



**ANALISIS TEGANGAN PADA *FRICITION STIR WELDING TOOL*  
MENGUNAKAN *SOFTWARE CATIA***

**SKRIPSI**

Oleh

**Septian Reza Syah P  
NIM 071910101066**

**PROGRAM STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**ANALISIS TEGANGAN PADA *FRICTION STIR WELDING TOOL*  
MENGUNAKAN *SOFTWARE CATIA***

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Septian Reza Syah P**  
**NIM 071910101066**

**PROGRAM STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## **PERSEMBAHAN**

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS TEGANGAN PADA TOOL FRICTION STIR WELDING MENGGUNAKAN SOFTWARE CATIA”** Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT.
2. Rasulullah Nabi Muhammad SAW.
3. Bapakku M. Zainuri dan Ibuku Danik Sri Lestari yang selalu memberikan doa dan dukungan dari segi apapun, serta kasih sayang yang tidak pernah putus. Aku menyayangi kalian.
4. Eyang Kakung dan Eyang Putri terima kasih untuk kasih sayangnya
5. Kakakku Irni Irma Lini Lestari dan Yuda dwi Nugroho terima kasih atas doa dan bantuannya,
6. Rina Mulya Sari S.ked yang dengan tulus memberikan doa, kasih sayang dan semuanya. Juga Trisnawati Lia Kumala terima kasih atas doa, bantuan dan kasih sayang, aku menyayangi kalian.
7. Semua Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bapak. Mahros Darsin S.T.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama, Bapak. Sumarji S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbng Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini, Dosen Penguji I Bapak. Yuni Hermawan S.T.,M.T dan Dosen Penguji II Bapak. Ir. Fx Kristianta M.Eng.

8. Seluruh Guru-guruku dari TK, SD, SLTP, SMA dan Guru mengaji yang telah membimbing dengan sabar dan memberikan ilmu.
9. Seluruh staff dan karyawan Universitas Jember khususnya mas Taufik yang telah memberikan pengarahan dalam mempelajari software Catia.
10. Anggota tim FSW: Angger Suderajat S.T, Indra Permana S.T, Intan S.T, Sinung traa, trimakasih atas semangatnya.
11. Keluarga besar Seven Engine: M.K. Aditya Wardana, S.T., Ainur Rachman Yaqin S.T, Yoga Aldia Anggadippta S.T, Eristia Gita, Donnax Carneolla H., S.T., Intan Hardiatama S.T, alm. Rendhy Destya, Dicky Adi Tyagita, S.T., Dimas Dwi Kusuma, S.T., Fregi Madatya S.T, Debi Jois Heriyanto, Agil Sayekti, Wahyu Harmanto, Firman Dwi Wicaksono, Adi Sugianto, S.T., Yuliyus Ispriadi S.T, M. Alfian Arga S.T, Muhammad GZ, Rahmad Hari Efendy, Edi Kurniawan, S.T., Ari Firmansyah S.T, Bastian Dwi Agdianto, Ahmad Aufa Kamal, Pradhana Aji G.B.U., S.T., M. Fatah Yasin, Tri Handoyo S.T, Ahda Rizqi Maulana, Rio Mahadi Wibowo, S.T., Himawan Susanto, Ekik Yuris Wicaksono, Prima Yogie Aldelino, Windu Prasetiawan S.T, Edy Sultoni, Berry Marshal S.T, Anggi Febrianto, S.T., Zaenal Abidin S.T, Angger Sudrajat F.P S.T, Purbo Wahyu Veri Fadli S.T, Dimas Rizki Suryanto, Discovery Afrianto S.T, I Fata Sagedistira S.T, Ardhika Setiawan, Endika Surya Y.P S.T, Ayyub Hidayat, Diastian Vinaya W., S.T., M. Sigit Wijanarko, M. Sifak, S.T., **“sebuah persahabatan yang tidak pernah berakhir”**.
12. Keluarga KKT desa Badean, Rina Mulya Sari, Sofia Anggraini, Elis, Chan-Chan, Adit, Firman, dan Novi.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

## MOTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.  
(terjemahan Surat *Al Insyirah* ayat 5)<sup>\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup>Asy-Syifa'. 2010. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Septian Reza Syah Putra

NIM : 071910101066

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Analisis Tegangan Pada Tool Friction Stir Welding Menggunakan Software CATIA*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Juni 2012

Yang menyatakan,

Septian Reza Syah Putra

NIM. 071910101066

**SKRIPSI**

**ANALISIS TEGANGAN PADA *FRICTION STIR WELDING*  
TOOL MENGGUNAKAN *SOFTWARE CATIA***

Oleh

Septian Reza Syah P  
NIM 071910101066

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Mahros Darsin S.T.,M.Sc

Dosen Pembimbing Anggota : Sumarji S.T.,M.T

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul ” **Analisis Tegangan Pada *Friction Stir Welding Tool* Menggunakan *Software CATIA*** ” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

hari : Jumat  
tanggal : 22 Juni 2012  
tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim penguji

