

JURNAL
KETANGGUHAN *IMPACT FRACTURE* KOMPOSIT *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* BERPENGUAT SERAT SUTRA



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana S-1
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Semarang**

**Disusun oleh:
Novica Singgih Esa Saputra
C2A015031**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG
2019**

KETANGGUHAN *IMPACT FRACTURE* KOMPOSIT *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* BERPENGUAT SERAT SUTRA

Novica Singgih Esa Saputra, Dr. Purnomo, S.T, M.Eng dan Muhammad Subri, ST, MT.

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Semarang

Email : esa141196@gmail.com

ABSTRAK

serat sutra merupakan salah satu serat alam yang mudah diperoleh. Serat sutra dihasilkan dari kokon ulat sutra (*Bombix Mori*). Ulat sutra mudah dibudidayakan dan dapat menghasilkan beberapa generasi kokon tergantung jenisnya. Serat sutra sangat banyak dijual dipasaran. Sehingga serat sutra dimanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sifat mekanik serat sutra yang dikombinasikan dengan HDPE (*high density polyethylene*) sebagai matrik dan serbuk zeolit sebagai pengisi komposit ini. Untuk mengetahui sifat mekanik dari komposit ini dilakukan uji impak (*impact*) ASTM D256-00. Sebelum pembuatan komposit dilakukan pemotongan serat sutra dengan ukuran 1cm serta dilakukan aktivasi pada serbuk zeolite. Metode yang digunakan dalam pembuatan komposit adalah metode *hotpress* yang sebelumnya dilakukan dengan penyerbukan bahan agar tercampur dengan sempurna serbuk HDPE dan zeolit dan ditambahkan potongan serat sutra yang ditata dalam cetakan, kemudian di press. Dengan menggunakan variasi ligament 9mm, 10mm, 11mm, dan 12mm untuk spesimen uji impak. Kesimpulan dari hasil penelitian dan analisis pengujian serta pembahasan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa besarnya kekuatan impak terbesar spesimen komposit tersebut dengan ligament 9mm memiliki kekuatan impak sebesar 0.018 J/mm^2 dan nilai impak terkecil terdapat pada spesimen komposit dengan ligament 12mm yang memiliki kekuatan impak sebesar 0.011 J/mm^2 . Spesimen hdpe murni dan komposit campuran memiliki nilai *Essential Work of Fracture* yang sama yaitu $0,0185 \text{ J/m}^2$ dan memiliki nilai *Non Essential Work Of Fracture* yang sama yaitu sebesar $-0,0017 \text{ J/mm}^2$

Kata Kunci : serat sutra, zeolit, HDPE, *Hotpress*, *Essential work of fracture*, uji impak

PENDAHULUAN

Di dunia pertumbuhan ekonomi semakin tinggi. Bahkan lebih tinggi dari tahun lalu. Hal ini menyebabkan kurangnya pasokan akan kebutuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi di Indonesia pun juga tumbuh dari tahun ke tahun. Hal ini memberikan perubahan pada sektor kehidupan manusia. Misal pertumbuhan ekonomi dalam bidang teknologi yang semakin tahun berkembang semakin pesat yang menyebabkan berkembangnya kebutuhan manusia.

Di Indonesia salah satu indikator ekonomi yang seringkali dibahas dan diributkan oleh pihak oposisi adalah pertumbuhan ekonomi yang jauh dari target awal, yaitu 7 persen atau bahkan meleset sedikit dari target Anggaran Pendapatan Belanja Negara (APBN). Berdasarkan data statistik dari Badan Pusat Statistik (BPS), pertumbuhan ekonomi Indonesia cenderung stabil di kisaran angka 5 persen dalam 3 tahun terakhir, dan memiliki tren meningkat meskipun tipis (Hirawan , 2018).

Pertumbuhan ekonomi dibidang teknologi berkembang semakin berkembang di industri. Industri pengolahan tercatat tumbuh sebesar 4,5% pada tahun 2018 lebih tinggi dari tahun lalu yang sebesar 4,28% . pada sektor industri manufaktur sendiri memberikan kontribusi 20,27% untuk perekonomian nasional (Aldila , 2018).

