



**MAKALAH SEMINAR**

**Dimuat dalam Prosiding Seminar Nasional  
ISBN: 978-602-74127-4-3**

**Analisa Tegangan Geser  
Pada Proses Pengadukan Bahan Plastik Biodegradabel  
Menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD)**

**Hari Arbiantara, ST., MT  
Dr. Triana Lindriati**

**Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik  
Universitas Jember**

**Disampaikan pada Seminar Nasional Energi Telekomunikasi dan Otomasi  
di Bandung, Sabtu, 16 Desember 2017**



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
BANDUNG

**SEMINAR NASIONAL  
ENERGI TELEKOMUNIKASI DAN OTOMASI  
(SNETO) 2017**

# PROSIDING

**TEMA:  
PERKEMBANGAN TEKNOLOGI  
SISTEM OTOMASI DAN TELEKOMUNIKASI  
DALAM MENUNJANG PEMBANGUNAN ENERGI BARU**

Sabtu, 16 Desember 2017  
Gedung Fakultas Institut Teknologi Nasional Bandung



# Digital Repository Universitas Jember

- (Siti Saodah, Sri Utami, Yosep)
- 38 Prediksi Harga Sembako Menggunakan Metode Propagasi Balik Berbasis Web dan Perangkat Bergerak 38-1  
(Tedy Rismawan, Syamsul Bahri)
- 39 Pengembangan *Tools* untuk Praktikum Terbang *Longitudinal Static Stability Test* 39-1  
(Pramesthi Sukma Windratih, Ony Arifianto, Hari Muhammad)
- 40 Desain Pengembangan Listrik Pedesaan Menggunakan Energi Baru dan Terbarukan Provinsi Kalimantan Timur 40-1  
(Ipniansyah, Erry Yadie)
- 41 Simulasi Manuver *Split-S* Pesawat Tempur untuk Menghindari *Pure-Pursuit Guidance Missile* 41-1  
(Wildan Abiyya Sukarsono, Ony Arifianto)
- 42 Pemantauan Nilai Tegangan, Arus, dan Daya pada Panel Surya Berbasis *Web Database* 42-1  
(Irwan Dinata, Wahri Sunanda, Rika Favoria Gusa)
- 43 Perhitungan Daya Pemanas dan Tekanan pada Desain *Water Heating Tank* Untai FASSIP-02 43-1  
(Joko Prasetio Witoko, Dedy Haryanto, Mukhsinun Hadi Kusuma, Mulya Juarsa)
- 44 Perhitungan Ketebalan Minimum Isolasi Akibat Rugi Kalor pada *Water Heating Tank* Untai FASSIP-02 44-1  
(Giarno, Mukhsinun Hadi Kusuma, Mulya Juarsa, Anhar Riza Antariksawan)
- 45 Identifikasi Uang Kertas Rupiah Tidak Layak Edar Menggunakan Metode *Canny* dan *K-Nearest Neighbor* 45-1  
(Asep Nana Hermana, Yusup Miftahuddin, Muhammad Fajar Taufik)
- 46 Optimasi Kinerja Mesin Sepeda Motor Berbahan Bakar *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) 46-1  
(Nasrul Iminnafik, Moch. Edoward Ramadhan, Puji Kristianto, Khoirul Wasik, Ahmad Zainuri)
- 47 Deteksi Kualitas Telur Ayam Ras Konsumsi Menggunakan Metode *Histogram of Oriented Gradient* Berbasis Android 47-1  
(Nandisa Hafid El Muhsyii, Bambang Hidayat, Sjafril Darana)
- 48 Rancang Bangun Alat Penghitung Indeks Massa Tubuh Otomatis 48-1  
(Prima Widyawati W., Agung S.N., Basuki Rahmat)
- 49 Perancangan Kendali Beban Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis *Internet of Things* 49-1  
(Winasis, Azis Wisnu Widhi Nugraha, Wildan Syarifudin Fajar)
- 50 Kajian Karakteristik *Thermal* Mekanis pada Proses Fabrikasi Panel Komposit Partikel Limbah Padat Kopi 50-1  
(Dedi Dwilaksana, Imam Salahuddin)
- 51 Analisa Tegangan Geser pada Proses Pengadukan Bahan Plastik Biodegradabel Menggunakan CFD 51-1  
(Hari Arbiantara Basuki, Triana Lindriati)
- 52 Perbandingan Hasil Implementasi *Algoritma Weight Product* dan *Simple Additive Method* pada Penentuan Calon Perubahan Data Penerima Rastra (Beras Sejahtera) di Desa Huidu Gorontalo 52-1  
(T.P. Handayani, Lia Nurhayati, Rizal Lamusu)
- 53 Kalibrasi Sistem Pengukuran 53-1  
(Sabat Anwari)



