

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Rudito  
Nim : 20150130072  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan bahwa penulisan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI BENTUK *PIN TOOL* TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING POLYPROPYLENE (PP)*”** merupakan bagian penelitian dari dosen pembimbing dan segala proses publikasi harus sejjin dosen yang bersangkutan. Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian sendiri bukan hasil *plagiarisme* dari penelitian pihak lain, terkecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada instansi manapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat dipertanggung jawabkan.

Yogyakarta, 2 Juli 2019

Yang menyatakan  
  
Muhammad Rudito  
20150130072



## PERSEMBAHAN



Ya Allah,

Waktu yang sudah saya jalani dengan jalan hidup yang sudah menjadi takdir saya, sedih, senang bertemu orang-orang yang memberi saya sejuta pengalaman, yang telah memberi warna-warni kehidupan saya. Saya bersujud dihadapan Mu. Engkau berikan saya kesempatan untuk bisa sampai di penghujung awal perjuangan saya.

Segala puji bagi Mu Yaa Allah, dalam setiap langkah, saya berusaha mewujudkan impian yang ada pada diri saya, meski belum semua itu saya raih insyaallah atas doa dan dukungan semua mimpi itu akan terjawab di masa penuh kehangatan nanti. Untuk itu saya persembahkan ungkapan terima kasih saya kepada semua orang yang sangat saya sayangi dan kasihi atas terselesainya karya sederhana ini.

### [Bapak dan Ibu tercinta]

Apa yang saya dapatkan hari ini, belum mampu membayar semua kasih sayang, kebaikan, kehangatan dan air mata yang kalian curahkan kepada saya. Terima kasih atas doa dan segala dukungan kalian, sehingga saya dapat menyelesaikan karya ini untuk menjadi bekal dalam menggapai cita-cita. Kelak cita-cita ini akan menjadi persembahan yang paling mulia untuk Ayah dan Ibu dan semoga dapat membahagiakan Ayah dan Ibu.

*"There are no words to describe how much I love you. Thank you for everything."*

**[Dosen Pembimbingku]**

*"Thank you for being such a good lecturer for me. I always learn from you that makes me a better person almost every single day."*

**[Teman-Teman Teknik Mesin Blok-B 2015]**

Teruntuk sahabat seperjuangan, Ornel, Mila, Allen, Abi Dhimas, Afandi(Paklek), Faiz (Boy), Erwin(Wowok), Dika, Febi(su'eb), Agung Sukoco, Trio, Tory, Hanafi, Ryan Adi, Septa, Ardi, Gilang, Masirul, Enggar, Hanif, Rospandi, Dimas dimcrut, Widodo, Vicky, Hadi (Sompret), Geriko, Faisal(pace) dan teman-teman teknik mesin 2015 dengan hadirnya kalian telah membuat saat-saat yang biasa menjadi istimewa. Rasa persaudaraan dan solidaritas yang kita pupuk selama ini, menjadi dukungan yang berarti untuk saya. Kuatkan tekad kawan, untuk menghadapi hari-hari yang lebih menantang untuk ditaklukkan

**(M Solidarity Forever)**

*"Keep your hopes up high and your head down low.  
Don't forget, trouble is your best friend. Ignore the fear and proceed your step."*

**[ Ashil Hirkahusna ]**

Thank you for the time we spent together, Thank you for never leaving me in the bad times, Thank you for understanding me, thank you for your patience, kindness, and thanks for accepting me. However, the most important is thanks for loving me like you love yourself.

**[Yang Terakhir]**

Visi tanpa tindakan adalah lamunan.

Tindakan tanpa visi adalah mimpi buruk.

Kesuksesan bukan dilihat dari hasilnya.

Tapi dilihat dari prosesnya.

Karena hasil di rekayasa dan dibeli.

Sedangkan proses selalu jujur menggambarkan siapa diri kita sebenarnya.

Hal yang paling menyakitkan di dunia ini adalah,

Ketika kita tidak bisa membahagiakan orang yang kita sayangi.

Learn from yesterday,

Live for today,

And hope for tomorrow.

*(Albert Einstein)*

Hanya coretan kecil ini yang dapat saya persembahkan untuk kalian semua. Atas segala kekurangan dan kesalahan, saya mohon maaf dari hati yang paling dalam.

**Muhammad Rudito.**

## MOTTO

كُتِبَ عَلَيْكُمُ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَن تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ  
خَيْرٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَن تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ  
وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ

*“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu,  
dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk  
bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”*

(QS. Al-Baqarah: 216).