Salah satu hasil industri manufaktur adalah perkembangan komposit dalam kehidupan manusia. Komposit sendiri adalah bahan campuran antara dua atau lebih material yang memiliki sifat kimia dan fisika yang berbeda dan menghasilkan material baru yang memiliki sifat berbeda dari material penyusunnya. Salah satu contoh komposit adalah capuran plastik dengan bahan lain. salah satu jenis bahan plastik yang sering digunakan adalah *High Density Polyethylene (HDPE)*. Komposit sendiri terdiri dari beberapa jenis yaitu komposit serat (*Fibrous Composites Material*), komposit lapis (*Laminated Compossite Materials*), Komposit Partikel (*Particulate Composites Materials*).

Komposit adalah material yang terbuat dari beberapa bahan yang berbeda yang dibetuk menjadi suatu komponen tunggal. bahan bahan yang digunakan dalam pembuatan komposit adalah bahan hasil dari rekayasa yang menggunakan beberapa bahan sebagai komposisiya dan setiap komposisi memiliki sifat dan karakteristik yang

berbeda. Material pembeduk komposit ada 2 macam yaitu material penguat (*reinforcement*) dan material pengikat (*matriks*), sifat komposit dipengaruhi oleh beberapa komponen penyusunnya serta campuran bahan komposit dengan parameter bentuk dan ukuran dari campuran sifat matriksnya (Kartini dkk, 2002).

Salah satu jenis plastik adalah HDPE, HDPE memiliki karakteristik dengan nilai kekuatan Tarik sebesar 3100-5500 psi dengan elongasi 100 %, HDPE memiliki beberapa sifat yaitu memiliki sifat keras, kuat , buram dan tahan terhadap suhu tinggi. HDPE memiliki kekuatan Tarik yang lebih besar dari LDPE. Dengan pencampuran antara plastik sintesis dengan polimer alam dapat menghasilkan komposit. Dalam pencampuran tersebut diharapkan dapat menghasilkan karakteristik baru dengan sifat mekanik yang tinggi dan dapat terurai oleh mikro organisme (Suyatno, 2015).

Serat alam di gunakan sebagai campuran komposit karena memiliki beberapa keuntungan yaitu.:

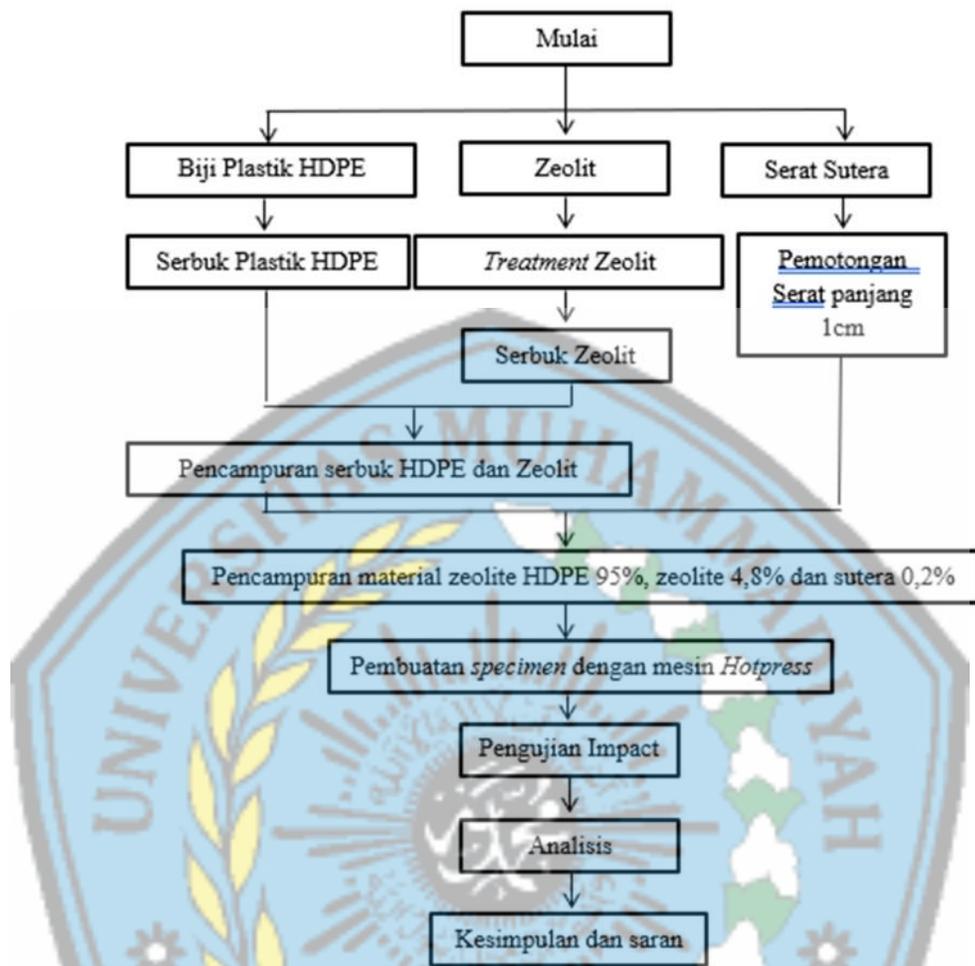
- a. Memiliki kekuatan spesifik tinggi dan berat jenis yang rendah.
- b. Dapat diperoleh dari alam dengan harga yang *relative* murah.