# Analisa Tegangan Geser pada Proses Pengadukan Bahan Plastik Biodegradabel Menggunakan CFD

Hari Arbiantara Basuki<sup>1</sup>, Triana Lindriati<sup>2</sup>  
 Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember  
 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember  
 Email: hariarbi@yahoo.com

**Abstrak**—Pengembangan proses pembuatan plastik biodegradabel dalam proses kontinyu dapat dilakukan dengan menggunakan ekstruder *single screw* sebagai unit pengaduk dan cetak kompresi sebagai unit pembentuk. Pengembangan dapat dilakukan dengan memvariasikan geometri *single screw*, yaitu sudut helix dan rasio kompresi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai kecepatan aliran, laju geser, perubahan tekanan, viskositas dan tegangan geser pada campuran yang terjadi akibat perbedaan geometri *screw*. Proses perhitungannya bisa dilakukan dengan menggunakan Computerized Fluid Dynamic (CFD) salah satunya dengan program Fluent. Simulasi menunjukkan hasil bahwa telah terjadi kenaikan Nilai tegangan geser ( $\tau$ ) pada bahan yang diekstrusi, jika diberikan perlakuan peningkatan CR dan perbesaran sudut helix *screw*. Hal ini seiring dengan perubahan laju alir, dan perubahan tekanan pada masing-masing perlakuan.

**Kata kunci** : plastik biodegradabel, kecepatan aliran, laju geser, CFD

**Abstract**—The development of biodegradable plastics manufacturing process to a continuous process can be done by combining the single screw extruder as mixing and compression molding unit as forming units. Development can be done by varying the extruder screw geometry, is the angle Helic and the compression ratio. The purpose of this study was to determine the value of flow velocity, shear rate, changes in pressure, viscosity and shear stress are acceptable mixture with screw geometry differences. The process of calculation can be performed using Computerized Fluid Dynamic (CFD) one of them with the program Fluent. The simulation shows the result that CR treatment and magnification of helix screw angle successfully increase the shear stress value ( $\tau$ ) on the extruded material. This is in line with changes in flow rate, and pressure changes in each treatment.

**Keyword** : Biodegradable plastic, flow velocity, shear rate, CFD.

## PENDAHULUAN

Salah satu kendala pengembangan biodegradable plastik adalah belum tersedianya teknologi berupa proses kontinyu dengan skala besar. Beberapa penelitian telah mengembangkan proses *compression molding* dalam pembuatan biodegradable plastik. Akan tetapi proses

*compression molding* memerlukan perlakuan pendahuluan yang memerlukan waktu dan proses yang cukup lama [2]. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan mengembangkan ekstruder ulir tunggal sebagai unit pengaduk.

Pengadukan intensif dapat digunakan sebagai pengganti perlakuan aging, bahkan film yang dihasilkan memiliki karakter lebih baik [3]. Salah satu alat pengaduk yang banyak diaplikasikan dalam pengolahan plastik adalah *screw ekstruder* [5]. Pengadukan dengan ekstruder memiliki beberapa kelebihan diantaranya: pengadukan lebih intensif dan lebih hemat energi, serta memperkecil kemungkinan masuknya gelembung udara pada adonan [6]. Dalam prosesnya, bahan baku polimer berbentuk pellet dimasukkan kedalam hopper dan digerakkan melalui barrel dengan menggunakan sebuah poros berulir yang berbentuk helical (*screw conveyor*) dan kemudian dihantarkan hingga ke cetakan (*die*).

