

KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH *THERMAL SHOCK* TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT BERSERAT DAUN NANAS

Islahuddin¹, Meiki Eru Putra¹, Sanny Ardhy¹, Rina²

¹Program Studi Teknik Mesin Universitas Dharma Andalas, Kampus Simpang Haru Padang
islahuddin@unidha.ac.id, meikieruputra@gmail.com, sanny_padek@yahoo.co.id

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang, Kampus Limau Manis Padang
rina.mesin@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v3i1.1676>

Abstrak: Penggunaan material komposit berserat alam seperti serat daun nanas (pineapple leaf) memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan di masa yang akan datang. Salah satu faktor pendukungnya adalah adanya ketersediaan bahan baku yang melimpah di Indonesia. Selain itu, material komposit yang dihasilkan juga memiliki sifat mekanik yang baik, sifat abrasif yang rendah dan ramah lingkungan. Pada penelitian ini material komposit dari serat daun nanas dibuat secara manual dengan variasi susunan dan orientasi serat, yaitu 1 lapis 45°, 1 lapis 90°, 2 lapis 45°, dan 2 lapis 90°. Untuk mengetahui sifat mekanik dari material ini terlebih dahulu dilakukan pengujian tarik. Standar dimensi dan prosedur pengujiannya akan mengacu pada ASTM D638. Pengujian tarik dilakukan dengan memvariasikan perlakuan thermal shock terhadap orientasi dan susunan yaitu 0 siklus, 5 siklus, 10 siklus, dan 15 siklus. Hasil dari penelitian ini diperoleh kekuatan tarik tertinggi pada susunan dan orientasi 2 lapis 90° tanpa perlakuan thermal shock, yaitu sebesar 14,16 MPa dan kekuatan tarik terendah pada susunan dan orientasi 2 lapis 45° 5 siklus thermal shock sebesar 5,71 MPa.

Kata kunci: Serat daun nanas, kekuatan tarik, thermal shock, susunan dan orientasi serat

PENDAHULUAN

Serat daun nanas merupakan salah satu sumber serat alam alternatif yang menjanjikan untuk dikembangkan dalam jangka panjang sebagai penguat pada material komposit. Serat daun nanas harganya relatif murah karena sumbernya banyak tersedia di berbagai daerah di Indonesia. Selain itu, serat daun nanas mempunyai sifat mekanik spesifik yang baik, sifat abrasif yang rendah dan ramah lingkungan. Serat daun nanas belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengisi komposit. Serat daun nanas dimanfaatkan hanya terbatas untuk bahan baku tekstil dan kerajinan tangan. Di masa yang akan datang, material komposit dengan penguat serat daun nanas dapat dimanfaatkan di industri otomotif atau industri lainnya. Namun, serat daun nanas sebelum dimanfaatkan pada sektor industri tersebut maka perlu dilakukan pengujian pada material komposit berserat daun nanas.

Negara maju telah memanfaatkan material komposit untuk industri penerbangan, otomotif maupun industri perminyakan. Pada industri penerbangan, material komposit telah dipakai untuk bahan pembuatan sayap pesawat terbang. Bagian sayap pesawat terbang harus memiliki

kekuatan yg baik, kekakuan yang baik, dan memiliki bobot yang ringan. Sayap pesawat terbang dengan bobot yang ringan akan berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakarnya. Selain itu, material komposit telah diaplikasikan sebagai bahan pembuatan dashboard dan bumper mobil Formula Satu (F1). Material komposit yang terdapat ada mobil F1 akan bermanfaat dalam mengurangi berat dari komposit tersebut.