Maksud dari penelitian ini untuk mendapat data tentang sifat mekanik dengan uji impak sebagai pertimbangan dalam pemilihan bahan serat alam pengganti serat sintesis untuk menciptakan komposit baru yang dapat digunakan dalam bidang industri. Berdasarkan latar belakang tersebut penambahan serat sutra diharapkan dapat menambah kekuatan mekanik komposit tersebut. Penelitian menulis tugas akhir berjudul “**Ketangguhan Impact Fracture Komposit High Density Polyethylene Berpenguat Serat Sutra**“ .

METODE PENELITIAN

- a) Skema alur penelitian

Alur penelitian yang dilakukan dalam pembuatan spesimen uji impak komposit dengan variasi ligament dengan bahan campuran HDPE, serat sutra, dan zeolit. Langkah - langkah pembuatan spesimen komposit dapat ditunjukan pada gambar 1



Gambar 1 Skema Alur Penelitian

b) Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan komposit HDPE- Zeolit- Sutra adalah HDPE (*high density polyethylene*) yang diproduksi oleh PT. LOTTE CHEMICAL TITAN NUSANTARA. Tbk. Jalan merak Km.116 Rawa Arum, Pulo Merak Cilegon, 42436, Banten, Indonesia. Bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan spesimen komposit adalah serat alam yang sudah berbentuk benang serta serat alam tambahan lainnya adalah serbuk mineral batu alam zeolite yang diperoleh dari dosen pembimbing tugas akhir.

c) Alat

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin Hotpress. Beberapa alat pendukung lainnya seperti, Mesin uji impak *charpy* dengan merk GOTECH tipe GT-7045-MD, blender, ayakan (*mesh*), timbangan digital *Chq Pocket Scale* dengan kapasitas 200gr, gelas ukur, silet, sendok, ragum, gunting, mangkok, oven dan cetakan baja.

