

Pengaruh Penguat Hibride Partikel Serbuk Arang Sekam Padi dan Kalsit Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit *Polyester Resin*.

Basmal¹, Joko Sukarno², Siswanto³.

^{1,2} Program Studi Mesin Otomotif Politeknik Pratama Mulia Surakarta

³ Program Studi Teknik Mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta.

basmalarie@gmail.com , siswanto.politama@gmail.com

ABSTRACT

The study entitled "Strengthening Effect of Particle Hibride Charcoal Rice Husk Powder and Mechanical Properties of Calcite Against On Polyester Resin Composites" aims to determine the effect of the volume fraction of filler partkel hibride the mechanical properties of composite properties. Mechanical properties of the composite hibride researched include flexural strength properties of the standard ASTM D 790, Impact strength properties of the standard ASTM D 5941 and ASTM standard fuel properties ktahanan D 635.dan SEM fracture morphology to determine the composite. Matrix composites using Unsaturated Polyester Resin BQTN 157, Filler hibride using rice husk charcoal powder and powder kalsit 60-80 mesh 100-120 mesh with a total weight of the filler fraction of 50%. Percentage ratio between the weight fraction of filler hibride rice husk powder and powder calcite are: 15:35, 20:30, 25: 25, 30:20. MEKP hardener using 1 wt% Matrix Resin. Material is mixed using a mixer rotation of 100 rpm for 5 minutes. Making composite by means poured into the mold by holding time of 30 minutes. Composite specimens given rain water immersion treatment for 20 days. The test results in getting the highest mechanical properties of the composite specimens: The flexural strength 95.54 N / mm², the impact strength of 5.97 kJ / mm², and fuel resistance properties rate of 0.10 mm / sec. Lowest mechanical properties is obtained: The flexural strength 84.17 N / mm², the impact strength of 5.10 kJ / mm², and fuel resistance properties rate of 0.19 mm / sec.

Keywords : Komposit Poliester Resin, filler hibride serbuk arang sekam padi dan serbuk kalsit.

I. PENDAHULUAN

Teknologi dan Rekayasa Teknik dewasa ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, hal tersebut seiring dengan meningkatnya daya minat masyarakat dalam memanfaatkan peluang untuk mengembangkan wirausaha. Material baja merupakan bahan utama yang di gunakan dalam implementasi penggunaan teknologi dalam berbagai kegunaannya. Sifat mekanik baja diantaranya adalah kuat, keras. Sedangkan

kelemahannya diantaranya adalah berat dan pengerjaannya lebih sulit. .

Saat ini penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan dalam dunia industri manufaktur. Penggunaan material komposit yang kuat dan keras merupakan tuntutan teknologi saat ini. Salah satu material komposit yang diharapkan di dunia industri yaitu material komposit yang memiliki sifat mekanik yang tinggi serta dengan memanfaatkan bahan yang melimpah yang terdapat alam sekitar sebagai pengisi (filler)

maupun penguat (Reinforced) pada komposit. Polimer thermosetting banyak diaplikasikan untuk komposit dalam sektor industri. Poliester Resin merupakan salah satu jenis thermosetting plastik yang digunakan sebagai matrik komposit. Poliester merupakan jenis plastik yang memiliki sifat ketahanan terhadap temperatur yang lebih baik jika dibanding dengan jenis lainnya seperti thermoplastik. Selain sifat tersebut, Poliester juga bersifat tahan terhadap korosi dan bahan kimia, juga memiliki sifat mekanik yang meningkat jika diberikan bahan penguat / *filler* yang tepat namun poliester juga mempunyai kelemahan pada sifat sensitif menyerap air, getas dan notch sensitive (Astruc, A. dkk, 2008).

Penggunaan bahan limbah sebagai salah satu material komposit merupakan salah satu alternatif yang banyak di kembangkan. Sekam padi merupakan limbah pertanian yang memiliki jumlah yang melimpah, sebagian besar masyarakat masih belum memanfaatkan limbah sekam padi secara maksimal. Kandungan bahan dalam sekam padi banyak mengandung bahan lignoselulosa sehingga menyebabkan timbulnya sifat kuat dan kaku. Berdasarkan sifat kaku dan kuat dari sekam padi ini dapat dibuat sebagai bahan komposit (Ngafwan, 2006). Menurut Umi Fathanah (2011) bahwa unsur-unsur yang terkandung dalam sekam padi diantaranya meliputi: kadar air 9,02 %, Silika (SiO₂) 16,98%, Abu 17,71%, dan Karbon (Arang) 1,33).