Komposit merupakan salah satu material maju yang cukup potensial untuk dikembangkan di masa yang akan datang. Material tersebut dari segi sifat mekanik memiliki massa yang ringan dan memiliki ketahanan terhadap korosi. Dalam sistem pemipaan ketahanan terhadap pengaruh korosi merupakan hal yang perlu diperhatikan mengingat sebagian besar sistem pemipaan berada dalam ruang udara terbuka. Sistem pemipaan yang biasanya menggunakan bahan logam seperti baja tentu akan mempengaruhi umur pakai dari pemipaan ini. Bahan sistem pemipaan yang terbuat dari logam rentan terhadap korosi. Korosi yang terus menerus terjadi pada material akan menyebabkan material komposit dalam hal ini pipa komposit

akan mengalami kegagalan atau kebocoran. Dengan adanya model pipa komposit ini dapat akan memberikan alternatif untuk mengatasi permasalahan korosi tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, material komposit serat daun nanas dimanfaatkan sebagai bahan penelitian. Serat daun nanas sebagai pengisi komposit dibuat dalam bentuk spesimen dengan matriks resin polyester. Dalam penelitian ini, material pipa komposit dilakukan pengujian tarik. Pengujian tarik dilakukan untuk melihat kekuatan tarik dan regangan tariknya. **DASAR TEORI**

Tabel 1. Komposisi Kimia dari Beberapa Serat Alam [1]

Fiber	Cellulose (wt%)	Hemicellulose (wt%)	Lignin (wt%)	Waxes (wt%)
Bagasse	55.2	16.8	25.3	–
Bamboo	26–43	30	21–31	–
Flax	71	18.6–20.6	2.2	1.5
Kenaf	72	20.3	9	–
Jute	61–71	14–20	12–13	0.5
Hemp	68	15	10	0.8
Ramie	68.6–76.2	13–16	0.6–0.7	0.3
Abaca	56–63	20–25	7–9	3
Sisal	65	12	9.9	2
Coir	32–43	0.15–0.25	40–45	–
Oil palm	65	–	29	–
Pineapple leaf	81	–	12.7	–
Curaua	73.6	9.9	7.5	–
Wheat straw	38–45	15–31	12–20	–
Rice husk	35–45	19–25	20	14–17
Rice straw	41–57	33	8–19	8–38

Serat alam telah digunakan diberbagai bidang kehidupan manusia. Serat alam dapat digunakan dalam material yang biasanya menggunakan serat buatan. Namun, serat alam dalam penggunaannya terdapat modifikasi untuk menyesuaikan dengan sifat-sifat dasar dari serat alam.

Serat Daun Nanas

Serat Nanas jika dibandingkan dengan serat kapas, maka kekuatan, kekakuan lentur serat daun nanas lebih tinggi dari serat kapas. Di antara lapisan tersebut terdapat banyak ikatan atau helai-helai yang terikat satu dengan yang lain oleh sejenis perekat (*gummy substance*) yang terdapat dalam daun. Serat daun nanas tidak mempunyai tulang daun sehingga dapat memperkuat daun nanas saat pertumbuhannya.

Serat Alam

Tanaman nanas ini terdiri dari akar, batang, daun, bunga, buah dan tunas-tunas. Bagian daun nanas merupakan salah satu yang dapat dimanfaatkan karena mengandung serat dengan kadar selulosa yang tinggi. Kadar selulosa yang terkandung dalam serat daun nanas berkisar 69,5-81%. Hal ini menggambarkan bahwa selulosa merupakan unsur yang dominan dari serat daun nanas. Komposisi selulosa serat daun nanas dapat diperlihatkan pada Tabel 1.

Berat daun nanas hijau yang masih segar akan menghasilkan kurang lebih sebanyak 2,5% sampai 3,5% serat daun nanas [2].

Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material yang menghasilkan sifat mekanik berbeda dengan material pembentuknya. Komposit terdiri dari dua bahan dasar, yaitu matriks sebagai pengisi dan material lainnya sebagai fasa penguat (*reinforcement*). Serat biasanya bersifat elastis, mempunyai kekuatan tarik yang baik, namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi. Matrik biasanya bersifat ulet, lunak dan bersifat mengikat jika sudah mencapai titik bekunya. Kedua bahan yang mempunyai sifat berbeda ini digabungkan untuk mendapatkan

satu bahan baru (komposit) yang mempunyai sifat yang berbeda dari sifat partikel penyusunnya [3].