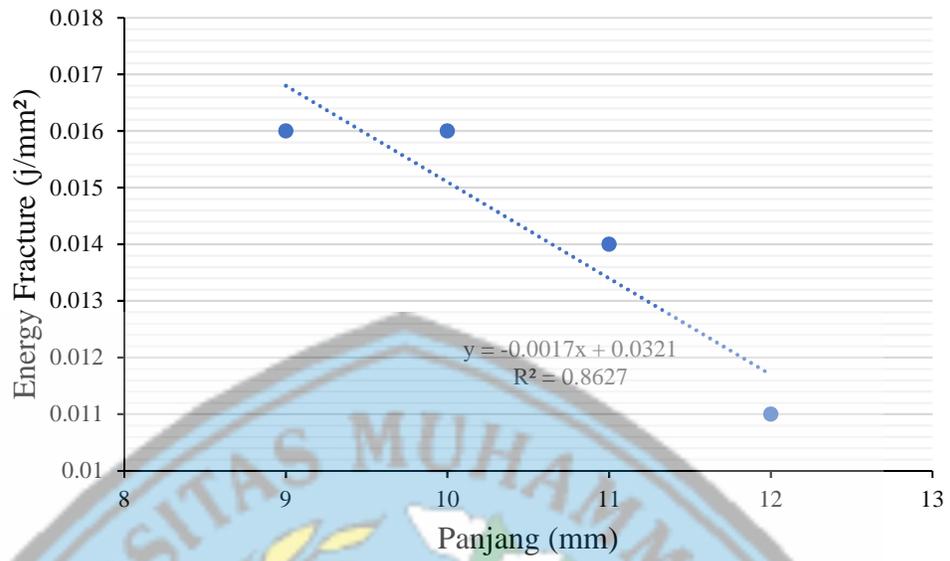
HASIL DAN PEMBAHASAN

- a) Pengujian impak spesimen komposit Hasil rata – rata pengujian impak spesimen komposit HDPE, serat rami dan zeolite dengan standart ASTM D256 seperti yang ditunjukkan pada tabel 1

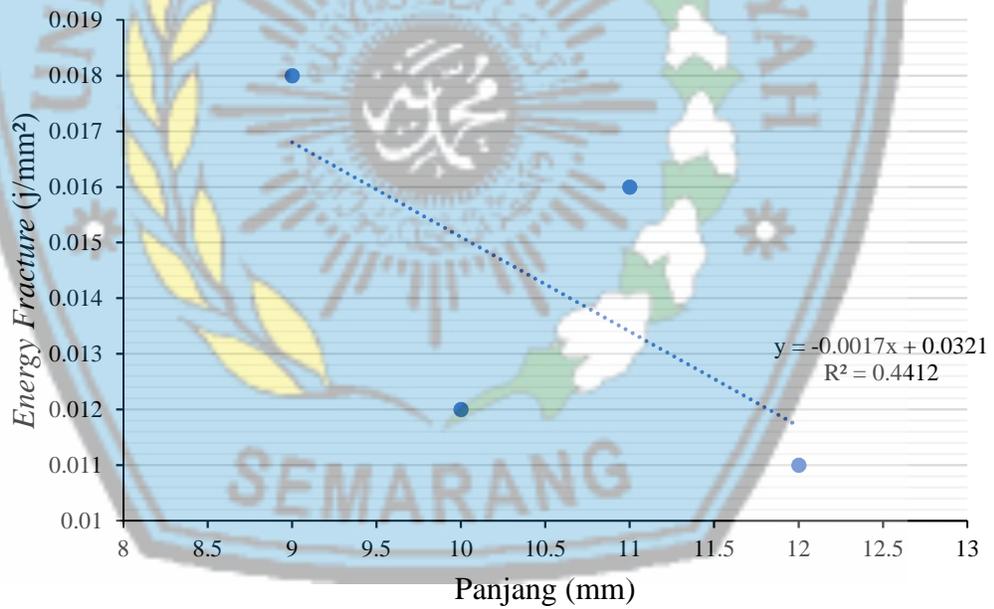
Tabel 1 Hasil Rata - rata Uji Impak

spesimen	Panjang ligament (mm)	Energy fracture (J/mm ²)
HDPE Murni	9	0,016
	10	0,016
	11	0,014
	12	0,011
Komposit HDPE 95%, Zeolite 4,8%, Sutra 0,2%.	9	0,018
	10	0,012
	11	0,016
	12	0,011

Berdasarkan hasil pengujian impak HDPE murni memiliki rata – rata 0,016 J/mm² pada ligament 9mm , 0,016 J/mm² pada ligament 10mm, 0,014 J/mm² pada ligament 11mm dan 0,011 J/mm² pada ligament 12mm. sedangkan pada spesimen Komposit HDPE 95%, Zeolite 4,8%, Sutra 0,2% memiliki rata – rata 0,018 J/mm² pada ligament 9mm, 0,012 J/mm² pada ligament 10mm, 0,016 J/mm² pada ligament 11mm dan 0,011 J/mm² pada ligament 12mm.. Berikut grafik dari pengujian yang telah dilakukan, lebih jelasnya dapat dilihat pada (Gambar 2 dan 3)