Ketua

Mahros Darsin S.T.,M.Sc  
NIP 19700322 199501 1 001

Anggota I

Yuni Hermawan, S.T., M.T.  
NIP 19750615 200212 1 008

Sekretaris

Sumarji S.T.,M.T  
NIP 19680202 199702 1 002

Anggota II

Ir. F X Kristianta, M.Eng.  
NIP 19650120 200112 1 001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 19610414 198902 1 001



## RINGKASAN

### **Analisis Tegangan Pada *Friction Stir Welding Tool* Menggunakan *Software CATIA*.**

Septian Reza Syah P 071910101066, 2012 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

*Friction Stir Welding* (FSW) merupakan proses pengelasan baru yang dipromosikan dengan sedikit biaya dan kualitas sambungan yang baik. Hal itu dikarenakan pengelasan tidak membutuhkan logam pengisi dan bisa menghilangkan sedikit cacat retak dan porositas. Prinsip FSW menggunakan *tools* yang berotasi dan bergerak melintas sehingga material terjadi penempaan pada pusat lasan menjadi lebur.

Dengan analisis menggunakan bantuan *software CATIA V5* kita dapat mengetahui simulasi tegangan yang terjadi pada tool friction stir welding, sehingga dapat terlihat jelas distribusi gaya yang terjadi pada tool friction stir welding. Hal ini dimaksudkan agar mendapatkan hasil maksimal serta analisis yang akurat.

Pengolahan data yang dilakukan menghasilkan gaya (F) saat diam sebesar 3108 N dan Selain gaya, juga terdapat moment puntir yang bekerja karena adanya putaran mesin milling. Moment puntir yang bekerja sebesar 68679 Nm, 54663 Nm, 47830 Nm pada putaran 780 rpm, 980 rpm, 1120 rpm.

Setelah dilakukan percobaan, diketahui tegangan tertinggi terjadi pada putaran 780 rpm sebesar  $1,9 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , sedangkan terendah terjadi pada putaran 1120 rpm sebesar  $1,31 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , sehingga *stainless steel AISI 310* aman.

## SUMMARY

modeling of stress in Friction Stir Welding Tool Using CATIA Software. Septian Reza Syah P 071910101066, 2012 Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Friction Stir Welding (FSW) is a new welding process that is promoted with minimal cost and good quality connection. It does not require welding filler metals and can eliminate the little cracks and porosity defects. The principle of FSW uses a rotating tool and move across to the forging material occurs at the center of the weld to be smelted.

Analysis using CATIA V5 software simulation helps our to can find the voltage that occurs in friction stir welding tool, so it can be seen clearly that the distribution of force occurs in friction stir welding tool. This is intended to get maximum results and accurate analysis.

Data processing is performed produces a force (F) at rest of 3108 N and the addition of style, there is also a torsional moment to work because of the round milling machine. The works of torsional moment are about 68679 Nm, 54663 Nm, 47830 Nm in rotation at 780 rpm, 980 rpm, 1120 rpm.

After the experiment, the highest rotation voltage inform occur at 780 rpm is  $1,9 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup>, while the lowest rotation occurred at 1120 rpm of  $1,31 \times 10^8$  N/m<sup>2</sup>, AISI 310 stainless steel safe.

## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kami panjatkan ke-Hadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **”Analisis Tegangan Pada *Tool Friction Stir Welding* Menggunakan *Software CATIA* “** sesuai yang diharapkan dan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Dalam penyusunan skripsi ini, penyusun tidak mungkin dapat menyusun skripsi ini sendiri, seperti manusia biasa yang ditakdirkan bahwa manusia tidak dapat hidup sendiri (manusia sebagai makhluk sosial). Banyak pihak yang telah memberikan bantuannya dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, melalui skripsi ini kami menghaturkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua saya terutama Ibu dan semua keluarga saya, yang telah dengan ikhlas memberikan segalanya demi kelancaran belajar saya;
2. Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Andi Sanata S.T., M.T Selaku ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember;
4. Mahros Darsin S.T.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Sumarji S.T. M.T selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini;
5. Yuni Hermawan S.T.,M.T, dan Ir. FX Kristianta, M.Eng selaku dosen penguji;
6. Semua Guru-guruku yang telah memberiku ilmu mulai dari Taman Kanak-kanak sampai Perguruan Tinggi;

7. Semua teman-teman Teknik Mesin terutama *Seven Engine 07*, terima kasih atas dukungan dan bantuannya;
8. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan orang lain atau pembaca skripsi ini. Dalam penyusunan skripsi ini penulis juga memiliki banyak kekurangan. Untuk itu, kami mengharap kritik atau saran yang membangun dari berbagai pihak guna penyempurnaan dalam penyusunan skripsi serupa. Akhirnya kami hanya dapat mengucapkan dan memohon ma'af yang sebesar-besarnya kepada semua pihak jika ada tindakan atau perkataan yang kurang baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja.

