



**ANALISA TEGANGAN GESER BAHAN PADA PROSES  
PENGADUKAN DALAM PEMBUATAN PLASTIK  
BIODEGRADABEL BERBAHAN DASAR  
JARAK PAGAR**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Endika Surya Yuda Pratama**  
**NIM 071910101099**

**PROGRAM STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**



**ANALISA TEGANGAN GESER BAHAN PADA PROSES  
PENGADUKAN DALAM PEMBUATAN PLASTIK  
BIODEGRADABEL BERBAHAN DASAR  
JARAK PAGAR**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Endika Surya Yuda Pratama  
NIM 071910101099**

**PROGRAM STRATA I TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2011**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT sumber dari suara hati yang bersifat mulia, sumber ilmu pengetahuan dan sumber dari segala kebenaran yang senantiasa menuntunku dalam setiap langkah dan senantiasa menguatkanmu dalam menghadapi setiap tantangan.
2. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember
3. Kedua orang tuaku, Ibuku tersayang, Enny Kaswardya dan ayahanda Suryadi, S.H. yang telah menjadi sumber inspirasiku. Serta adikku tercinta Endiki Surya Wira Pratama, S.KG.
4. Dosen pembimbing saya Hari Arbiantara B., S.T., M.T., terima kasih bapak telah membimbing saya dalam penelitian ini, dan memberi saya kesempatan untuk melakukan hal yang terbaik dalam hidup saya, serta Santoso Mulyadi, S.T., M.T., terima kasih banyak bapak atas bimbingan dan bantuan yang diberikan selama ini demi kesempurnaan penulisan skripsi saya.
5. Annisa Reykaningrum, S.KM. Terima kasih atas segala cinta, kasih sayang, dukungan, dan doa yang telah diberikan
6. Teman-teman seperjuangan penelitianku, Rio M, Toni, Windu, Waone, Diastian, I Fatah, Fregi, Ardi, dan teman seangkatan 2007 lainnya, terima kasih atas kerjasamanya
7. Semua guru dan sahabatku yang tidak tersebut disini terimakasih atas semangat, dukungan serta doa yang diberikan, semoga Allah SWT membalas semua perbuatan baik kalian.

## MOTTO

“Allah tidak pernah mencabut sesuatu dari anda, kecuali Dia menggantinya dengan yang lebih baik. Tetapi itu terjadi bila anda bersabar dan tetap ridho dengan segala ketetapanNya”

( La Tahzan: 24 )

“Dia mengetahui apa yang di hadapan mereka dan apa yang di belakang mereka, dan mereka tidak mengetahui sesuatu apa pun tentang ilmu-Nya melainkan apa yang Dia kehendaki. Kursi-Nya meliputi langit dan bumi.

Dan Dia tidak merasa berat memelihara keduanya,  
dan Dia Mahatinggi, Mahabesar.”

(Q.S. Al-Baqarah: 255) \*)

“saat satu pintu tertutup, maka pintu lain akan terbuka...tapi terkadang kita melihat dan menyesali pintu yang tertutup tersebut terlalu lama, hingga kita tak menyadari ada pintu lain yang telah terbuka”

( Alexander Graham Bell )

“Kita menilai diri kita dari apa yang kita bisa lakukan, sedangkan orang lain menilai diri kita dari apa yang sudah kita lakukan, maka ketika kita Berpikir kita bisa melakukannya, maka lakukan segera! “

(Mario Teguh) \*\*)

## **PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Endika Surya Yuda Pratama

NIM : 071910101099

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul: “Analisa Tegangan Geser Partikel Bahan pada Proses Pengadukan dalam Pembuatan Plastik Biodegradabel Berbahan Dasar Jarak Pagar” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Endika Surya Yuda Pratama  
071910101099

**SKRIPSI**

**ANALISA TEGANGAN GESER BAHAN PADA PROSES  
PENGADUKAN DALAM PEMBUATAN PLASTIK  
BIODEGRADABEL BERBAHAN DASAR  
JARAK PAGAR**

Oleh

ENDIKA SURYA YUDA PRATAMA  
NIM 071910101099

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Hari Arbiantara, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Santoso Mulyadi, S.T., M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisa Tegangan Geser Partikel Bahan pada Proses Pengadukan dalam Pembuatan Plastik Biodegradabel Berbahan Dasar Jarak Pagar” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 11 Oktober 2011

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

### Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Hari Arbiantara B., S.T., M.T.  
NIP. 19670924 199412 1 001