Pengaruh gaya geser (*shear*) yang ditimbulkan *screw* pada *screw extruder* akan mempengaruhi agregasi molekul. Gaya *shear* dipengaruhi oleh konfigurasi ulir, dan kecepatan putar ulir. Penelitian pada edible film berbahan dasar tapioka menyatakan semakin tinggi nilai rasio kompresi akan terjadi peningkatan nilai kekuatan tarik dan nilai regangan, hal ini dikarenakan dengan meningkatnya rasio kompresi akan menurunkan nilai rata – rata *shear stress* dan menurunkan kecepatan alir bahan yang berakibat semakin banyaknya polimer terbentuk. Nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan pada putaran 100 rpm dan rasio kompresi 3.5 sebesar 0.622 Mpa.

Selain itu, pemanasan akan meningkatkan agregasi molekul [7]. Penelitian pada edible film berbahan dasar tapioka menyatakan semakin tinggi suhu pengadukan akan menghasilkan sifat mekanik plastik lebih baik. Kombinasi yang sesuai antara *shear* dan suhu akan menghasilkan plastik biodegradabel dengan karakter optimum.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kecepatan alir, *shear rate*, perubahan tekanan, viskositas dan tegangan geser yang diterima adonan dengan adanya perbedaan geometri ulir. Proses perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan Computerized Fluid Dynamic (CFD) salah satunya dengan program Fluent

## Tinjauan Pustaka

### Proses ekstrusi

Ekstrusi merupakan proses industri yang umumnya digunakan untuk mengolah bahan secara kontinyu (menghasilkan bahan yang panjang) atau semi kontinyu (menghasilkan bahan dengan ukuran pendek) [1]. Proses ekstrusi menggunakan mesin single extrusion mempunyai bagian utama berupa sebuah poros berulir (screw) yang berfungsi untuk mendorong dan menekan bahan pellet hingga keluar dari die. Dengan penambahan elemen reverse screw pada ulir ekstruder dapat meningkatkan energi geser yang dapat mengakibatkan depolimerisasi dan degradasi [4]. Gaya geser yang tinggi juga dapat mengakibatkan fragmentasi baik pada pati maupun protein. Hasil degradasi umumnya merupakan molekul dengan berat molekul rendah dan larut air.

Pengaturan desain konfigurasi screw akan menghasilkan tegangan geser yang mengenai bahan, yang akan berperan sebagai pengaduk bahan. Nilai tegangan geser ( $\tau$ ) pada bahan yang diekstrusi dipengaruhi oleh viskositas bahan ( $\eta$ , Kg/ms) dan shear rate ( $\gamma$ , 1/s) yang dialami bahan. Didefinisikan:

$$\tau = \eta \gamma$$

Shear rate adalah tingkat pergeseran yang terjadi pada fluida. Nilai shear rate untuk slot yang menyerupai geometri rekahan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\gamma' = \left[ \frac{2n'+1}{3n'} \right] \frac{6u}{w}$$

Dimana:

- w = lebar slot atau rekahan (m)
- u = superficial velocity (m/s)
- =  $\frac{0.5615 \cdot q}{w \cdot h}$
- = lebar rekahan in.
- = laju injeksi dalam bbl/menit (bpm),
- = tinggi rekahan (m)

Viskositas merupakan suatu pernyataan tahanan dari suatu cairan untuk mengalir, semakin tinggi viskositas maka semakin besar tahanannya untuk mengalir.