Resin Thermosetting Jenis Polyester

Matriks (resin) dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matrik *polyester* paling banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan. Selain itu, matriks ini memiliki harga yang murah dan mempunyai karakteristik yang khas yaitu dapat diwarnai, transparan, dapat dibuat kaku dan fleksibel, tahan air, tahan cuaca dan bahan kimia. *Polyester* dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79°C atau lebih tinggi tergantung partikel resin dan keperluannya [4].

Katalis *Metyl Etyl Keton Peroksida* (MEKPO) adalah bahan pengeras untuk jenis resin *polyester*. Penambahan katalis dalam jumlah banyak menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses *curing*. Hal ini dapat menurunkan kualitas atau merusak produk komposit. Oleh karena itu, pemakaian *hardener* dibatasi maksimum 1% sampai 2% dari volume resin [5].

Pengujian Sifat Mekanik Material

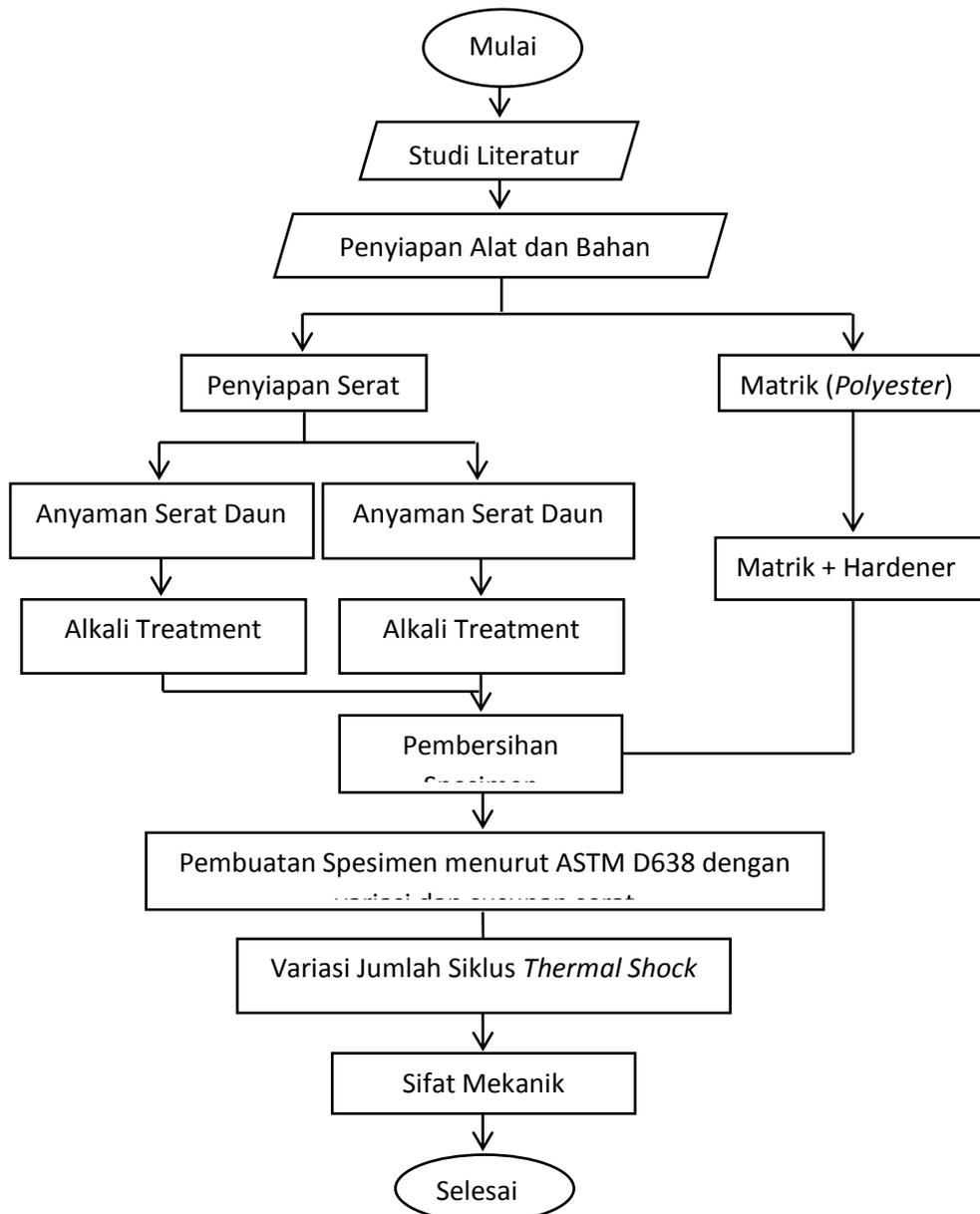
Pengujian bahan atau logam bertujuan untuk mendapatkan atau mengetahui beberapa sifat