Kalsit merupakan unsure utama pembentuk batu gamping. Unsur kimia pembentuk kalsit terdiri dari kalsium (Ca) dan Karbonat (CO₃). Unsur kalsium dalam kalsite dapat bersubstitusi oleh unsure logam sebagai pengotor yang dalam prosentase berat tertentu membentuk mineral lain. Sifat fisik kalsit adalah beraj jenis 2,71 gr/cm³, kekerasan 3 (Skala Mohs), warna kalsit yang tidak murni adalah kuning, abu-abu. Penggunaan kalsit saat ini telah mencakup dalam berbagai sektor yaitu meliputi pada sektor industry kimia, industry logam, dan sebagainya.

Komposit hibrid adalah komposit yang terdiri dari lapisan lapisan penguat dapat berupa dua atau

lebih jenis penguat yang berbeda-beda (Schwart, 1984). Komposit hibrid mempunyai sifat sifat lebih baik daripada komposit yang terdiri dari satu jenis penguat. Dalam penelitian ini akan diteliti sebuah material komposit hibrid matrik poliester resin/serbuk arang sekam padi/serbuk kalsit. Penelitian tentang komposit hibrid ini merupakan salah satu usaha menciptakan produk material inovatif baru terbarukan yang dapat diaplikasikan sebagai material alternative industri. Penelitian ini juga sekaligus sebagai salah satu cara untuk mengatasi problem energi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil penelitian sebelumnya.

Basmal dan jumardi (2014) mengungkapkan dalam penelitiaanya bahwa material komposit Poliester Resin dengan filler serbuk genteng memiliki kekuatan impak terbesar pada Fraksi Volume (vf) 40%. Kekuatan impak akan menurun seiring dengan meningkatnya fraksi volume filler. Penurunan kekuatan impak tersebut di sebabkan bahwa dengan fraksi volume lebih dari 40% daya rekat/daya ikat antara matrik polyester dengan filler serbuk genteng semakin menurun.

Siswanto dan Diharjo (2011) mengungkapkan pula bahwa komposit *Polyester* resin berpenguat serbuk genteng limbah, pada vf serbuk 40% dihasilkan kekuatan lentur dan kekuatan impak tertinggi dibanding dengan fraksi volume 30%, 50% dan 60%.

Sony (2005) meneliti komposit hibride epoxy dengan filler serbuk tempurung kelapa dan abu sekam padi sebagai bahan kanvas rem, bahwa kekuatan *bending* dan tarik komposit berpenguat serbuk tempurung kelapa dan abu sekam padi yang dikombinasikan dengan epoksi menghasilkan data sebagai berikut, untuk komposit serbuk tempurung kelapa mempunyai kekuatan tarik 21,005 MPa, dan kekuatan *bending* 31,716 MPa, sedangkan komposit serbuk abu sekam padi mempunyai kekuatan tarik 18,836 MPa, dan kekuatan *bending* 31,716 Mpa.

Komposit matrial kanvas rem dengan memanfaatkan serbuk tempurung kelapa dan

serbuk aluminium bermatrik epoksi (Santoso, dkk, 2012) Untuk sistem material komposit pada penelitian ini, semakin banyak komposisi serbuk tempurung kelapa dan semakin sedikit serbuk aluminium maka nilai kekerasannya semakin tinggi sedangkan nilai keausannya semakin rendah. Sampel yang mendekati nilai kekerasan dan nilai keausan kampas rem Indoparts dengan nilai kekerasan 18,5 Kgf/mm² dan nilai keausan $0,087 \times 10^{-7}$ mm²/kg yaitu sampel 20% serbuk tempurung kelapa dengan nilai kekerasan 16,8 Kgf/mm² dan nilai keausan $0,071 \times 10^{-7}$ mm²/kg. Hasil foto makro yang memiliki ikatan sempurna yaitu sampel 2 (20% serbuk tempurung kelapa dan 40% serbuk aluminium) dan sampel 3 (30% serbuk tempurung kelapa dan 30% serbuk aluminium).