Pada kondisi pengadukan menggunakan single screw extruder, viskositas dapat dihitung dari persamaan berikut:

$$\eta = \beta m \frac{\Delta P \cdot H^2}{\pi D^2 \cdot k \cdot N}$$

Dimana:

- $\beta m = \frac{1}{3(s+1)}$  ;  $s = \frac{1}{n}$
- n = power law index
- $\Delta P$  = perubahan tekanan (Pascal = N/m<sup>2</sup>)
- H = tinggi permukaan screw (m)
- D = diameter screw (m)
- k = jumlah pitch ulir
- N = kecepatan putar (rpm)

## Simulasi Komputer

Pendekatan analitis pada desain pengaduk mempunyai beberapa keterbatasan karena sangat sulit untuk menganalisa aliran pada bentuk pengaduk yang rumit. Pendekatan yang lebih baik untuk menganalisa pengaduk yang rumit tersebut adalah dengan menggunakan model matematis dan simulasi komputer Computational Fluid Dynamics (CFD).

CFD adalah metode penghitungan, prediksi, dan pendekatan aliran fluida secara numerik dengan bantuan komputer. Aliran fluida dalam kehidupan nyata memiliki banyak sekali jenis dan karakteristik tertentu yang begitu kompleks, CFD melakukan pendekatan dengan metode numerasi menggunakan persamaan-persamaan fluida.

Dengan meshing (pembagian menjadi beberapa bagian kecil), maka perhitungan/ kontrol dapat dilakukan lebih teliti berdasarkan kondisi batas yang telah ditetapkan sesuai permasalahan. Setelah semua terdefinisi maka seluruh variabel yang diketahui dimasukkan kedalam persamaan dan diselesaikan menggunakan operasi numerik. Ketika iterasi dimulai maka seluruh persamaan konservasi yang didefinisikan diselesaikan secara bersamaan secara paralel. Prinsip inilah yang banyak dipakai pada proses penghitungan dengan menggunakan bantuan komputasi komputer.

Luaran dari CFD dapat berupa grafik, vektor, kontur dan bahkan animasi yang dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik aliran fluida.

## METODE

### Desain ulir

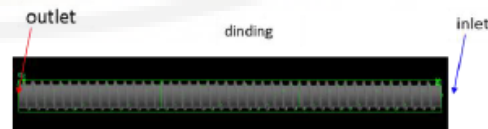
Tahap awal dilakukan perancangan screw menggunakan software CATIA, menghasilkan desain screw. Sebelum dilakukan proses simulasi, terlebih dahulu dilakukan proses *preprocessor* pada *GAMBIT*. Proses *preprocessor* meliputi pemodelan obyek yang akan disimulasi, mendefinisikan kondisi batas (*boundary condition*), serta diskritisasi (*meshing*). Ulir yang digunakan dengan perbedaan sudut helix 2,5°, 5°, 7,5° dan *compression ratio* 1,5; 2,5; 3,5.

### Simulasi

Distribusi tegangan geser, nilai kecepatan maksimum dan perbedaan tekanan dapat diketahui dengan menggunakan pemrograman simulasi dengan menggunakan *FLUENT*.

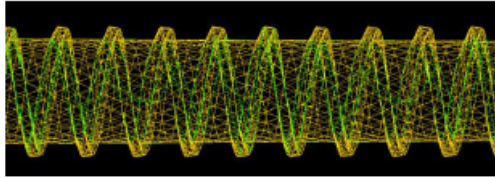
## HASIL

Hasil pemodelan menggunakan *GAMBIT* diperlihatkan pada Gambar 1. Kondisi batas yang ditentukan adalah *inlet* (masukan), *outlet* (keluaran), serta dinding (*wall*) bahan yang akan dianalisa.