METODE PENELITIAN

Proses penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan penelitian Gambar 1.

bahan logam dengan menggunakan alat uji. Pada prinsipnya sifat bahan logam terbagi dalam dua kelompok, yaitu sifat mekanik dan sifat fisik. Walaupun dalam perkembangannya selain dua sifat tersebut, masih ada sifat lain yang juga sangat penting dalam aplikasinya, yaitu sifat kimia dan teknologi [6].

Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua, yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu di mana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu, sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu. Sifat mekanik material biasanya diperoleh dengan melakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*). Dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut [7].



HASIL DAN PEMBAHASAN

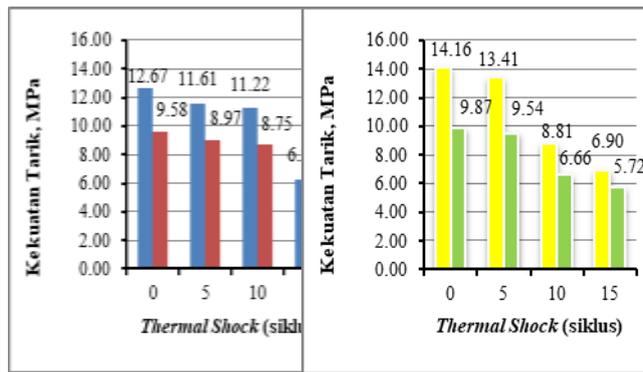
Pada penelitian ini, data yang didapatkan adalah grafik kekuatan tarik dan regangan tarik dari model pipa komposit dari berbagai perlakuan *thermal shock*. Pengujian lentur dilakukan untuk mendapatkan grafik kekuatan lentur dan modulus elastisitas lentur dari pipa komposit dari berbagai perlakuan *thermal shock*.

Hasil Uji Tarik Komposit

Dari hasil pengujian tarik komposit serat daun nanas dengan matrik resin *polyester* adalah berupa tegangan tarik (*tensile strength*) dan regangan tarik (*elongation*). Pada pengujian tarik divariasikan perlakuan *thermal shock*

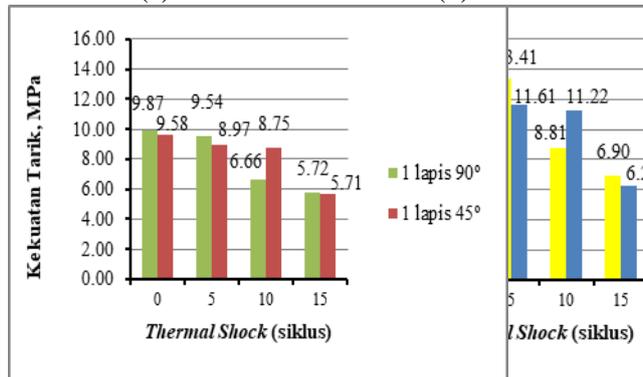
terhadap orientasi dan susunan serat dengan cara spesimen dipanaskan dalam oven sampai temperatur 100°C selama 1 jam. Spesimen direndam dalam air selama 30 menit. Proses ini dinamakan dengan 1 kali siklus. Pengujian tarik dilakukan 0, 5, 10, dan 15 siklus.