يَا بَنِيَّ اذْهَبُوا فَتَحَسَّسُوا مِنْ يُوسُفَ وَأَخِيهِ وَلَا تَيَاسُوا مِنْ  
رَوْحِ اللَّهِ ۗ إِنَّهُ لَا يَيَّاسُ مِنْ رَوْحِ اللَّهِ إِلَّا الْقَوْمُ الْكَافِرُونَ

*“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya  
tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kafur”.*

(QS. Yusuf: 87)

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirrabbi'l' alamin, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunia yang dilimpahkan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir. Kurangnya penelitian pada penyambungan *polypropylene* menggunakan metode *friction stir welding* membuat susahnyanya untuk mencari area pengadukan pada *pin tool* yang baik sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk menghasilkan sambungan las yang kuat dan ulet. Dengan demikian penulis mengangkat topik penelitian dengan judul “ **PENGARUH VARIASI BENTUK PIN TOOL TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA PENGELASAN FRICTION STIR WELDING POLYPROPYLENE (PP).**” Saat proses pengelasan maupun penyusunan tugas akhir ini banyak kendala baik teknik maupun nonteknis yang dialami oleh penulis, tetapi hal ini tidak menyurutkan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.

Saya ucapkan terimakasih kepada semua orang yang berjasa dalam penyusunan tugas akhir seperti Bapak Ir. Aris Widiyo Nugroho, M.T., Ph.D. dan Bapak Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing dalam penulisan skripsi dan Bapak Totok Suwanda, S.T., M.T. selaku dosen penguji penelitian ini dan kepada Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Kaprodi Teknik Mesin UMY, kepada Bapak, ibu dan adek yang selalu memberikan dukungan dan kepada setiap pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan maupun kesalahan dalam penyusunan tugas akhir yang disebabkan oleh keterbatasan dalam pengetahuan. Maka dari itu kritik, saran dan masukannya sangat dibutuhkan oleh penulis. Besar harapan saya sekecil apapun informasi yang tertera diskripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak manapun.

**Wassalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh..**

## DAFTAR ISI

<a href="#">LEMBAR PENGESAHAN</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<a href="#">HALAMAN PERNYATAAN</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<a href="#">PERSEMBAHAN</a> .....	2
<a href="#">MOTTO</a> .....	5
<a href="#">KATA PENGANTAR</a> .....	6
<a href="#">DAFTAR ISI</a> .....	7
<a href="#">DAFTAR GAMBAR</a> .....	9
<a href="#">DAFTAR TABEL</a> .....	11
<a href="#">DAFTAR NOTASI</a> .....	12
<a href="#">DAFTAR LAMPIRAN</a> .....	13
<a href="#">INTISARI</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<a href="#">ABSTRACT</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<a href="#">BAB I</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1. <a href="#">Latar Belakang</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. <a href="#">Rumusan Masalah</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. <a href="#">Batasan Masalah</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. <a href="#">Tujuan Penelitian</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5. <a href="#">Manfaat Penelitian</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<a href="#">BAB II</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1. <a href="#">Kajian Pustaka</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. <a href="#">Dasar Teori</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3. <a href="#">Pengelasan</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4. <a href="#">Friction Stir Welding</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5. <a href="#">Aplikasi Friction Stir Welding penyambungan Material Polimer</a> ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
2.6. <a href="#">Polypropylene</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7. <a href="#">Kekerasan</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8. <a href="#">Kekuatan Tarik</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<a href="#">BAB III</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1. <a href="#">Diagram Alir Penelitian</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2. <a href="#">Pengadaan Alat dan Bahan</a> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.2.1.	<a href="#">Alat Penelitian</a>	Error! Bookmark not defined.
3.2.2.	<a href="#">Bahan Penelitian</a>	Error! Bookmark not defined.
3.3.	<a href="#">Waktu dan Tempat Penelitian</a>	Error! Bookmark not defined.
3.4.	<a href="#">Proses Penelitian</a>	Error! Bookmark not defined.
3.4.1.	<a href="#">Proses Pengelasan</a>	Error! Bookmark not defined.
3.5.	<a href="#">Pembentukan Spesimen</a>	Error! Bookmark not defined.
3.5.1.	<a href="#">Pengujian Tarik</a>	Error! Bookmark not defined.
3.5.2.	<a href="#">Pengujian Struktur Makro</a>	Error! Bookmark not defined.
3.5.3.	<a href="#">Pengujian Kekerasan Shore D</a>	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB IV</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.	<a href="#">Hasil Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i></a>	Error! Bookmark not defined.
4.2.	<a href="#">Hasil Penelitian Struktur Makro</a>	Error! Bookmark not defined.
4.3.	<a href="#">Hasil Pengujian Kekerasan</a>	Error! Bookmark not defined.
4.4.	<a href="#">Hasil Pengujian Tarik</a>	Error! Bookmark not defined.
<b>BAB V</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1.	<a href="#">Kesimpulan</a>	Error! Bookmark not defined.
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2.1 Proses pengelasan FSW \(Hussain, 2018\)](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 2.2 Diagram indenter durometer atau kaki presser pada shore A dan D](#)  
..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 2.3 Grafik hasil uji tarik kurva tegangan – regangan \(A\) Polimer .... getas  
\(B\) Polimer elastis \(C\)  
Elastomer](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian metode pengelasan Friction Stir Welding](#)  
..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.2 Mesin Milling Vertikal](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.3 Mesin uji tarik](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.4 Durometer digital shore D](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.5 Mikroskop Optik](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.6 Tachometer](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.7 a.\) Gergaji besi dan b.\) Gergaji kayu](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.8 Stopwatch](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.9 Kunci Pas](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.10 Termometer](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.11 Patar setengah lingkaran](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.12 Jangka Sorong](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.13 Pin Tool](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.14 Sketsa Pin tool \(a\) Pin segitiga, \(b\) Pin silinder runcing, \(c\) Pin  
silinder ulir](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.15 Polypropylene sheet](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.16 Proses pengelasan FSW](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.17 Hasil pemotongan spesimen untuk uji tarik](#).. **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.18 Hasil semua pemotongan spesimen uji tarik](#) **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.19 Dimensi spesimen uji tarik](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.20 Alat Mikroskop Optik](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.21 Alat uji shore D](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 3.22 Skema pengujian shore D](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.1 Hasil pengelasan pin segitiga](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.2 Hasil visual dari bagian samping dengan pin segitiga](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.3 Hasil pengelasan pin silinder ulir](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.4 Hasil visual dari bagian samping dengan pin silinder ulir](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.5 Hasil pengelasan pin silinder runcing](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.6 Hasil visual dari bagian samping dengan pin silinder runcing](#). **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.7 Hasil dibalik sambungan lasan](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.8 Hasil struktur makro pada lasan dengan pin segitiga, \(a\) Sisi atas perbesaran 6,7X, \(b\) Sisi atas perbesaran 20X, \(c\) Sisi samping perbesaran 15X, \(d\) Sisi Bawah perbesaran 20X](#) .. **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.9 Hasil struktur makro pada lasan dengan pin silinder ulir, \(a\) Sisi atas perbesaran 6,7X, \(b\) Sisi atas perbesaran 20X, \(c\) Sisi Samping perbesaran 15X, \(d\) Sisi bawah perbesaran 20X](#)... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.10 Hasil struktur makro pada lasan dengan pin silinder runcing,](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.11 Pengujian kekerasan shore D raw material](#)... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.12 Posisi titik uji kekerasan pada permukaan sambungan lasan](#) . **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.13 Grafik Perbandingan nilai hasil Uji Kekerasan shore D pada permukaan lasan di tiga titik](#).....**Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.14 Grafik Perbandingan nilai pembebanan maksimal dan pertambahan panjang dari hasil uji tarik dengan tiap variasi bentuk Pin Tool](#)  
.....**Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.15 Patahan spesimen setelah pengujian tarik](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.16 Grafik Tensile strength \(MPa\) dan Elongation \(%\) dari setiap variasi bentuk profil pin tool](#).....**Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.17 Patahan spesimen pada sambungan lasan dari hasil pengujian tarik](#)  
.....**Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.18 Patahan spesimen hasil uji tarik pada Raw material dan Perekat](#)  
.....**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