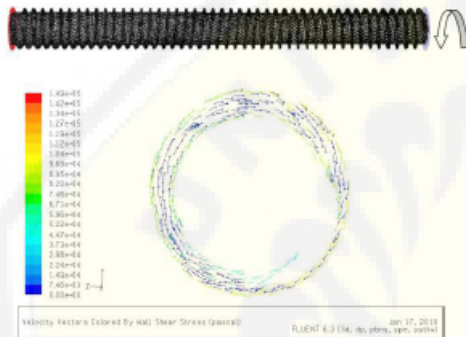
Gambar 1. Hasil pemodelan Screw CR 2.5 menggunakan GAMBIT

Selanjutnya *meshing* dilakukan dengan menggunakan ukuran 3. Salah satu hasil diskritisasi *screw* CR 2.5 nampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil diskritisasi *screw* CR 2.5 pada *GAMBIT*

Obyek huanan hasil pemodelan pada *GAMBIT* diexport ke *FLUENT* untuk dilakukan proses *solving* dan *postprocessor*. Putaran *screw* diatur sebesar 140 rpm dengan putaran searah jarum jam (CW) agar dapat mengalirkan bahan dari inlet menuju outlet.

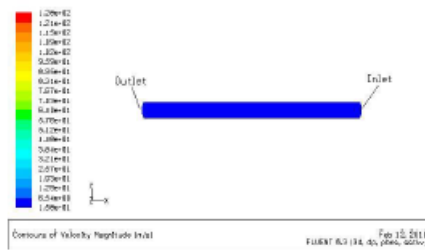


Gambar 3. Arah pergerakan fluida

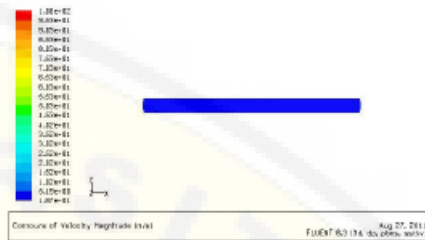
Salah satu pemodelan dilakukan pada *screw* dengan sudut helix adalah  $7.5^\circ$  pada putaran 140 rpm. Arah dari pergerakan fluida diilustrasikan dengan vector kecepatan aliran yang nampak pada Gambar 3.

### 3.1 Simulasi kecepatan aliran

Dari hasil simulasi dapat diketahui nilai kecepatan aliran sepanjang *screw* pada berbagai variasi CR dan sudut ulir (lihat lampiran). Gambar di bawah ini menunjukkan kontur dari kecepatan aliran bahan yang diperoleh dari simulasi pada salah satu variasi sudut dan CR *screw*.



(a) CR 3,5



(b) sudut  $7,5^\circ$

Gambar 4. Kontur Kecepatan Aliran

Secara grafis distribusi kecepatan aliran dapat dilihat dalam Gambar 4 (a) untuk variasi CR dan Gambar 4 (b) untuk variasi sudut *screw*. Grafik menunjukkan kecepatan aliran semakin meningkat dari inlet menuju outlet ekstruder, meskipun tidak demikian terjadi pada variasi sudut *screw*. Nilai shear rate juga meningkat disepanjang inlet menuju outlet *screw* baik pada variasi CR. Kecepatan rata-rata menurun oleh adanya peningkatan CR juga oleh peningkatan sudut *screw*. Demikian pula nilai shear rate menurun oleh adanya peningkatan CR *screw* dan sudut *screw*.

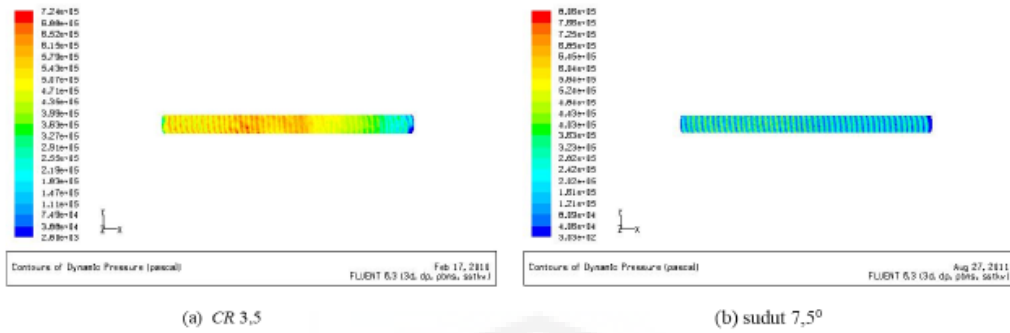
### 3.2 Simulasi tekanan pada adonan

Dari hasil simulasi diperoleh nilai tekanan bahan di sepanjang aliran (lampiran). Gambar 5 menunjukkan kontur dari tekanan bahan yang diperoleh dari simulasi pada salah satu variasi sudut dan CR *screw*.

