

**ANALISIS PENGARUH JUMLAH PADUAN MATRIKS RESIN
TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT
*REINFORCED FIBERGLASS WR200***

Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Jurusan
Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya

Disusun Oleh :

Nama : Atthallah Agel Aradhana

Nomor Induk Mahasiswa : 061212812924024



**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

**ANALISIS PENGARUH JUMLAH PADUAN MATRIKS
RESIN TERHADAP KEKUATAN TARIK
MATERIAL KOMPOSIT *REINFORCED*
*FIBERGLASS WR200***

SKRIPSI

Oleh :

Nama : Atthallah Agel Aradhana

Nomor Induk Mahasiswa : 06121281924024

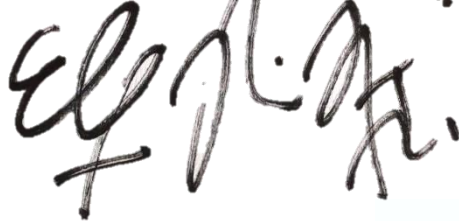
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan Ilmu Pendidikan

Disetujui untuk Diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana

Mengesahkan :

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin**



**Elfahmi Dwi Kurniawan. S.Pd, M.Pd
NIP. 199208072019031017**

Pembimbing Skripsi



**Edi Setiyo S,Pd., M.Pd
NIPUS.19870811201506120**



**ANALISIS PENGARUH JUMLAH PADUAN MATRIKS
RESIN TERHADAP KEKUATAN TARIK
MATERIAL KOMPOSIT *REINFORCED*
*FIBERGLASS WR200***

SKRIPSI

Oleh :

Nama : Atthallah Agel Aradhana

Nomor Induk Mahasiswa : 06121281924024

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Jurusan Ilmu Pendidikan

Disetujui untuk Diajukan dalam Ujian Akhir Program Sarjana

Telah diujikan dan lulus

Hari/Tanggal : Senin, 30 Desember 2022

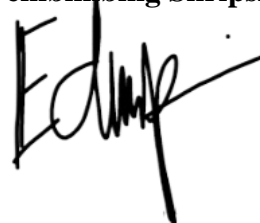
Mengesahkan :

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Mesin**



Elfahmi Dwi Kurniawan. S.Pd., M.PdT
NIP. 199208072019031017

Pembimbing Skripsi



Edi Setiyo S, Pd., M, PdT
NIPUS.19870811201506120



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Atthallah Agel Aradhana

NIM : 06121281924024

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh Jumlah Paduan Matriks Resin Terhadap Kekuatan Tarik Material Komposit *Reinforced Fiberglass* WR200” adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan pengutipan dengan cara tidak sesuai etika keilmuan yang berlaku. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata tulis karya ilmiah yang lazim.

Indralaya, 30 Desember 2022

Yang menyatakan,



Atthallah Agel Aradhana
NIM.06121281924024

ABSTRAK

Material komposit adalah material yang terdiri atas dua komponen material atau lebih, untuk menghasilkan sifat baru yang lebih baik dari material sebelumnya. Material komposit yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *Fiberglass* WR200, dan Paduan Matriks Resin dengan Karbon. Material komposit yang akan digunakan pada penelitian ini terorientasi pada campuran matriks resin, yaitu campuran resin dengan karbon arang kayu jambu, karbon arang bambu, dan karbon arang kayu jati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan paduan matriks resin dengan karbon alami terhadap kekuatan tarik material komposit berpenguat *fiberglass* WR200. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Spesimen uji berbentuk persegi panjang dengan ukuran 175mm x 25mm dengan ketebalan 3 mm. Spesimen di padukan dengan karbon alami karbon arang jambu, karbon arang bambu, dan karbon arang kayu jati yang kemudian di uji tarik dengan beban 3000 kgf. Hasil uji tarik tertinggi diraih karbon arang jambu dengan nilai kekuatan tarik 25,37 KgF/mm². Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa paduan matriks resin dengan karbon berpengaruh terhadap kekuatan tarik material komposit berpenguat *fiberglass* wr 200.