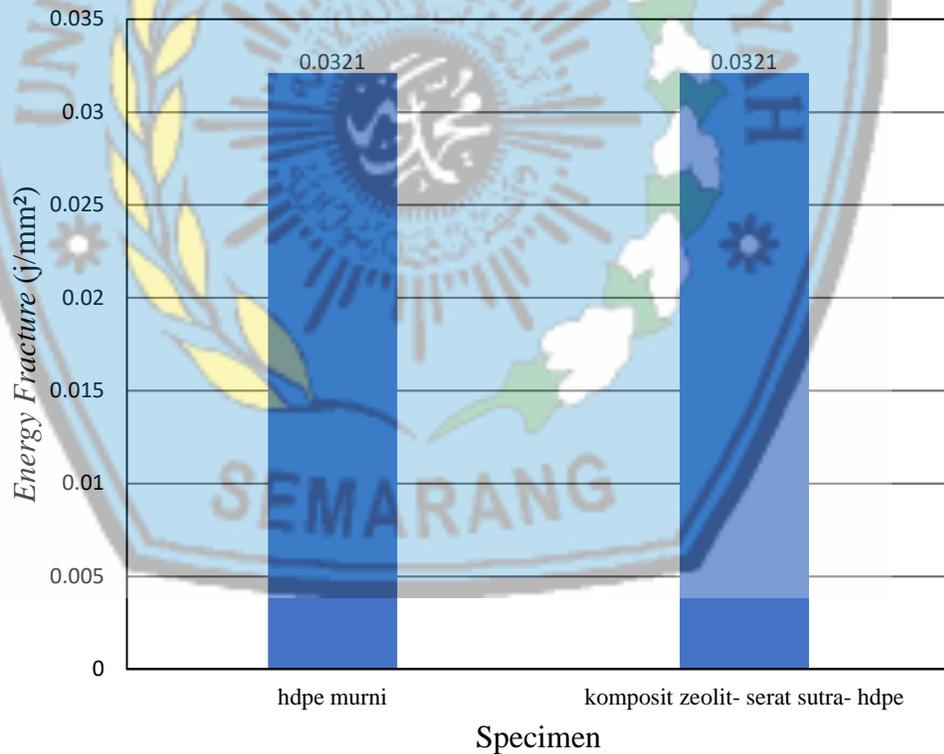


Gambar 2 Grafik Rata – rata Pengujian Impak Spesimen HDPE Murni



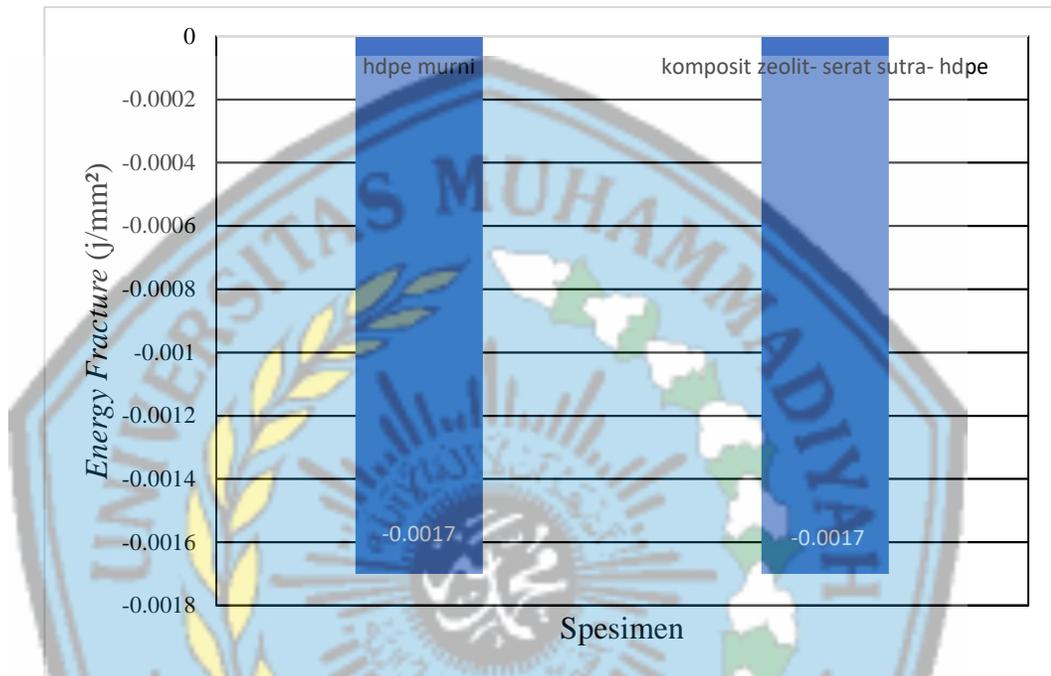
Gambar 3 Grafik Rata - rata Pengujian Impak Spesimen Komposit HDPE-Zeolite-Sutra