Santoso Mulyadi, S.T., M.T.  
NIP. 19700228 199702 1 001

Anggota II,

Anggota I,

Ir. FX. Kristianta, M.Eng.  
NIP. 19650120 200112 1 001

Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T.  
NIP. 19600812 199802 1 001

Mengesahkan  
an. Dekan  
Pembantu Dekan I,

Mahros Darsin, S.T., M.Sc.  
NIP. 19700322 1995501 1 001

## RINGKASAN

**Analisa Tegangan Geser Bahan pada Proses Pengadukan dalam Pembuatan Plastik Biodegradabel Berbahan Dasar Jarak Pagar;** Endika Surya Yuda Pratama, 071910101099; 2011: 84 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Ekstrusi merupakan salah satu tahapan proses yang banyak digunakan dalam industri. Proses ekstrusi dapat dilakukan dengan menggunakan *single screw* ataupun *double screw*. Dalam penelitian ini dikembangkan *single screw* karena geometrinya yang lebih sederhana dan lebih banyak diaplikasikan. Pada proses ekstrusi dihasilkan tegangan geser yang akan merubah bentuk adonan/bahan sehingga tegangan geser merupakan parameter penting pada proses ekstrusi. Selain itu kecepatan aliran akan menentukan besarnya gradien tekanan, profil suhu, tegangan geser (*shear stress*) dan *residence time*.

Pendekatan analitis pada desain ekstruder mempunyai beberapa keterbatasan karena sangat sulit untuk menganalisa aliran pada bentuk ekstruder yang rumit. Pendekatan yang lebih baik untuk menganalisa pengaduk yang rumit tersebut adalah dengan menggunakan model matematis dan simulasi komputer. *FLUENT* adalah salah satu jenis program CFD yang menggunakan metode volume hingga. Semua fungsi yang dibutuhkan untuk menghitung suatu solusi dan menampilkan hasilnya dapat diakses pada *FLUENT* melalui menu yang interaktif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari tegangan geser partikel bahan pada beberapa kondisi proses ekstrusi dan juga untuk mengetahui distribusi tegangan, tekanan dan kecepatan di sepanjang ulir. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan untuk mendapatkan perhitungan tegangan geser yang optimum dalam proses ekstrusi, juga untuk memberikan informasi kepada pihak-pihak yang akan mendesain ulir ekstruder sebagai alat pengadukan.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) *GAMBIT 2.2.30* dan *ANSYS FLUENT 6.3.26*. Penelitian ini dilakukan dengan



membandingkan hasil tegangan geser, tekanan dan kecepatan aliran pada proses ekstrusi yang dihasilkan oleh ekstruder yang menggunakan screw dengan variasi kemiringan sudut ulir yaitu  $2,5^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$ , dan  $7,5^{\circ}$ . Kecepatan putar dari screw yang digunakan pada penelitian ini adalah 180 rpm.

Dari hasil simulasi menggunakan *software FLUENT* didapatkan nilai kecepatan aliran fluida rata-rata yang terbesar terjadi pada screw dengan sudut  $2,5^{\circ}$  yaitu sebesar 0,26417857 m/s sedangkan untuk sudut  $5^{\circ}$  dan  $7,5^{\circ}$  sebesar 0,2649498 m/s dan 0,2649498 m/s. Sedangkan untuk tekanan total terbesar dihasilkan pada ekstruder dengan screw sudut  $2,5^{\circ}$  yaitu sebesar  $1,2219334 \times 10^{17}$  Pa, sedangkan untuk screw sudut  $5^{\circ}$  dan sudut  $7,5^{\circ}$  sebesar  $1,2038339 \times 10^{17}$  Pa dan  $1,2038339 \times 10^{17}$  Pa. Untuk nilai tegangan geser pada partikel bahan, Semakin kecil sudut kemiringan pada ulir ekstruder maka tegangan geser yang dihasilkan pada partikel bahan akan semakin besar. Hal ini terjadi karena kenaikan dari viskositas bahan mempunyai presentasi yang paling besar pada screw dengan sudut kemiringan ulir yang semakin kecil.

## SUMMARY

**Analysis of Shear Stress at Stirring Process in Manufacturing of Biodegradable Plastic Made of Jatropha Curras;** Endika Surya Yuda Pratama, 071910101099; 2011: 84 pages; Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, The University of Jember.

Extrusion is one of the many stages of the process used in industry. Extrusion process can be done by using a single screw or double screw. In this study developed a single screw for a simpler geometry and more applied. In the extrusion process resulting shear stress will change shape materials so that the shear stress is an important parameter in extrusion processes. In addition the flow velocity will determine the amount of pressure gradient, temperature profile, shear stress and residence time.