Kata Kunci : Material Komposit, Kekuatan Tarik, *Reinforced, Fiberglass* WR200

ABSTRACT

A composite material is a material consisting of two or more material components, to produce new properties that are better than the previous material. The composite materials used in this study are WR200 Fiberglass, and Resin Matrix Alloy with Carbon. The composite material that will be used in this study is oriented towards a mixture of resin matrix, namely a mixture of resin with coconut charcoal carbon, bamboo charcoal carbon, and teak wood charcoal carbon. The purpose of this study was to determine the effect of the difference between the alloy of the resin matrix with natural carbon on the tensile strength of the WR200 fiberglass-reinforced composite material. The type of research used is experimental research. The test specimen is rectangular in shape with a size of 175mm x 25mm with a thickness of 3 mm. The specimens were combined with natural carbon figng guava carbon, bamboo charcoal carbon, and teak wood charcoal carbon which was then tensile tested with a load of 3000 kgf. The highest tensile test result was achieved by guava charcoal carbon with a tensile strength value of 25.37 KgF/mm². So it can be concluded that the alloy of the resin matrix with carbon affects the tensile strength of fiberglass-reinforced composite material wr 200.

Key Word : *Composite Material, Tensile Strenght, Reinforced, Fiberglass WR200*

PRAKATA

Dengan ini mengucapkan alhamdulillahirabbil'alamin rasa syukur yang sebesar-besarnya kita panjatkan atas berkat dan rahmat yang diberikan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **ANALISIS PENGARUH JUMLAH PADUAN MATRIKS RESIN TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT *FIBERGLASS* WR200**. Shalawat serta salam selalu kita haturkan kehadiran kepada Nabi Muhammad SAW semoga kita selalu diberi syafaat oleh beliau, Amin.

Penulisan penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memenuhi salah satu kebutuhan dalam menyelesaikan syarat mengambil gelar sarjana di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua, anak, dan istri saya yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan. Penulis menyadari masih banyak keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki, sehingga penulis sangat mengharapkan saran dan kritik agar penulis dapat menjadi lebih baik lagi.

Indralaya, 30 Desember 2022



Atthallah Agel Aradhana
NIM. 06121281924024

KATA PERSEMBAHAN

Assalamualaikum Wr. Wb

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT, karena berkat Rahmat serta Karunia-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Analisis Pengaruh Jumlah Paduan Matriks Resin Material Komposit *Reinforced Fiberglass* WR200”**

Penulisan penelitian ini diambil untuk memenuhi salah satu kebutuhan dalam menyelesaikan syarat mengambil gelar sarjana di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya, Palembang.

Pencipta memahami bahwa dalam penyusunan karya terakhir ini masih jauh dari kata baik dan masih banyak kekurangan yang dibatasi oleh kemampuan penulis sendiri. Akhirnya, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah terlimpah kepada penulis.
2. Kedua orang tua saya, ayah Agus Susanto Kurniawan dan ibu saya Marelyn atas kasih sayang, dan dukungan moral maupun materi, beserta doa yang tiada hentinya diberikan untuk penulis.
3. Bapak Elfahmi Dwi Kurniawan. S,Pd. M,PdT selaku koordinator prodi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
4. Bapak Edi Setiyo S,Pd. M,PdT selaku dosen pengampu yang telah membimbing penulis dan memberikan motivasi.
5. Teman-teman seperjuangan Andryan, Ilahi, Irvan, Rafid, Fajar, Hanif, yang selalu memberi semangat dan dukungannya.
6. Keluarga kecil ku Amanda Vita Wila dan Asheeqa Az-zahra Adeeva yang selalu memberikan semangat serta doadan dukungannya.
7. Almamater kebanggaan, Universitas Sriwijaya.