b. Pengujian impak spesimen komposit menggunakan metode (*Essensial Work of Fracture*) digunakan untuk mengukur daya tahan metrial terhadap beban atau deformasi akibat retak pada material. Proses ini terjadi pada daerah W_e (*Essential Work Of Fracture*) kemudian menuju ke daerah W_p (*Non Essential Work Of Fracture*). W_e terjadi di daerah patahan dalam sedangkan W_p terjadi di daerah patahan luar. Dari gambar 2 dan 3 diperoleh nilai *Essential Work Of Fracture* dan *Non Essential Work Of Fracture* antara spesimen HDPE murni dengan spesimen komposit memiliki nilai yang sama yaitu sebesar $0,0321 \text{ J/mm}^2$ untuk nilai essentialnya dan $-0,0017 \text{ J/mm}^2$ untuk nilai non essentialnya. Untuk spesimen komposit memiliki nilai kepercayaan sebesar $0,8627$ sedangkan spesimen komposit memiliki nilai kepercayaan sebesar $0,4412$. Nilai *Essential Work Of Fracture* dan *Non Essential Work Of Fracture* dapat dilihat pada (Gambar 4 dan 5).



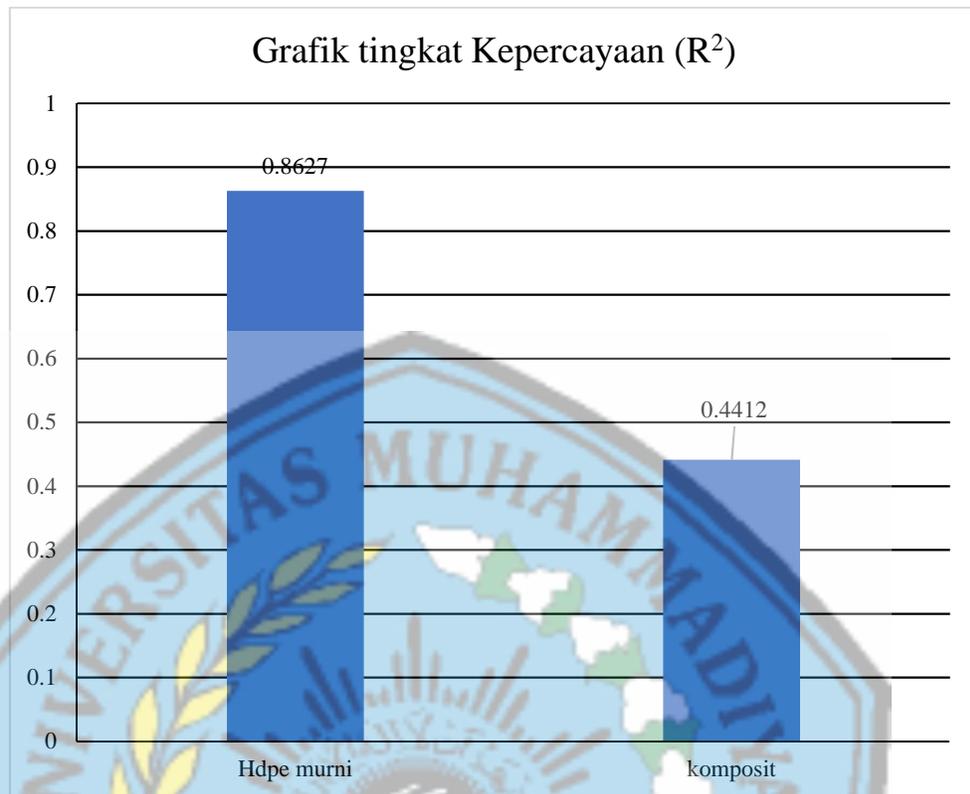
Gambar 4 Nilai *Essential Work Of Fracture* pada Spesimen HDPE Murni dan Spesimen Komposit

Berdasarkan Gambar 4 perbandingan *Essential Work of Fracture* antara spesimen HDPE murni dan komposit dapat disimpulkan spesimen memiliki rata-rata antara spesimen memiliki *Essential Work of Fracture* yang sama yaitu $0,0321 \text{ j/mm}^2$