Dari penelitian ini hasil pengujian tarik yang diperoleh hubungan antara kekuatan tarik dengan *thermal shock* dengan berbagai variasi susunan dan orientasi serat. Ilustrasi hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



(a)

(b)



(c)

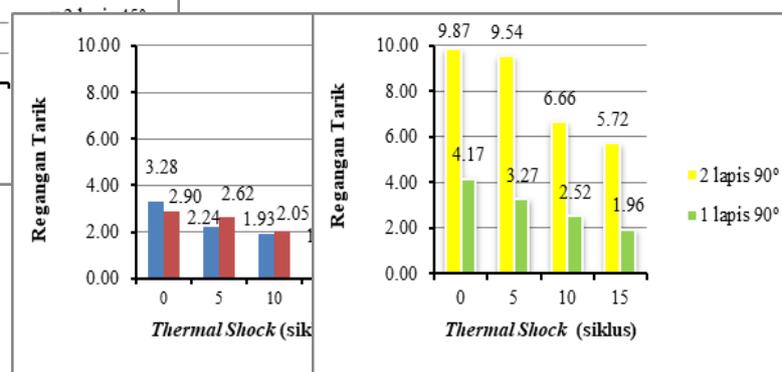
(d)

Gambar 2. Kekuatan tarik komposit dengan variasi susunan dan orientasi serat terhadap *thermal shock* (a) kekuatan tarik vs *thermal shock* orientasi 45°, (b) kekuatan tarik vs *thermal shock* orientasi 45°, (c) kekuatan tarik vs *thermal shock* susunan satu lapis, (d) kekuatan tarik vs *thermal shock* susunan dua lapis.

Dari penelitian ini diperoleh perbandingan kekuatan tarik komposit seperti terlihat pada Gambar 2. Perbandingan kekuatannya menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit serat daun nanas dengan susunan serat 2 lapis 90° tanpa perlakuan *thermal shock* mempunyai nilai kekuatan tarik tertinggi, yaitu sebesar 14.16 MPa. Dari Grafik terlihat juga bahwa susunan serat 2 lapis juga mempunyai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan 1 lapis. Hal ini disebabkan oleh kerapatan dan ketebalan serat dalam komposit akan mempengaruhi perubahan kekuatan tarik yang cukup signifikan dimana semakin rapat dan tebal serat dalam komposit akan menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi. Perlakuan *thermal shock* pada spesimen dengan susunan dan orientasi serat juga sangat mempengaruhi terhadap kekuatan tarik dari komposit. Hal ini terlihat dari

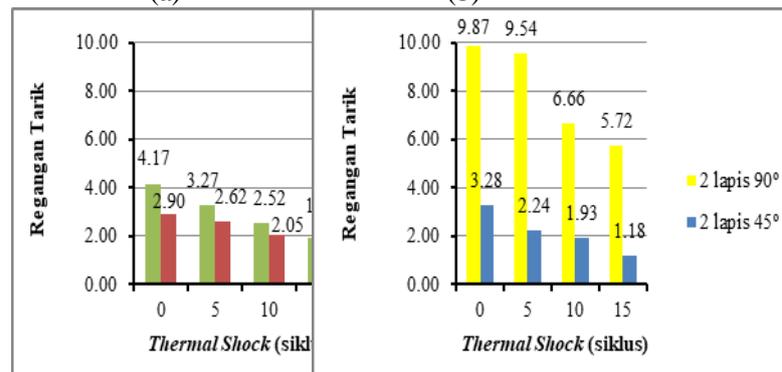
tanpa perlakuan thermal an kekuatan tarik tertinggi an dengan spesimen dengan *thermal shock*. Spesimen dengan 5 kali *thermal shock*, kekuatan dikit mengalami penurunan. Namun dengan penambahan perlakuan *thermal* dan 15 kali terlihat bahwa terjadi kekuatan tarik yang jauh lebih besar. sebabkan oleh ikatan dan struktur n komposit telah rapuh sehingga kekuatannya akan berkurang.

u, dari pengujian tarik juga dapat gangan tarik yang terjadi selama jian. Dari pengujian kekuatan tarik h hubungan antara regangan tarik *thermal shock* seperti pada Gambar 3.