MOTTO HIDUP

***“ Jika Anda Menilai Seekor Ikan Dari Cara Dia Memanjat Pohon Maka
Ikan Itu Akan Merasa Bodoh Seumur Hidup nya. ”***

(Albert Einstein)

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN.....	III
ABSTRAK	IV
<i>ABSTRACT</i>	V
PRAKATA.....	VI
KATA PERSEMBAHAN	VII
MOTTO HIDUP	VIII
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR TABEL.....	IX
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR LAMPIRAN	XI
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah Penelitian	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.2 Material Penyusun Komposit	7
2.2.2.1 Resin	8
2.2.2.2 Serat.....	8
2.2.3 Serat Penguat Komposit	10
2.2.4 Jenis Lapisan Pada Komposit.....	11
2.2.5 Bahan Tambahan	12
2.2.5.1 Katalis.....	12
2.2.5.2 Release Agent.....	12
2.2.6 Faktor Yang Mempengaruhi <i>Fiber Reinforced Material</i>	12
2.2.6.1 Faktor Matriks	12
2.2.6.2 Fase Ikatan.....	13
2.2.6.3 Orientasi Serat	13
2.2.7 Pembuatan Spesimen.....	14
2.2.7.1 Fraksi Volume Massa	14
2.2.7.2 <i>Hand Lay-up</i>	15
2.2.7.3 <i>Spray-Up</i>	15
2.2.8 Pengujian Tarik	16
2.2.8.1 Standar Uji Tarik Komposit	16

2.2.8.2	Batas Proporsionalitas	17
2.2.8.3	Batas Elastis.....	18
2.2.8.4	Titik Luluh dan Kekuatan Luluh	19
2.2.8.5	Kekuatan Putus	19
2.2.8.6	Keuletan.....	20
2.2.8.7	Pengukuran Keuletan Bahan	20
2.2.9	Perhitungan Tegangan dan Regangan	20
2.2.9.1	Tensile Streght.....	20
2.2.9.2	<i>Tensile Strain</i>	21
2.2.9.3	Modulus Elastisitas.....	21
2.2.9.4	Modulus kelentingan	22
2.2.9.5	Modulus ketangguhan	22
2.3	PENELITIAN RELEVAN.....	23
	BAB III.....	26
	METODELOGI PENELITIAN	26
3.1	Jenis Penelitian	26
3.2	Variabel Penelitian	26
3.3	Objek Penelitian	27
3.4	Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.5	Pengumpulan Data.....	28
3.6	Tema Yang Diungkap.....	28
3.7	Diagram Alir Proses Penelitian	28
3.8	Alat dan Bahan	30
a.	Alat	30
b.	Bahan.....	31
3.9	Perhitungan Komposisi Komposit.....	31
3.10	Prosedur Penelitian.....	32
3.10.1	Tahap Awal	32
3.10.3	Analisis Hasil Uji Tarik.....	33
	BAB IV	35
	PEMBAHASAN DAN HASIL.....	35
4.1	Deskripsi Penelitian.....	35
4.2	Deskripsi Pelaksanaan Penelitian	35
4.3	Langkah Penelitian	36
4.4	Hasil Pengujian Tarik.....	37
	BAB V.....	43
	KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
	DAFTAR PUSTAKA	44
	LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat.....	30
Tabel 3. 2 Bahan	31
Tabel 3. 3 Keterangan Spesimen Uji.....	33
Tabel 3. 4 Teknik Pengujian Tarik.....	34
Tabel 4. 1 Data Pengujian Tarik	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Tarik.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Serat Panjang Tidak Terputus10
Gambar 2. 2 Serat pendek (discontinuous fiber).....11
Gambar 2. 3 Lamina dan laketerarikane11
Gambar 2. 4 Metode Hand Lay-up15
Gambar 2. 5 Metode Spray up16
Gambar 2. 6 Kurva Regangan-regangan Hasil Tes Pada Baja.....18
Gambar 2. 7 Grafik tegangan-regangan saat uji tarik21
Gambar 2. 8 Grafik tegangan-regangan22
Gambar 2. 9 Kerangka Berpikir25
Gambar 3. 1Spesimen Komposit *Fiberglass* wr20027
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengujian Tarik Material Komposit29
Gambar 4. 1 Statistik Perbandingan Kekuatan Tarik.....39
Gambar 4. 2 Statistik Hasil Perbandingan Regangan39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Usulan Judul penelitian	46
Lampiran 2. Surat Keterangan Verifikasi Judul.....	47
Lampiran 3. Lembar Reviewer	48
Lampiran 4. Kesiediaan Pembimbing Skripsi.....	49
Lampiran 5. Surat Permohonan SK Pembimbing.....	50
Lampiran 6. SK Pembimbing.....	51
Lampiran 7. Surat Permohonan SK Penelitian	53
Lampiran 8. SK Penelitian	54
Lampiran 9. Surat Keterangan Melakukan Penelitian di Laboratorium FT.....	56
Lampiran 10. Alat dan Bahan	57
Lampiran 11. Proses Penelitian.....	59
Lampiran 12. RPS	60