Gambar 5 Nilai *Non Essential Work Of Fracture* pada Spesimen HDPE Murni dan Spesimen Komposit

Berdasarkan Gambar 5 perbandingan *Non-Essential Work of Fracture* antara spesimen HDPE murni dan komposit dapat disimpulkan spesimen memiliki rata-rata antara spesimen memiliki *Non-Essential Work of Fracture* yang sama yaitu $-0,0017 \text{ j/mm}^2$



Gambar 6 Grafik tingkat kepercayaan

Berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwa nilai kepercayaan data spesimen hdpe murni lebih tinggi. Hal ini dapat dilihat pada (Gambar 3 dan 4) nilai R² semakin tinggi maka semakin besar tingkat kepercayaannya.

Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian HDPE murni dan komposit serat sutera 0,2 %, zeolit 4,8 %, HDPE 95 % menggunakan pengujian impak ASTM D256 dengan ligament 9mm, 10mm, 11mm dan 12mm didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Komposit hdpe murni dengan energy impak terbesar terdapat pada komposit HDPE murni ligament 9mm dan 10mm dengan energi impak sebesar 0,016 J/mm²
2. Komposit campuran hdpe zeolite dan serat sutera dengan energy impak terbesar terdapat pada komposit dengan ligament 9mm dengan energi impak sebesar 0,018 J/mm²

3. Komposit hdpe murni dengan energi impact terkecil terdapat pada komposit hdpe murni ligament 12mm dengan energi impact sebesar $0,011 \text{ J/mm}^2$
4. Komposit campuran hdpe *zeolite* dan serat sutera dengan energy impact terkecil terdapat pada komposit dengan ligament 12 mm dengan energi impact sebesar $0,011 \text{ J/mm}^2$
5. Specimen hdpe murni dan komposit campuran memiliki nilai *Essential Work of Fracture* yang sama yaitu $0,0185 \text{ J/m}^{-2}$ dan memiliki nilai *Non Essential Work Of Fracture* yang sama yaitu sebesar $-0,0017 \text{ J/mm}^2$.



DAFTAR PUSTAKA

- Aldila, nindya. 2018. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20180513/257/794274/industri-manufaktur-tumbuh-45-kuartal-i2018>
- Andadari dkk (2013). *Budidaya Murbei dan Ulat Sutera*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan. Bogor: FORDA press
- Atikah, 2017. *Karakterisasi Zeolit Alam Gunung Kidul Teraktivasi Sebagai Media Adsorben Pewarna Tekstil*
- Atmosoedarjo S et al. 2000. Sutera Alam*. Indonesia.
- Billmeyer, W. F. 1994, *Textbook of Polymer Science*. 3rd Edition, Jhon Wiley & Son, New York
- Breck, D. W. 1974. *Zeolite Molecular Sieves: Structure, Chemistry and Use*. London: John Wiley and Sons. pp. 4.
- Callister, William D. 2007. "Material Science and Engineering An. Introduction"*
- Chandrakbaky, Sri., 2011. *Pengaruh Panjang Serat Tertanam Terhadap Kekuatan Geser Interfacial Komposit Serat Batang Melinjo Matriks Resin Epoxy*. Jurnal Skripsi. Teknik Mesin. Universitas Tadulako, Palu. Diakses November 2014.
- Cheetam, D. A. 1992. *Solid State Compound*. Oxford university press. pp. 234237.
- Corneliusse, R.D., 2002, *Property High Density Polyethylene, modern plastic encyclopedia 99*, p. 198.
- Ellyawan., (2008), Panduan untuk Komposit, ITB Press Bandung, Bandung.*
- Fajri, R. I., Tarkono, dan Sugiyanto. 2013. *Studi Sifat Mekanik Komposit Serat Sanseviera Cylindrica dengan Variasi fraksi Volume Bermatrik Polyester*. Jurnal Fema. Vol 1(2): 85- 93.
- Gibson RF. 1994, *"Principles Processing and Composite Material"*. Mc-Granhill Book Company, New York.
- Harahap, S, (2006), *"Kajian Bahan Laporan Akhir, Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara, Medan.*
- Harper. 1975. *Handbook of Plastic and Elastomer*. Westing House Electric Corporation. Baltimore. Maryland

