas	MPa
ASTM	American Society for Testing and Material	-