



**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN DASAR**

**KETANGGUHAN DAN KEKUATAN KOMPOSIT LAMINA  
LIMBAH KARUNG GONI SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF  
BUMPER MOBIL**

**TIM PENGUSUL:**

**Dr. Heri Yudiono, S. Pd., M. T. / 196707261993031003  
Hendrix Noviyanto Firmansyah, S.T., M. T. / 198511222019031010  
Dr. Basyirun, S.Pd., M. T. / 19680924 1994031002**

**MAHASISWA:**

**Alverro Pratama Widodo / 5201417063  
Ahmad Tafsirul Hakim Nur Sya'bani / 5201417046  
Hasbi Dwi Istanto / 5201417053**

**dibiayai oleh:**

**DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) Universitas Negeri Semarang Nomor:  
DIPA-023.17.2.677507/2022, tanggal 17 November 2021, dengan Surat Perjanjian  
Penugasan Pelaksanaan Penelitian Dana DIPA UNNES Tahun 2022 Nomor  
1.4.4/UN37/PPK.3.1/2022, tanggal 08 April 2022**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
OKTOBER 2022**

## HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN DASAR

Judul : Ketangguhan dan Kekuatan Komposit Lamina Limbah Karung Goni Sebagai Material Alternatif Bumper Mobil

Ketua Peneliti  
a. Nama Lengkap : Dr. Heri Yudiono, S.Pd., M. T.  
b. NIP : 196707261993031003  
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
d. Pendidikan S3 : Manajemen Pendidikan  
e. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Mesin  
f. Alamat surel (e-mail) : heri\_yudiono@mail.unnes.ac.id

Anggota Peneliti (1)  
a. Nama Anggota : Hendrix Noviyanto Firmansyah, S.T., M. T.  
b. NIP : 198511222019031010  
c. Program Studi : Teknik Mesin  
d. Fakultas : Teknik

Anggota Peneliti (2)  
a. Nama Anggota : Dr. Basyirun, S.Pd., M. T.  
b. NIP : 196809241994031002  
c. Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin  
d. Fakultas : Teknik

Kerjasama dengan Institusi Lain : -

Mahasiswa yang terlibat : 3 orang  
a. Nama/NIM : Alverro Pratama Widodo / 5201417063  
b. Nama/NIM : Ahmad Tafsirul Hakim Nur Sya'bani / 5201417068  
c. Nama/NIM : Hasbi Dwi Istanto / 5201417053

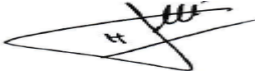
Staff Pendukung Penelitian : 1 orang Nama: Imam Sukoco

Alumni terlibat Penelitian : - orang, Nama: -

Biaya yang diperlukan :  
a. Sumber dari LPPM UNNES : Rp. 30.000.000  
b. Sumber Lain, sebutkan..... : Rp  
Jumlah : Rp. 30.000.000  
(Tiga Puluh Juta Rupiah)

Mengetahui ;  
Dekan FT,

Prof. Dr. Nur Qudus, M. T., IPM.  
NIP. 196911301994031001

Ketua Peneliti,  
  
Dr. Heri Yudiono, S.Pd., M. T.  
NIP. 196707261993031003

Menyetujui,  
Ketua LP2M UNNES

Prof. Dr. R. Benny Riyanto, S.H., M. Hum., CN.  
NIP. 196204101987031003

## RINGKASAN

Strategi pengendalian dan pengolahan sampah/limbah nasional menargetkan mampu mengurangi sampah sebesar 30% dan menangani sampah sebesar 70% dari kebijakan sebelumnya di tahun 2025. Salah satu upaya dilakukan dengan mendaur ulang limbah karung goni menjadi material alternatif komposit lamina untuk bumper mobil yang bernilai ekonomi dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa komposit lamina berbasis limbah karung goni sebagai material alternatif bumper mobil yang tangguh dan kuat.