Sukarja H (2013) Meneliti komposit hibrid epoksi serat gelas dan filler clay, Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *clay* 1% fraksi berat menaikkan sifat mekanik, tetapi penambahan *clay* lebih dari 1% fraksi berat menurunkan kekuatan impak dari komposit hibrid epoksi/*clay*/serat gelas. Pengujian uji impak menunjukkan fraksi *clay* yang optimum terjadi pada 1% dengan kenaikan kekuatan impak sebesar 30,16%. Ketangguhan retak tertinggi dari komposit hibrid epoksi/*clay*/serat gelas dicapai pada *clay* 2% fraksi berat, dengan kenaikan ketangguhan retak sebesar 19,09%, tetapi penambahan *clay* lebih dari 2% fraksi berat menurunkan kekuatan ketangguhan retak.

B. Komposit Hibrid.

Komposit dalam pengertian bahan yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur menjadi satu yang dibentuk pada skala makroskopik dan menyatu secara fisika. Komposit *hibride* adalah komposit yang terdiri dari lapisan lapisan penguat dapat berupa dua atau lebih jenis penguat yang berbeda-beda (Callister, 2007). Komposit hibrid mempunyai sifat lebih baik daripada komposit yang terdiri dari satu jenis penguat.

Keuntungan material komposit dibandingkan dengan material logam adalah komposit ringan,

kuat, tidak terpengaruh korosi, dan mampu bersaing dengan logam, dengan tidak kehilangan karakteristik dan kekuatan mekanisnya.

C. Komposit Partikel.

Dalam struktur komposit, bahan komposit partikel tersusun dari partikel-partikel disebut bahan komposit partikel (*particulate composite*). Bahan komposit partikel umumnya digunakan sebagai pengisi dan penguat bahan komposit keramik (*ceramic matrix composites*). Bahan komposit partikel pada umumnya lebih lemah dibanding bahan komposit serat. Bahan komposit partikel mempunyai keunggulan, seperti ketahanan terhadap aus, tidak mudah retak dan mempunyai daya pengikat dengan matrik yang baik

III. METODOLOGI

A. Persiapan bahan penelitian.

Bahan yang di gunakan untuk penelitian adalah menggunakan matrik *Unsaturated Polyester* resin BQTN 157 dengan fraksi volume 50%, pengisi menggunakan hibride antara abu sekam padi mesh 60-80 dan serbuk kalsite mesh 100-120. Hardener menggunakan MEKP dengan 1 wt% matrik resin. Poliester resin dan hardener dibeli dari toko kimia Justus Semarang. Serbuk arang sekam padi di buat dengan membakar sekam dan menggilingnya hingga menjadi serbuk.. Persiapan bahan penelitian dilakukan di Lab. Mesin Perkakas Politeknik Pratama Mulia Surakarta.

B. Pembuatan Spesimen.

Bahan matrik komposit vf 50%, pengisi hibride 50%, dan hardener 1 wt% di campur dengan mixer putaran 100 rpm, selama 5 menit. Fraksi Berat total filler 50% dengan prosentase perbandingan fraksi berat antara serbuk arang sekam padi dan serbuk kalsit adalah: 15:35, 20:30, 25: 25, 30:20. Bahan setelah dicampur menggunakan mixer kemudian di tuang pada cetakan dengan holding time 30 menit. Spesimen dibuat untuk uji impak (80 x 10 x 4 mm), specimen uji bending (170 x 13,0 x 3,2 mm), dan specimen uji ketahanan bakar (125 x 12,7 x 3,0 mm). Proses di lakukan di Lab.

Mesin Perkakas Politeknik Pratama Mulia Surakarta.

Mulia Surakarta dari tanggal 26 Agustus sampai 14 September 2016.

C. Perlakuan Spesimen.

Perlakuan perendaman spesimen dilakukan dalam ruangan tanpa penyinaran matahari. Fluida perendaman menggunakan fluida “Air hujan” waktu perendaman selama 20 hari.



Gambar 1. Proses perlakuan rendaman spesimen komposit.