(a)

(b)



(c)

(d)

Gambar 3. Regangan tarik komposit dengan variasi susunan dan orientasi serat (a) regangan tarik vs *thermal shock* orientasi 90° (b) regangan tarik vs *thermal shock* orientasi 45° (c) regangan tarik vs *thermal shock* susunan satu lapis (d) regangan vs *thermal shock* susunan dua lapis.

Dari grafik terlihat bahwa perlakuan thermal mempengaruhi regangan tarik yang didapatkan dalam pengujian. Komposit dengan orientasi

serat 90° mempunyai regangan tarik yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan orientasi serat 45°. Hal ini disebabkan oleh adanya ikatan serat orientasi 90° yang lebih kuat dibandingkan dengan orientasi 45°. Lapisan serat juga berpengaruh terhadap regangan tarik yang dihasilkan di mana regangan akan meningkat seiring dengan bertambahnya lapisan serat dalam komposit. Regangan tarik tertinggi diperoleh pada material komposit dengan susunan 2 lapis dan orientasi 90° tanpa perlakuan *thermal shock* sebesar 3.56 MPa, sedangkan terendah terjadi pada 1 lapis 45° dengan perlakuan thermal 15 kali siklus sebesar 1.22 MPa. Secara umum dapat diperoleh bahwa semakin banyak siklus perlakuan *thermal shock* yang diberikan maka regangan tarik yang diperoleh akan semakin rendah.

PENUTUP

Simpulan

1. Perlakuan *thermal shock* sangat mempengaruhi kekuatan tarik pipa komposit di mana semakin banyak perlakuan *thermal shock* maka kekuatan tarik komposit akan semakin turun. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada susunan dan orientasi 2 lapis 90° tanpa perlakuan thermal yaitu sebesar 14.16 MPa dan kekuatan tarik terendah pada susunan dan orientasi 2 lapis 45° 5 siklus *thermal shock*.
2. Regangan tarik tertinggi diperoleh pada material komposit dengan susunan 2 lapis dan orientasi 90° tanpa perlakuan *thermal shock* sebesar 3.56 MPa, sedangkan terendah terjadi pada 1 lapis 45° dengan perlakuan thermal 15 kali siklus sebesar 1.22 MPa.

Saran

1. Untuk mendapatkan keseragaman anyaman serat daun nanas maka lebih baik dilakukan menggunakan alat anyam tidak manual sehingga diperoleh meshing yang sama.
2. Dilakukan pengujian sifat mekanik lain sehingga hasil yang diperoleh akan lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan

Tinggi atas dukungan yang diberikan kepada peneliti berupa bantuan dana penelitian yang menunjang berlangsungnya penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Diharjo, K., dkk., *Tensile Properties of Random kenaf Fiber Reinforced Polyester Composite*, National Seminar Proceeding, Center of Inter University, UGM, Yogyakarta, Indonesia, 2005.
- Faruk, O., dkk., *Biocomposites Reinforced with Natural Fibers*, Progress in Polymer Science, 2005, Diambil 20 Juli 2016 dari <http://www.elsevier.com/locate/ppolysci>
- Febri, A., Putu, I., *Pembuatan Serat Nanas untuk Tekstil dan Kerajinan*, 2015, Diambil 21 Juli 2016 dari <http://dokumen.tips/documents/serat-nanas-55bd1a125e697.html>
- Astika, I Made., dkk., *Sifat Mekanik Komposit Polyester dengan Penguat Serat sabut Kelapa*, 2013, Diambil 21 Juli 2016 dari <http://www.download.portalgaruda.org/article.php>
- Schwartz, M. M., *Composite Materials Handbook*, Mc. Graw-Hill Inc New York, 1984.
- Anonim, *Technical Data Sheet*, P.T. Justus Kimia Raya, Jakarta, 2001.
- Ardra, *Pengujian Sifat Mekanik Bahan Logam*, Diambil 22 Juli 2016 dari <https://www.ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/besi-baja-iron-steel/pengujian-sifat-mekanik-bahan-logam/karakteristik-sifat-material-bahan-logam/>