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan material logam dalam berbagai komponen produk semakin berkurang hal ini dikarenakan oleh beratnya komponen yang terbuat dari logam. Proses pembentuknya yang relatif sulit, dapat mengalami korosi dan biaya produksinya yang mahal. Sejalan berkembangnya zaman peran material yang terbuat dari logam sudah mulai digantikan oleh material non logam yaitu salah satunya adalah komposit (Mirwan Irsyad, 2015).

Komposit merupakan material yang terbuat dari proses pengkombinasian dua bahan atau lebih, dimana matriks sebagai pengikat dan *reinforcement* sebagai penguat. Dari dua bahan atau lebih yang digabungkan dalam satu bahan komposit ini akan menghasilkan sifat-sifat dari bahan baru yang lebih baik dari atau tidak dimiliki oleh bahan penyusunnya. (Asfarizal, *et al.*, 2016: 24)

Komponen untuk industri otomotif bagian yang terbuat dari *fiberglass* semakin banyak digunakan karena potensi konstruksinya yang ringan dan nilai produksi yang ekonomis. Orientasi paduan matriks merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi umur pakai, oleh karena itu perbedaan paduan matriks, bersama dengan konsep baru yang menangkap pengaruh orientasi paduan matriks terhadap kekuatan tarik. Orientasi paduan matriks adalah hasil proses pencampuran yang memunculkan sifat mengikat antar material. (Wilmesa & Hornbergera, 2015).

Karakteristik sifat mekanis dari komposit yang diperkuat tidak hanya terorientasi pada sifat serat, tetapi juga pada tingkat dimana beban yang diterapkan ditransmisikan ke lapisan serat dengan fase matriks. Di bawah tekanan yang diterapkan, ikatan matriks serat ini menghasilkan pola deformasi matriks. Di sisi lain, tidak ada transmisi beban dari matriks pada setiap ekstremitas serat. Beberapa panjang serat diperlukan untuk penguatan dan kekakuan yang efektif dari bahan komposit. Panjang kritis ini tergantung pada lapisan serat dan kekuatan

tarik pada kekuatan ikatan serat-matriks.(William D. Callister, 2017).

Dalam beberapa dekade terakhir, ketertarikan penelitian teknik telah beralih dari bahan monolitik ke material yang diperkuat. *Fiberglass* dan fiber carbon digunakan sebagai *reinforced* material Fiber *reinforced* plastics (FRP). FRP ini telah diterima secara luas sebagai bahan untuk aplikasi struktural & non-struktural. Alasan utama pemilihan FRP adalah karena kekakuan tinggi terhadap rasio berat dan rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi dibandingkan dengan bahan konvensional. Namun, bahan ini memiliki beberapa kekurangan seperti memperbaharui kemampuan, daur ulang, pembuangan dan mahal. Permintaan untuk perbaikan kinerja material struktural ini membuat perlu untuk mengevaluasi bahan-bahan ini di bawah pemuatan multi-aksial. Serat komposit yang diperkuat menunjukkan perilaku mekanis anisotropik yang kuat karena orientasi seratnya. (Mr. Santhosh Kumar. M, 2014)