D. Pengujian Lentur.

Pengujian spesimen komposit terhadap sifat mekanik kekuatan lentur menggunakan metode “three poin bending” standar ASTM D 790. Besarnya tegangan lentur di hitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{3.P.L}{2.b.d^2} \dots\dots\dots (1)$$

E. Pengujian Laju Bakar.

Pengujian sifat kecepatan laju bakar spesimen komposit mengacu ASTM D 635, spesimen di letakkan pada posisi horinsontal pada sebuah penjepit spesimen dan pembakar posisi miring dengan sudut 45⁰ terhadap spesimen. Kecepatan laju bakar spesimen dapat di hitung dengan persamaam:

$$V = L/w \text{ (mm/Sec.)} \dots\dots\dots (2)$$

F. Pengujian Impak.

Kekuatan impak (tanpa *notched*) spesimen (*a_{cu}*) spesimen kompositi dapat dihitung (ASTM D 5941) dengan persamaan sebagai berikut:

$$aeu = \frac{W \text{ serap}}{h . b} \times 10^3 \dots\dots\dots (3)$$

Sedangkan energi serap di hitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$E_{\text{serap}} = WR (\cos\beta_2 - \cos\beta_1) \dots\dots\dots (4)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perendaman Spesimen.

Perlakuan spesimen komposit dilakukan dengan perendaman fluida cair “Air Hujan” selama 20 hari. Pelaksanaan perendaman di Laboratorium mesin perkakas Politeknik Pratama

B. Densitas Spesimen.

Spesimen komposit dengan fraksi volume (vf) 50% matrik poliester dan penguat hibride Partikel Arang Sekam Padi (PASP) dan kalsit memiliki besaran densitas bervariasi. Spesimen vf hibride 15:35 (PSAP 15% dan kalsit 35%) memiliki densitas tertinggi di dibandingkan dengan vf kalsit 30%, 25%, dan 20%, sedangkan densitas terendah di peroleh pada spesimen komposit dengan vf kalsit 20%. Perbedaan besaran densitas antara densitas terbesar (pada vf kalsit 35%) dan densitas terkecil (pada vf kalsit 20%) masing masing adalah: Spesimen uji impak 4,73%, Spesimen uji lentur 16,36%, Spesimen uji kecepatan laju bakar 10,13%. Data pengukuran densitas spesimen komposit di tunjukkan pada tabel 1 dibawah.

Tabel 1. Densitas Spesimen Komposit.

Spesimen komposit	Densitas spec.impak (g/cm ²)	Densitas spec.bakar (g/cm ²)	Densitas spec.lentur (g/cm ²)
50:15:35	1,48	1,48	1,65
50:20:30	1,46	1,47	1,55
50:25:25	1,46	1,33	1,4
50:30:20	1,41	1,33	1,38

Keterangan:

50:15:35 = Vf (Poliester-PSAP-Kalsit)

C. Pengujian Lentur Spesimen.

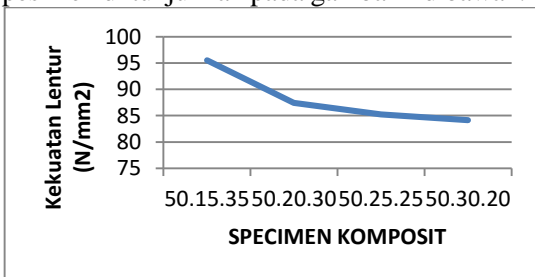
Hasil pengujian lentur spesimen komposit menunjukkan bahwa kekuatan lentur spesimen pada fraksi volume (vf) hibride 15:35 (95,54 N/mm²), vf hibride 20:30 (87,42 N/mm²), vf

hibride 25:25 (85,22 N/mm²), vf hibride 30:20 (84,17 N/mm²). Pernambahan vf PSAP dari 15% menjadi 30% tidak meningkatkan kekuatan lentur. Data pengujian kekuatan lentur spesimen ditunjukkan pada tabel 2 dibawah. Siswanto, dkk (2016) dalam penelitiannya menyatakan bahwa komposit matrik poliester berpenguat partikel sekam padi fraksi volume (vf) 40% dengan perlakuan perendaman air hujan selama 150 jam di dapatkan besar kekuatan lentur 34.66 N/mm². Pengisi hibride dengan memadukan Partikel arang sekam padi dan kalsit dapat meningkatkan kekuatan lentur spesimen komposit dua kali dari spesimen komposit dengan pengisi partikel arang sekam padi (satu jenis partikel pengisi komposit)

Tabel 2. Data pengujian Kekuatan lentur spesimen.