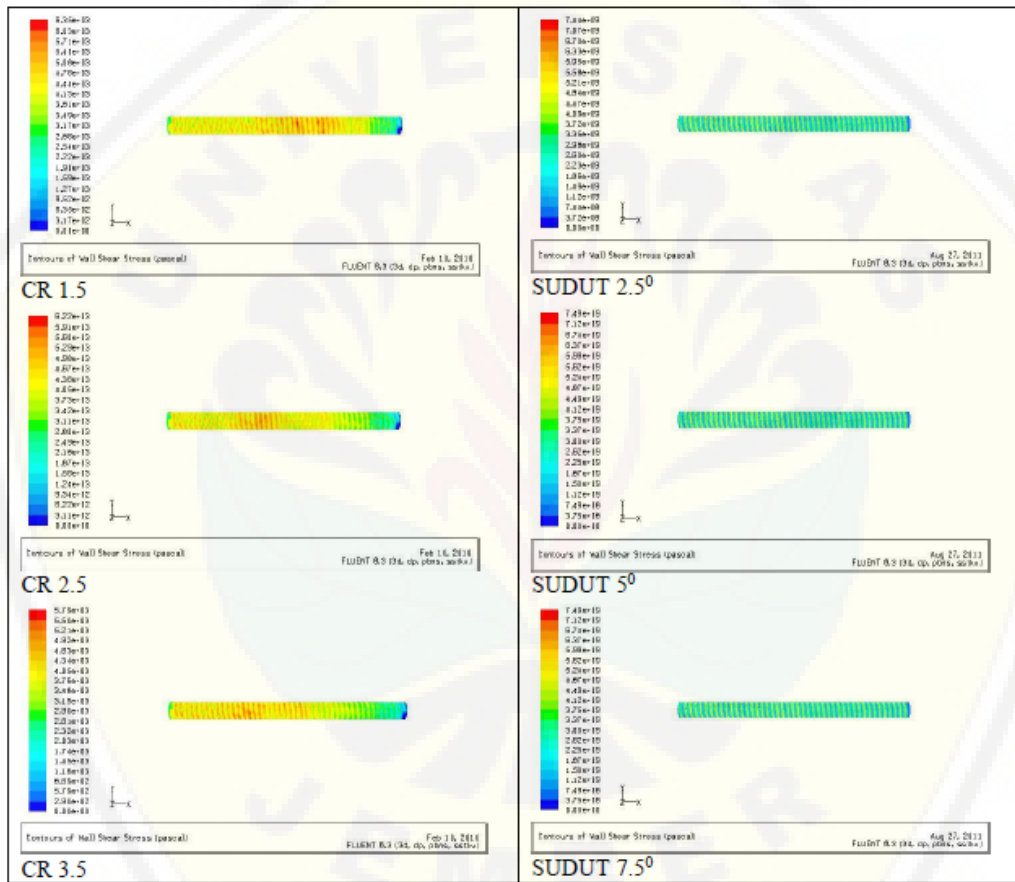
Menunjukkan adanya peningkatan tekanan dari inlet menuju outlet ekstruder, baik pada variasi CR maupun pada variasi sudut *screw*. Kenaikan tekanan ini dibarengi dengan penurunan viskositas bahan yang mengalir disepanjang inlet menuju outlet *screw*.

### 3.3 Tegangan geser adonan

Dari hasil simulasi dapat digambarkan distribusi tegangan geser yang terjadi pada beberapa variasi *screw* (lihat Gambar 6). Dari gradasi warna menampakkan bahwa variasi CR pada *screw* berpengaruh pada meningkatnya nilai tegangan geser. Sedangkan variasi sudut *screw* tidak berpengaruh.