Material komposit yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *Fiberglass* WR200, dan Paduan Matriks Resin. Material komposit yang akan digunakan pada penelitian ini terorientasi pada campuran matriks resin, yaitu campuran resin dengan karbon arang kayu jambu, karbon arang bambu, karbon arang kayu jati dan karbon. Persentase volume matriks yang digunakan yaitu, Bahan campur : Resin : Katalis adalah 30% : 65% : 5%. Pembuatan komposit dilakukan secara konvensional dengan metode *Hand Layup*. Setelah hasil di dapat dari proses pengujian kemudian dilanjutkan dengan dilakukannya proses perhitungan. Apakah orientasi paduan matriks resin berpengaruh besar terhadap kekuatan tarik material dan nilai regangan ataupun sebaliknya.

Maka dari itu penulis akan meneliti dan dapat mengetahui kekuatan tarik dan regangan yang terjadi pada material komposit *reinforced fiberglass* wr200 dengan paduan matriks resin dan karbon alami, yang paling efektif dalam memperkuat material komposit. Berdasarkan pemaparan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “ **ANALISIS PENGARUH JUMLAH PADUAN MATRIKS RESIN TERHADAP KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT *REINFORCED FIBERGLASS* WR200**” .

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun identifikasi masalah penelitiannya adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Penggunaan material logam pada berbagai komponen produk semakin berkurang hal ini dikarenakan oleh beratnya komponen yang terbuat dari logam, proses pembentuknya yang relatif sulit, dapat mengalami korosi dan biaya produksinya yang mahal.
- 1.2.2 Komponen untuk industri otomotif, seperti part-part diperkuat *fiberglass* dan daun pisang sebagai alternatif penggunaan material logam karena harganya yang lebih ekonomis.
- 1.2.3 Kombinasi dan rentang sifat material yang belum dikembangkan dengan pengembangan material komposit. Secara umum komposit dianggap bahan multiphase yang menunjukkan proporsi yang signifikan dari kedua fase penyusunan sehingga kombinasi sifat yang lebih baik bisa tercapai.
- 1.2.4 Karakteristik mekanis dari komposit yang diperkuat serat tidak hanya terorientasi pada sifat serat, tetapi juga pada tingkat di mana beban yang diterapkan disalurkan menuju serat dengan fase matriks.

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, adapun batasan penelitian sebagai berikut:

- 1.3.1 Material alternatif sebagai pengganti logam adalah komposit *reinforced* material berupa *fiberglass*, dan campuran matriks resin.
- 1.3.2 Dalam industri material *fiberglass* dan campuran matriks resin dapat diaplikasikan pada industri otomotif
- 1.3.3 Karakteristik mekanik sangat dipengaruhi oleh fase matriks, yang dalam hal ini menggunakan jenis paduan karbon alami dan matriks resin.
- 1.3.4 Prosentase volume *fiber* glas : matriks resin : katalis adalah 30% : 65% : 5%.
- 1.3.5 Fraksi volume epoxy resin : fraksi volume karbon yaitu 70% : 30%.
- 1.3.6 Kombinasi sifat yang akan dikembangkan berupa orientasi paduan resin

dengan karbon arang kayu jambu, karbon arang bambu, karbon arang kayu jati.

1.3.7 Untuk mengetahui karakteristik mekanik dari komposit yang terbentuk spesimen diuji menggunakan uji tarik menggunakan Standar JIS B7721.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.4.1 Bagaimana pengaruh orientasi paduan matriks resin dengan karbon arang kayu jambu dan karbon ., terhadap kekuatan tarik material komposit diperkuat *fiberglass* wr200.

1.4.2 Bagaimana perbandingan kekuatan tarik material komposit diperkuat *Fiberglass* WR200 berdasarkan orientasi paduan matriks resin dengan karbon arang kayu jambu, karbon arang bambu, karbon arang kayu jati dan .