Spesimen Komposit	Ke. Lentur (N/mm ²)	ST Deviasi
50:15:35	95,54	2,79
50:20:30	87,42	2,88
50:25:25	85,22	2,49
50:30:20	84,17	2,43

Ikatan antara matrik poliester dan pengisi kalsit terjadi dengan baik, matrik poliester dapat mengisi pada setiap permukaan kalsit dengan baik. Hal tersebut berbanding terbalik dengan pengisi partikel sekam padi, bahwa semakin besar fraksi volume (vf) PSAP sifat lentur spesimen mengalami penurunan. Grafik pengujian lentur spesimen di tunjukkan pada gambar 2 dibawah.



Gambar 2. Grafik pengujian kekuatan lentur spesimen.

D. Pengujian Impak Spesimen.

Komposit dengan fraksi volume matrik poliester 50% dengan pengisi partikel secara

hibride (PASP-Kalsit), kemudian diuji terhadap kekuatan impact didapatkan data pengujian seperti pada tabel 3 dibawah. Kekuatan impact tertinggi terjadi pada spesimen komposit dengan vf filler hibride 15:35 yaitu 5,97 kJ/mm², sedangkan kekuatan impact terkecil terjadi pada vf hibride 30:20, yaitu 5,10 kJ/mm². Spesimen komposit berpenguat partikel memiliki sifat impact yang lebih rendah apabila di bandingkan dengan spesimen komposit berpenguat serat, hal tersebut dibenarkan oleh Siswanto, dkk (2013) dalam penelitiannya bahwa komposit polimer HDPE berpenguat serat cantula Vf 40% tersusun random memiliki kekuatan impact 43,13 KJ/mm². Data kekuatan impact spesimen komposit penguat hibride partikel PSAP-kalsit di tunjukkan pada tabel 3 dibawah.

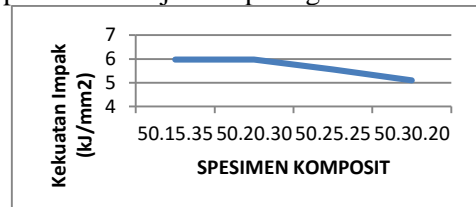
Tabel 3. Data pengujian kekuatan impact spesimen.

Spesimen Komposit	Kek. Impact (kJ/mm ²)	STDEV
50:15:35	5,97	1,44
50:20:30	5,97	1,44
50:25:25	5,56	1,13
50:30:20	5,1	1,01

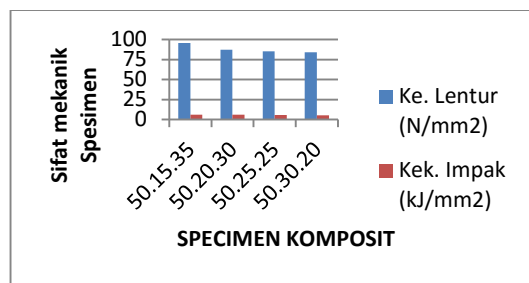
Keterangan:

50:15:35 = Vf (Poliester-PSAP-Kalsit)

Variasi fraksi volume pengisi hibride berpengaruh pada sifat impact spesimen. Gambar 3 dibawah menunjukkan grafik penurunan kekuatan impact seiring dengan penurunan fraksi volume pengisi partikel kalsit. Spesimen dengan pengisi kalsit vf 35% dengan kalsit vf 20% menyebabkan perbedaan sifat impact, besarnya penurunan kekuatan impact sebesar 14,8%. Perbandingan sifat mekanik kekuatan lentur dan kekuatan impact spesimen ditunjukkan pada gambar 4 dibawah.



Gambar 3. Grafik pengujian kekuatan impact spesimen.



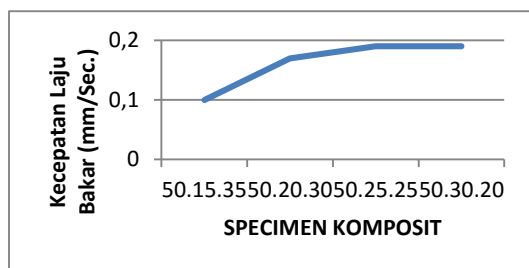
Gambar 4. Perbandingan Kekuatan Lentur dan Kekuatan Impak Spesimen.