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan rancangan pengujian *Pre-Experimental Designs* bertipe *Static Group Comparations*. Pengujian dilakukan untuk kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kelompok eksperimen adalah kelompok yang mendapat perlakuan dengan memvariasi orientasi serat anyam limbah karung goni dengan sudut  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$  dan  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$ . Sedangkan kelompok kontrol menggunakan bumper mobil. Resin epoksi sebagai matriks komposit menggunakan Epoxy Resin Bakelite EPR 174 dan Epoxy Hardener V-140. Ke dua kelompok diuji kekuatan tarik dan kekuatan impact. Spesimen uji tarik menggunakan standart ASTM D1037, 1994a dan spesimen uji impact menggunakan standar ISO 179-1.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit lamina dengan orientasi serat komposit karung goni  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  mengalami peningkatan sebesar 5,12% dari komposit bumper mobil, sedangkan kekuatan impact komposit serat karung goni dengan orientasi serat  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  mengalami penurunan sebesar 307,69% dari kekuatan impact bumper mobil, kekuatan impact tersebut tertinggi dari variasi orientasi serat komposit lamina karung goni. Rekomendasi hasil penelitian perlunya penelitian lanjutan untuk penggunaan bahan matriks yang sama khusus bumper mobil, perlakuan alkali pada serat karung goni lanjutan untuk meningkatkan ikatan antara permukaan matriks dan serat untuk meningkatkan kekuatan dan ketangguhan, dan penguatan proses fabrikasi dengan memperkecil curing komposit melalui kompaksi.

**Kata kunci:** Karung Goni, Komposit Lamina, Ketangguhan, Kekuatan Tarik.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dasar berjudul: “Ketangguhan dan Kekuatan Komposit Lamina Limbah Karung Goni Sebagai Material Alternatif Bumper Mobil”.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kekuatan Tarik dan impak komposit lamina karung goni dengan memvariasi orientasi arah serat sebagai material alternatif bumper mobil. Penelitian ini merupakan bagian dari penguatan visi Unnes konservasi sebagai inovasi teknologi pengolahan limbah. Pelaksanaan penelitian berdasarkan Surat Perjanjian Penugasan dalam Rangka Pelaksanaan Program Penelitian Dana DIPA Unnes Tahun Anggaran 2022.

Penyelesaian laporan Penelitian Dasar ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan berbahagia ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang atas fasilitasi yang diberikan kepada penulis untuk mengembangkan dharma penelitian di Universitas Negeri Semarang.
2. Dekan Fakultas Teknik Unnes yang telah memberikan dukungan penyelenggaraan penelitian dasar.
3. Ketua Jurusan Teknik Mesin Unnes yang telah memberikan dukungan fasilitas penelitian khususnya dalam pengambilan data penelitian.
4. Berbagai pihak yang telah memberikan bantuan untuk penyelenggaraan penelitian ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis berharap semoga penelitian bermanfaat bagi pengembangan *education* dan *technopreneur* pada masyarakat tentang pemanfaatan limbah karung goni menjadi bahan yang berdaya guna dan bernilai ekonomi.

Semarang, Oktober 2022

Dr. Heri Yudiono, S.Pd., M. T.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN SAMPUL .....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	2
RINGKASAN .....	3
PRAKATA.....	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL.....	7
DAFTAR GAMBAR .....	8
DAFTAR LAMPIRAN.....	9
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	10
B. Rumusan Masalah .....	12
C. Luaran Penelitian.....	12
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Peta Jalan Penelitian.....	13
B. Esensi Komposit Lamina Limbah Karung Goni .....	15
<b>BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT</b>	
A. Tujuan Penelitian .....	19
B. Manfaat Penelitian.....	19
<b>BAB IV. METODE PENELITIAN</b>	
A. Desain Penelitian.....	20
B. Alat dan Bahan Penelitian .....	20
C. Dimensi Spesimen.....	21
D. Diagram Alir Penelitian .....	22
E. Cara Penelitian.....	22
F. Teknik Pengumpulan Data.....	24
<b>BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	26