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Untuk mengetahui pengaruh orientasi paduan matriks resin dengan karbon arang kayu jambu dan karbon ., terhadap kekuatan tarik material komposit diperkuat *fiberglass* wr200.

1.5.2 Untuk mengetahui perbandingan kekuatan tarik material komposit *Fiberglass* wr200 berdasarkan orientasi paduan matriks resin dengan karbon arang kayu jambu, karbon arang bambu, dan karbon arang kayu jati .

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1.6.1 Sebagai acuan dalam pengembangan ilmu dan sebagai referensi/rujukan dalam melakukan penelitian berikutnya

1.6.2 Hasil penelitian ini bisa diaplikasikan dan dimanfaatkan oleh industri otomotif, khususnya industri pembuatan part maupun industri lainnya sebagai bahan alternatif yang ramah lingkungan dan mengoptimalkan nilai bahan alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Asfarizal, et al., 2016: 24. Karakteristik Komposit Berbasis Serat Kelapadan Berbasis Serat Aren Jurnal Teknik Mesin –ITP 6(1)(2016) 24-33
- ASTM, D 3039. *Tensile Properties of Polymer Matrik Composite Materials*. West Conshohocken, United States: ASTM International Standard.
- Campbell, F. C., 2012. *Structure Composite Material*. ASM International.
- Callister, W. D. 2017. *Material Science And Engineering*. 7th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Dipak Kumar Jesthia, 2018. Erosion Behavior of Marble Dust Filled Jute Fiber Reinforced Composite vol-7
- Gibson, R. F. 2012. *Principles Of Composite Material Mechanic*. Edisi Ketiga.
- Hatta, i. 2016. Pengaruh arah serat komposit terhadap kekuatan geser “carbon. Seminar nasional iptek penerbangan dan antariksa xx-2016.
- Hermansyah, H. F. (2011). *Pengaruh orientasi serat pada komposit resin polyester/*, 46-52.
- [Http://blog.ub.ac.id](http://blog.ub.ac.id),<https://text-id.123dok.com>, www.laboratuar.com /id /testler/astm -testleri/astm-d3039
- Ishak, M. R., S. M. Sapuan, Z. Lema, M. Z. A. Rahman, dan U. M. K. Anwar. 2012. Characterization of Sugar Palm (Arenga Pinnata) Fibres. *Jurnal Therm Anal Calorim* 109: 981–989.
- Laurentius Kristanto 2018. Pengaruh persentase serat *fiberglass* terhadap kekuatan tarik komposit matriks polimer polyester. Skripsi thesis, Sanata Dharma University
- Mirwan irsyad, n. A. (2015). Sifat fisis dan mekanis pada komposit polyester serat batang pisang yang disusun asimetri [45° / -30° / 45° / -30°].
- Mr. Santhosh Kumar. M, D. S. (2014). Study on Effect of Thickness and Fibre Orientation on a Tensile and Flexural Properties of a Hybrid Composite. 56-66.
- Munasir. (2011). Studi Pengaruh Orientasi Serat *Fiberglass* Searah dan Dua Arah Single. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, ISSN: 2087-9946.
- Muhajir, M., M. A. Mizar, dan D. A. Sudjimat. 2016. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Edisi Keempat. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Nugroho 2015. pengaruh model serat pada bahan *fiberglass* terhadap kekuatan, ketangguhan, dan kekerasan material Vol. 15 No. 1 (2015)
- Reddy M. Indra, et al. "Comparative evaluation on mechanical properties of jute, pineapple leaf fiber and glass fiber reinforced composites with polyester and epoxy resin matrices." *Materials Today: Proceedings* 5.2 (2018): 5649-5654.
- Rusman Nur Ichsana, 2015 pengaruh susunan lamina komposit berpenguat serat e-

glass dan serat carbon terhadap kekuatan tarik dengan matrik polyester
Wilmesa, A., & Hornbergera, K. (2015). *Influence of Fiber Orientation and
Multiaxiality on the Fatigue. Procedia Engineering*, 148 – 160.