E. Pengujian kecepatan laju bakar spesimen.

Spesimen komposit berpenguat hibrid partikel PSAP-kalsit seperti di tunjukkan pada tabel 4 dibawah, bahwa Kecepatan laju bakar cenderung menurun seiring dengan meningkatnya fraksi volume pengisi kalsit dalam komposit. Spesimen dengan fraksi volume 50:15:35 memiliki sifat laju bakar lebih rendah (0,10 mm/Sec.) di banding dengan spesimen dengan fraksi volume 50:30:20 (0,19 mm/sec.). Pengaruh pengisi kalsit selain meningkatkan sifat mekanik lentur dan dampak juga menurunkan ketahanan spesimen terhadap laju bakar. Grafik perbandingan kecepatan laju bakar spesimen di tunjukkan pada gambar 5 dibawah.

Tabel 4. Data pengujian kecepatan laju bakar spesimen

Spesimen Komposit	Kec. Laju bakar Spec. (mm/Sec.)	ST Deviasi
50:15:35	0,1	0,24
50:20:30	0,17	0,1
50:25:25	0,19	0,14
50:30:20	0,19	0,1



Gambar 5. Grafik Kecepatan laju bakar spesimen

V. KESIMPULAN

Komposit poliester berpenguat hibride partikel arang sekam padi dan kalsit memiliki sifat mekanik tertinggi di peroleh pada fraksi volume 50:15:35 yaitu sifat kekuatan lentur 95,54 N/mm², kekuatan dampak 5,97 kJ/mm², dan sifat ketahanan laju bakar 0,10 mm/sec. Sifat mekanik terendah di peroleh pada spesimen komposit fraksi volume 50:30:20 diperoleh sifat kekuatan lentur 84,17 N/mm², kekuatan dampak 5,10 kJ/mm², dan sifat ketahanan laju bakar 0,19 mm/sec. Partikel kalsit sebagai pengisi hibride komposit poliester resin meningkatkan sifat mekanik dengan baik.

REFERENSI

- Kuncoro Diharjo, 2006, *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester*, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Heribertus Sukarja, 2013. *Pengaruh Penambahan Clay Terhadap Sifat Mekanik Komposit Hibrid Epoxy/Serat Gelas*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Proklamasi 45, Yogyakarta.
- Ngafwan (2006) *Pemanfaatan Limbah Sekam Padi untuk Pembuatan Komposit Hambat Panas Menggunakan Matrik Resin, Media Mesin*, Vol. 7, No. 1, 17-23, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Umi Fathanah. 2012. *Kualitas Papan Komposit dari Sekam Padi dan Plastik HDPE Daur Ulang Menggunakan Maleic Anhydride (MAH) sebagai Compatibilizer*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh
- Santoso, Yuyun Estriyanto, Dinar Susilo Wijayanto. 2012. *Studi Pemanfaatan Campuran Serbuk Tempurung Kelapa-Aluminium Sebagai Material Alternatif Kamvas Rem Sepeda Motor Non-Asbestos*.

Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan,
FKIP, UNS.

Rincon M, dkk, 2009, *Recycling of Composite Materials Application the Car Industry*, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM). CSIC. Avda. Gregorio del Amo, 8. 28040 Madrid, Spain.

Schwartz M.M., 1984, *Composite Material Handbook*, Mc Graw Hill Inc, New York.

Siswanto, Diharjo K. 2011, *Pengaruh Fraksi Volume Dan Ukuran Partikel Komposit Polyester Resin Berpenguat Serbuk Genteng Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending*, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Shackelford. 1992. *Introduction to materials science for engineer*, Third Edition, Mac Millan Publishing Company, New York, USA.

Siswanto. 2013. *Pengaruh Pemaparan Cuaca Terhadap Perubahan Sifat Mekanik Dan Sifat Thermal Komposit High Density Polyethylene (HDPE)-Serat Cantula Random*, Thesis, Pascasarjana Teknik Mesin. Universitas Sebelas Maret Surakarta.