[Tabel 2.1 Variasi bentuk profil pin tool \(Payganeh dkk, 2011\)](#) ....**Error! Bookmark not defined.**

[Tabel 3.1 Optimasi Kecepatan translasi tool \(feed rate\)](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Tabel 3.2 Spesifikasi mikroskop optik](#) .....**Error! Bookmark not defined.**

[Tabel 3.3 Skala pengujian shore A dan D](#) .....**Error! Bookmark not defined.**

[Tabel 4.1 Sudut Distorsi pada spesimen variasi pin segitiga](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Tabel 4.2 Sudut Distorsi pada spesimen variasi pin silinder ulir](#)**Error! Bookmark not defined.**

[Tabel 4.3 Sudut Distorsi pada spesimen variasi pin silinder runcing](#)..... **Error! Bookmark not defined.**

[Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan Shore D](#) .....**Error! Bookmark not defined.**

[Tabel 4.5 Hasil Uji Tarik Pembebanan Maksimum](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

[Tabel 4.6 Hasil rata-rata Uji Tarik tegangan dan standar deviasi](#) ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR NOTASI

$\sigma$	=	Kekuatan Tarik (MPa)
F	=	Beban Tarik (N)
Ao	=	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )

$\Delta L$	=	Pertambahan Panjang (mm)
$(\epsilon)$	=	Rengangan
$L_0$	=	Panjang Awal
Stdev	=	Standar Deviasi
S1	=	Spesimen 1
S2	=	Spesimen 2
n	=	Putaran Mesin (rpm)
T	=	Tebal (mm)
W	=	Lebar (mm)

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1. Gambar spesimen uji tarik.....	58
LAMPIRAN 2. Spesimen uji tarik standar ASTM D 638 tipe I.....	59
LAMPIRAN 3. Gambar Desain Pin Tool Silinder Runcing.....	60

LAMPIRAN 4. Gambar Desain Pin Tool Segitiga.....	61
LAMPIRAN 5. Gambar Desain Pin Tool Silinder ulir.....	62