Analytical approach to the design ekstruder has some limitations because it is very difficult to analyze the flow in the form of a complex ekstruder. A better approach to analyze the complex mixer is to use mathematical models and computer simulations. Fluent is a CFD program that uses the method to the volume. All the functions needed to calculate a solution and displays the results can be accessed at Fluent through the interactive menu.

The purpose of this research is to find the particle shear stress on the material conditions ekstrusion process and also to know the distribution of stress, pressure and velocity along the screw. The results of this study is expected to be used as consideration for the calculation of the optimum shear stress in the extrusion process, as well as to provide information to the parties who will design the screw as a means of stirring ekstruder.

This research was conducted by using software Gambit ANSYS Fluent 2.2.30 and 6.3.26. This research was conducted by comparing the results of shear stress, pressure and flow velocity in the extrusion process produced by the ekstruder use the screw with a variation in slope angle screw of  $2,5^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$  and  $7,5^{\circ}$ . The speed of play of

the screw used in this study was 180 rpm.

From the simulation results obtained using Fluent software fluid flow velocity value of the average of the largest occurred in screw with angle  $2,5^{\circ}$  is 0.26417857 m / s while for the angle  $5^{\circ}$  and  $7,5^{\circ}$  are 0.2649498 m / s and 0.2649498 m / s. As for the biggest total pressure generated on the screw ekstruder angle  $2,5^{\circ}$  is  $1,2219334 \times 10^{17}$  Pa, whereas for the screw angle  $5^{\circ}$  and  $7,5^{\circ}$  are  $1,2038339 \times 10^{17}$  Pa and  $1,2038339 \times 10^{17}$  Pa. For the value of shear stress on the material particles, smaller angle of screw of the extruder screw shear stress generated on the particle the greater the material. This occurs because the increases of the viscosity of the material has the greatest presentation on the screw with a screw angle smaller.

## PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Analisa Tegangan Geser Partikel Bahan pada Proses Pengadukan dalam Pembuatan Plastik Biodegradabel Berbahan Dasar Jarak Pagar*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi 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. Rektor Universitas Jember.
2. Hari Arbiantara, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Santoso Mulyadi. S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Ir. Dwi Djumhariyanto, M.T., dan Ir. Fx. Kristianta, M.Eng., selaku dosen penguji, terima kasih atas ilmu dan motivasi serta kesabaran dalam bimbingan selama ini.
4. Salahuddin Junus, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik, terima kasih atas ilmu dan motivasi dari awal hingga akhir masa studi.
5. Staf laboratorium mekatronika atas bantuan dan kerja samanya selama ini.
6. Orangtuaku tercinta, ayahanda Suryadi serta Ibunda Enny Kaswardya atas segala do'a, kasih sayang, perhatian serta pengorbanan yang tak terhingga selama ini.
7. Adikku Endiki Surya Wira Pratama, S.KG. atas segala semangat dan dukungan yang telah diberikan.
8. Teman-teman seperjuangan angkatan 2007, perjuangan ini terasa manis dengan dukungan serta doa dari kalian semua.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, 11 Oktober 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN .....	vii
SUMMARY .....	ix
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Perumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Ekstrusi .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Pengadukan dengan Menggunakan Ekstruder .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Mesin Ekstrusi Ulir Tunggal .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Konsep Tegangan .....</b>	<b>11</b>
<b>2.5 Hubungan Tegangan Geser dan <i>Shear Rate</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>2.6 Viskositas.....</b>	<b>17</b>
<b>2.7 Jarak Pagar ( <i>Jatropha Curras</i> ).....</b>	<b>18</b>