Gambar 5. Kontur tekanan

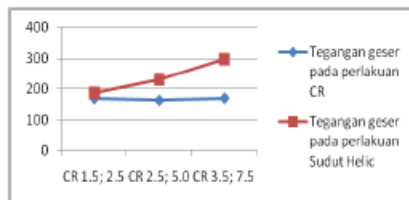


Gambar 6. Kontur tegangan geser pada berbagai variasi screw

Nilai tegangan geser ( $\tau$ ) pada bahan yang diekstrusi dipengaruhi oleh viskositas bahan ( $\eta$ , Kg/ms) dan shear rate ( $\dot{\gamma}$ , 1/s) yang dialami bahan, didefinisikan  $\tau = \eta \dot{\gamma}$ , yang mana shear rate adalah tingkat pergeseran yang terjadi pada fluida. Secara matematis melalui simulasi terjadi penurunan nilai tegangan geser di sepanjang inlet menuju outlet screw.

Perlakuan CR dan sedut helic screw pada pengadukan menghasilkan peningkatan tegangan geser pada bahan, seperti pada grafik berikut.





Gambar 6. Tegangan geser yang terjadi pada masing-masing perlakuan

## SIMPULAN

Proses pengadukan pada pembuatan plastik biodegradabel dapat lebih efektif menggunakan screw ekstruder, yang sekaligus dapat menggantikan proses aging. Profil screw ekstruder (sudut dan CR-nya) berperan menghasilkan tegangan geser pada bahan, sehingga dapat digunakan dalam memperbaiki karakter plastik biodegradabel.

Simulasi menunjukkan hasil bahwa telah terjadi kenaikan Nilai tegangan geser ( $\tau$ ) pada bahan yang diekstrusi, jika diberikan perlakuan peningkatan CR dan perbesaran sudut helix screw. Hal ini seiring dengan perubahan laju alir, dan perubahan tekanan pada masing-masing perlakuan.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan range nilai sudut lebih besar, sehingga diperoleh perubahan nilai tegangan geser yang cukup signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 2007. Extrusion Process. Food Resources. Oregon State University (OSU).
- [2] Arbiantara, 2008. Pengembangan Compression Molding dalam Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Bungkil Biji jarak Pagar. *J. Rotor* 2(2):9-17.
- [3] Cunningham P, A.A. Ogale, P.L. Dawson PL, J.C. Acton, 2000. Tensile properties of soy protein isolate films produced by a thermal compaction technique. *J Food Sci* 65(4):668-671.
- [4] Gogoi, B.K., A.J. Oswalt and G.S. Choudhury, 1996. Reverse screw element(s) and feed composition effects during twin-screw extrusion of rice flour and fish muscle blends. *J. Food Sci* 61: 590-595.
- [5] Kalyon, D.M. and H.N. Sangani, 1989. An experimental study of distributive mixing in fully intermeshing, co-rotating twin screw extruders. *Polymer Eng and Sci* 29(15):1018-1026
- [6] Rauwendaal, C., 1986. *Polymer Extrusion*. Hanser Publisher, New York
- [7] Pommet M, A. Redl, M.H. Morel, S. Domenek, S. Guilbert, 2003. Thermoplastic processing of protein-based bioplastics: chemical engineering aspects of mixing, extrusion and hot molding. *Macromol Symp* 197:207-217



Perkembangan Teknologi Sistem Otomasi dan Telekomunikasi dalam Menunjang  
Pembangunan Energi Baru

**Call For Papers**

♦ **Keynote Speakers**

**Prof. Dr. Syamsir Abduh (Dewan Energi Nasional)**

♦ **Panelis :**

1. **Muhamad Reza, PhD ( Solvina )**
2. **Ivan Ferdyan (Mitsubishi Electric)**
3. **Mr. Hushairi Zen, PhD, MEng\***

\* Dalam Konfirmasi

Didukung Oleh :