Jember, Juni 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Friction Stir Welding (FSW)</b> .....	4
<b>2.2 Rotasi Tool dan Kecepatan Melintang</b> .....	5
<b>2.3 Kedalaman Ceburan</b> .....	6
<b>2.4 Rancangan Tool</b> .....	7
<b>2.5 Klasifikasi Baja Tahan Karat (<i>Stainless Steel</i>)</b> .....	8
<b>2.6 CATIA (Computer Aided Three Dimensional Interactive Application )</b> .....	10
2.6.1 Tahapan analisa menggunakan software catia V5R14 ...	11

2.6.2	Kebutuhan Minimum .....	11
<b>2.7</b>	<b>Tegangan dan Regangan .....</b>	<b>11</b>
<b>2.8</b>	<b>Moment Puntir .....</b>	<b>12</b>
<b>2.9</b>	<b>Teori Kegagalan (<i>Theories of Failure</i>) .....</b>	<b>12</b>
2.9.1	Teori Kegagalan Tegangan Geser Maksimum .....	14
2.9.2	Teori Kegagalan Distorsi Energi Maksimum .....	15
<b>BAB 3.</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Alat dan Bahan .....</b>	<b>18</b>
3.2.1	Alat Percobaan .....	18
3.2.2	Bahan .....	18
<b>3.3</b>	<b>Metode Perancangan .....</b>	<b>19</b>
3.3.1	Gambar Teknik .....	19
3.3.2	Analisi Kekuatan Material .....	20
<b>3.4</b>	<b>Prosedur Penelitian .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Diagram Aliran Penelitian .....</b>	<b>21</b>
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Hasil Perhitungan .....</b>	<b>22</b>
4.1.1	Perhitungan Gaya (F) .....	22
4.1.2	Perhitungan Moment Puntir .....	24
4.1.3	Teori Kegagalan Distorsi Energi Maksimum (Maximum Distortion Energy Theory) .....	26
<b>4.2</b>	<b>Pembahasan .....</b>	<b>36</b>
4.2.1	Menggambar Part .....	36
<b>4.3</b>	<b>Pemasukan Data Material .....</b>	<b>39</b>
4.3.1	Pengasumsian .....	40
4.3.2	Komputasi .....	42
<b>4.4</b>	<b>Nilai Tegangan .....</b>	<b>43</b>
4.4.1	Tegangan <i>Von Misses</i> Terendah .....	45

4.4.2 Tegangan Von Misses Tertinggi .....	47
<b>4.5 Hasil Dari Kesimpulan Analisis .....</b>	<b>48</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>49</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>49</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>49</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Properties of material .....	19
4.1 Spesifikasi material stainless steel 310 .....	26
4.2 Distribusi Stress Principal pada putaran 780 rpm .....	27
4.3 Distribusi Stress Principal pada putaran 980 rpm .....	29
4.4 Distribusi Stress Principal pada putaran 1120 rpm .....	32
4.5 Nilai tegangan <i>von misses</i> max dan min .....	45

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Prinsip friction stir welding .....	5
2.2 Gerakan tool .....	6
2.3 Rancangan tool .....	8
2.4 Diagram tegangan-regangan.....	13
2.5 Lingkaran Mohr principal sebagai dasar teori kegagalan tegangan geser maksimum .....	15
2.6 Uji struktur material secara statis dengan menggunakan bantuan <i>software CATIA</i> (A) Nilai distribusi tegangan pada benda yang di uji ,(B) Benda uji yang diberi beban .....	16
4.1 Luasan pin dan shoulder .....	22
4.2 Jari-jari pin dan jari-jari shoulder .....	24
4.3 Distribusi Stress Principal pada putaran 780 rpm .....	27
4.4 Grafik <i>Stress Principal</i> pada putaran 780 rpm .....	28
4.5 Distribusi Stress Principal pada putaran 980 rpm .....	30
4.6 Grafik <i>Stress Principal</i> pada putaran 980 rpm .....	31
4.7 Distribusi Stress Principal pada putaran 1120 rpm .....	33
4.8 Grafik <i>Stress Principal</i> pada putaran 1120 rpm.....	34
4.9 Lembar kerja part design .....	37
4.10 Lembar kerja sketcher .....	37
4.11 Membuat lingkaran .....	38
4.12 Pembuatan ulir .....	39

4.13	Apply material.....	40
4.14	Pemberian material properties.....	40
4.15	Clamp restrain .....	41
4.16	Distribusi pembebanan .....	42
4.17	Distribusi moment.....	42
4.18(a)	Analisa tegangan Von Misses pada tool friction stir welding pada putaran 780 rpm .....	43
4.18(b)	Analisa tegangan Von Misses pada tool friction stir welding pada putaran 980 rpm .....	44
4.18(c)	Analisa tegangan Von Misses pada tool friction stir welding pada putaran 1120 rpm .....	44
4.19	Analisa tegangan Von Misses terendah pada tool friction stir welding pada putaran 1120 rpm.....	45
4.20	Analisa tegangan Von Misses tertinggi pada tool friction stir welding pada putaran 780 rpm.....	47