<b>2.8 Simulasi Komputer</b> .....	19
2.8.1 <i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i> .....	19
2.8.2 <i>GAMBIT</i> .....	24
2.8.3 <i>FLUENT</i> .....	25
<b>BAB 3. METODELOGI PENELITIAN</b> .....	27
<b>3.1 Waktu Penelitian</b> .....	27
<b>3.2 Jalannya Penelitian</b> .....	27
<b>3.3 Bahan dan Alat</b> .....	28
3.3.1 Bahan.....	28
3.3.2 Alat.....	28
<b>3.4 Metode Penyajian Data</b> .....	28
<b>3.5 Penentuan Desain Ulir Ekstruder</b> .....	28
<b>3.6 Desain Penelitian</b> .....	31
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	32
<b>4.1 Hasil Pemodelan Geometri pada <i>GAMBIT</i></b> .....	32
<b>4.2 Hasil Simulasi pada <i>FLUENT</i></b> .....	33
4.2.1 Kondisi Pemodelan .....	33
4.2.2 Kecepatan Aliran Bahan .....	38
4.2.3 Tekanan.....	42
4.2.4 Tegangan Geser Permukaan.....	44
<b>4.3 Analisa Hasil Perhitungan</b> .....	47
4.3.1 Perhitungan Viskositas, Shear Rate, Shear Stress.....	47
4.3.2 Perbandingan Nilai Viskositas .....	49
4.3.3 Perbandingan Nilai Shear Rate .....	50
4.3.4 Perbandingan Nilai Shear Stress .....	51
4.3.5 Perbandingan Nilai Nilai Kompresi Ratio .....	52
<b>BAB 5. KESIMPULAN</b> .....	54
<b>5.1. Kesimpulan</b> .....	54
<b>5.2. Saran</b> .....	54

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>
<b>LAMPIRAN - LAMPIRAN .....</b>	<b>58</b>



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Kimia Bungkil Biji Jarak Pagar .....	19
4.1 Perbandingan Nilai Kecepatan Aliran.....	41
4.2 Perbandingan Nilai Tekanan .....	43
4.3 Perbandingan Nilai Tegangan Geser Permukaan.....	46
4.4 Nilai Viskositas, Shear Rate, dan Shear Stress pada Sudut $2,5^0$ .....	47
4.5 Nilai Viskositas, Shear Rate, dan Shear Stress pada Sudut $5^0$ .....	48
4.6 Nilai Viskositas, Shear Rate, dan Shear Stress pada Sudut $7,5^0$ .....	48

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Ekstrusi logam.....	5
2.2 Jenis – Jenis Extruder.....	6
2.3 Hubungan Tegangan Geser dan Rpm. ....	8
2.4 Mesin Ekstrusi Ulir Tunggal.....	9
2.5 Tegangan Yang Bekerja pada Suatu Bidang.....	11
2.6 Harga <i>Shear Rate vs Shear stress</i> pada Fluida Newtonian dan Non-Newtonian .....	13
2.7 Hubungan <i>Shear Stress</i> dan <i>Shear Rate</i> Fluida Power Law pada Log-log Plot .....	14
2.8 Gambaran Umum Proses CFD.....	21
2.9 Bentuk Antarmuka CFD <i>FLUENT</i> .....	22
2.10 Gaya-Gaya Yang Terjadi dalam Arah X pada Suatu Elemen Fluida.....	24
2.11 Persamaan Konservasi Momentum.....	24
2.12 Bentuk Antarmuka <i>GAMBIT</i> .....	25
3.1 Geometri Ulir yang akan Digunakan dalam Penelitian.....	29
3.2 Ulir dengan Sudut Kemiringan $2,5^{\circ}$ .....	29
3.3 Ulir dengan Sudut Kemiringan $5^{\circ}$ .....	29
3.4 Ulir dengan Sudut Kemiringan $7,5^{\circ}$ .....	30
3.5 <i>Single Screw Extruder</i> .....	30
3.6 Diagram Alir Langkah Kerja .....	31
4.1 Hasil Pemodelan <i>Screw</i> pada <i>GAMBIT</i> .....	32
4.2 Hasil Diskritisasi <i>Screw</i> pada <i>GAMBIT</i> .....	33
4.3 Tahapan Simulasi pada <i>FLUENT</i> .....	34
4.4 Kondisi Pemodelan <i>Screw</i> pada <i>FLUENT</i> .....	35
4.5 Arah Pergerakan Fluida.....	37
4.6 Kontur Kecepatan.....	39

4.7 Grafik Kecepatan .....	40
4.8 Grafik Perbandingan Kecepatan .....	41
4.9 Grafik Tekanan Total .....	43
4.10 Kontur Tegangan Geser pada Dinding.....	46
4.11 Grafik Perbandingan Nilai Viskositas.....	50
4.12 Grafik Perbandingan Nilai Shear Rate.....	51
4.13 Grafik Perbandingan Nilai Shear Stress.....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Summary Report Proses Simulasi pada <i>FLUENT</i> .....	58
B. Hasil Perhitungan .....	68
C. Kontur dan Grafik Tekanan Statis dan Tekanan Dinamis .....	73
D. Tabel Tekanan Total Rata-rata .....	79
E. Grafik Tekanan Total Rata-rata .....	81