**TANGGAL-TANGGAL PENTING**

**11 NOPEMBER 2017 : BATAS AKHIR PENGIRIMAN FULL PAPER**

**25 NOPEMBER 2017 : BATAS AKHIR PEMBAYARAN SNETO 2017  
DAN BATAS AKHIR PENGIRIMAN PERBAIKAN FULL PAPER**

**SABTU, 16 DESEMBER 2017 JAM 08.00 :PELAKSANAAN SNETO 2017**

**BIAYA SEMINAR**

<b>Pemakalah Dosen/Peneliti/Umum</b>	:	<b>600.000,- IDR</b>
<b>Pemakalah Mahasiswa S1, S2, dan S3</b>	:	<b>500.000,- IDR</b>
<b>Peserta Dosen/Umum</b>	:	<b>400.000,- IDR</b>
<b>Peserta Mahasiswa</b>	:	<b>300.000,- IDR</b>

**TOPIK SEMINAR**

- Teknologi dan Mesin-Mesin Listrik
- Teknologi Tranmisi, Distribusi
- *Protection and Insulation*
- Peluang Energy Storage dan Tantangannya
- *Energy Enteupreneur*
- Kebijakan Energi
- Energi Angin
- Teknologi *Smart Grid*
- *Energy Cyber Security*
- *Advanced Lighting*
- Informatika pada Urban Energy System
- *Nuclear Power*
- *Clean Energy*
- Analisi dan Audit Manajemen Energi
- Elektronika Daya
- Sistem dan Teknologi Informasi
- Database dan Pemograman Komputer
- *Multimedia Service and Applications*
- *Signal Processing in Communication*
- *Mobile of Telecommunications*
- *Generating Your Inspiration to be Young Technopreneur*
- *Creating New Business Opportunities in Telecommunication Field*
- *Wireless and Telematics*
- Pendidikan Teknik Elektro
- *Biomedical Engineering*
- *Electrotehcnic Material*
- *Automation Building System (BAS)*
- Robotika
- *Embedded System, Sensor dan Transduser*
- Kecerdasan Buatan dan Sistem Pakar
- Instrumentasi Industri dan Sistem Kontrol
- Perancangan Rangkaian Analog
- Mikroelektronik dan Optoelektronik
- Sistem Otomasi

**KORESPONDENSI :**

Panitia SNETO 2017 Jurusan Teknik Elektro ITENAS Bandung  
Jln. PHH Mustofa 23 Bandung  
Phone : 022 7272215 pes 132 dan 274  
Handphone: 082219140919, 081220508619, 087824303909,  
081322261313

Email :

sneto2017@itenas.ac.id  
snetoitenas2017@yahoo.com  
snetoitenas2017@gmail.com

Untuk Informasi Lebih Lanjut bisa dilihat di: [www.sneto2017.com](http://www.sneto2017.com)

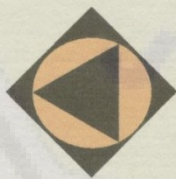
Pembayaran melalui transfer ke nomor rekening :  
0504294157 (IDR)

Atas nama : Pauline Rahmiati

BNI Cabang Perguruan Tinggi Bandung



No.: 046/SNETO/TE/ITENAS/XII/2017



# SERTIFIKAT

DIBERIKAN KEPADA

**Hari Arbiantara Basuki**

SEBAGAI  
**PEMAKALAH**

Seminar Nasional Energi Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO) 2017  
dengan Tema:

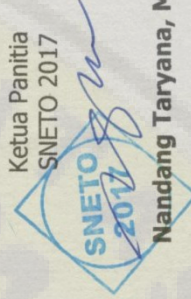
Perkembangan Teknologi Sistem Otomasi dan Telekomunikasi dalam Menunjang Pembangunan Energi Baru  
yang diselenggarakan pada Sabtu, 16 Desember 2017  
di Kampus Institut Teknologi Nasional Bandung

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



**Dr. Waluyo, S.T., M.T.**

Ketua Panitia  
SNETO 2017



**Nandang Taryana, M.T.**