- Hartanto , Ludi (2009) *Study Perlakuan Alkali Dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik, Dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Polyester Bqtn 157.*
- Hirawan, fajar B, 2018. <https://news.detik.com/kolom/d-4153925/kualitas-pertumbuhan-ekonomi-indonesia>.
- Jones, M. R., 1975, *Mechanics of Composite Material*, Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd
- Jones, R, M, 1999, *Mechanise of Compasite Material*. International Student Edition New York
- Jumaeri.S.(1977).Pengetahuan Barang Tekstil. Bandung : Institut Teknologi.
- Kartini, R dkk. 2002. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam. Jurusan Fisika FMIPA IPB. Bogor.
- Kaw A.K.,1997,*Mechanics of Composite Materials*, CRC Press, New York.
- Kismono, Hadi, 2000, *Mekanika Struktur Komposit*, Departemen Pendidikan Nasional, Bandung.
- Mediastika, Christian E. 2013. *Hemat Energi dan Lestari Lingkungan Melalui Bangunan*. Yogyakarta : Katalog Dalam Terbitan
- Nariyoh. 2013. *Metalurgi serbuk FMIPA Universitas Semarang*: Semarang.
- Nasution, A. 2011. *Pembuatan Papan Partikel Komposit Polietilena Kerapatan Rendah Daur Ulang Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Diakses : 20,2017, dari:<http://www.google.com/url?q=http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/4/Chapter%252011.pdf>
- Ni'mah, Y.L., Atmaja, L., dan Juwono, H., (2009), *Synthesis and Characterization of HDPE Plastic Film for Herbicide Container Using Fly Ash Class F as Filler*, *Indo.J. Chem* 9(3) : 348-354.
- Nurmaulita, 2010. “*Pengaruh Orientasi Serat Sabut Kelapa Dengan Resin Polyester Terhadap Karakteristik Papan Lembaran*”. Uniersitas sumatra utara.
- Risky putra, 2018. Analisis Sifat Mekanik Bahan Komposit *Hight Density Polyethylene* Berpenguat Serat Pelepah Pisang Yang Diisi Serbuk Mineral Zeolit.

- Said dkk,2008. Aktifasi Zeolit Alam Sebagai Adsorbent Pada Adsorpsi Larutan Iodium.
- Schwartz M.M., 1984, Composite Materials Handbook, McGraw-Hill, New York, USA.
- Scott, M. A., A. C. Kathleen., and K. D. Prabir. 2003. Handbook of Zeolite Science and Technology. Marcel Dekker, Inc.
- Stevens, M. P. 2001. *Kimia Polimer*, Edisi Pertama. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sudira, Tata; Saito, Shinroku, 1985, Pengetahuan Bahan Teknik, Pradnya Paramita, Jakarta, Indonesia.
- Surdia, 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. PT PRADNYA PRAMITA. Jakarta
- Surono, U. B. 2013. *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra. Yogyakarta
- Suyatno, 2015, Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik Biodegradable dari Komposit HDPE dan Pati Kulit Singkong, Universitas Negri Surabaya, ISBN: 978-602-0951-05-8.
- Taslimah, Tono Eko Prayitno, Salih Muharam, Damin Sumardjo. 2004. *Pengaruh Perlakuan Hidrotermal Terhadap Komposisi Mineral Komposisi Mineral Zeolit Alam*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Diponegoro, Semarang.
- Wang, M.W., Tze-Chi H., and Jie-Ren Z., 2009, Sintering Process and Mechanical Property of MWCNTs/HDPE Bulk Composite, Department of Mechanical Engineering, Oriental Institute of Technology, Pan-Chiao, Taipei Hsien, Taiwan, pp. 821-826.
- Yuniari, A., 2011, *Morfologi dan Sifat Fisika Polipaduan Low Density Polyethylene-Pati Tergrafting Maleat Anhidrat*, Jurnal Riset Industri, 5: 239-247
- Yuwono, Akhmad Herman. 2009. *Buku Panduan Karakteristik Material I Pengujian Merusak (Destructive Testing)*. Departemen Metalurgi Dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Jakarta.
- Zulfikar, 2010. *Keseimbangan Larutan*. <http://www.chem-is-try.org>. (1 Agustus 2011).