B. Pembahasan.....	32
<b>BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	35
B. Saran .....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	36
LAMPIRAN .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Instrumen Uji Tarik .....	24
Tabel 2. Instrumen Uji Impak .....	24
Tabel 3. Hasil Pengujian Impak.....	26
Tabel 4. Hasil Pengujian Tarik.....	28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Jalan Penelitian .....	14
Gambar 2. Patah Banyak .....	17
Gambar 3. Patah Tunggal.....	17
Gambar 4. Deboding .....	17
Gambar 5. <i>Fiber Pull Out</i> .....	18
Gambar 6. <i>Fiber Breakage/Fiber</i> .....	18
Gambar 7. Dimensi Uji Tarik Standar ASTM D368.....	21
Gambar 8. Dimensi Uji Impak Standar ASTM 4812.....	21
Gambar 9. <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	22
Gambar 10. Kekuatan Impak.....	27
Gambar 11. E n e r g i I m p a k .....	27
Gambar 12. Kekuatan Luluh.....	28
Gambar 13. Kekuatan Maksimum.....	29
Gambar 14. P e r p a n j a n g a n .....	29
Gambar 15. Penampang Patah Uji Tarik 0 Derajat.....	30
Gambar 16. Penampang Patah Uji Tarik 30 Derajat.....	31
Gambar 17. Penampang Patah Uji Tarik 45 Derajat.....	31
Gambar 18. Penampang Patah Uji Tarik 60 Derajat.....	31
Gambar 19. Penampang Patah Uji Tarik 90 Derajat.....	31
Gambar 20. Hubungan Antara Mode Kegagalan, Kekuatan, dan Orientasi Serat .....	33
Gambar 21. Debonding .....	34



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Penelitian.....	38
Lampiran 2. Hasil Penelitian .....	39
Lampiran 3. Personalia Tim Peneliti .....	44
Lampiran 4. Surat Perjanjian Penelitian.....	44
Lampiran 5. Artikel Ilmiah .....	52
Lampiran 6. Dokumentasi .....	65

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG MASALAH

Menumpuknya sampah dan atau limbah saat ini menjadi permasalahan nasional, kondisi tersebut disebabkan karena intensitas penggunaannya yang terus meningkat dan perilaku masyarakat yang kurang peduli terhadap lingkungan. Segala daya upaya pemerintah dilakukan untuk pengendaliannya melalui Surat Peraturan Presiden (Perpres) No. 97 tahun 2017 tentang kebijakan dan strategi nasional pengolahan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga [1]. Kebijakan ini sebagai startegi pengolaahan sampah nasional dengan menargetkan bisa mengurangi sampah sebesar 30% dan dapat menangani sampah sebelum sebelum ada kebijakan ini sebesar 70% di tahun 2025.

Sejalan dengan kebijakan pemerintah tersebut, Unnes telah menginisiasi kepedulian masyarakat terhadap lingkungan dengan mendeklarasikan diri menjadi Unnes Konservasi”, dimana dalam pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan pengabdian masyarakat memiliki konsep yang mengacu pada prinsip-prinsip konservasi (perlindungan, pengawetan, dan pemanfaatan secara lestari) baik konservasi terhadap sumber daya alam, lingkungan, seni dan budaya. Melalui Peraturan Rektor Unnes No. 27 Tahun 2012 tentang tata kelola kampus berbasis konservasi mengamanahkan pada pasal 6 ayat 2 bahwa: program pilar pengelolaan limbah diwujudkan dengan kegiatan sebagai berikut: 1) Pemanfaatan kembali barang-barang yang tidak terpakai (*reuse*); 2) Pengurangan kegiatan dan atau benda yang berpotensi menghasilkan sampah dan atau limbah (*reduce*); dan 3) Melakukan daur ulang terhadap sampah dan atau limbah untuk dimanfaatkan kembali (*recycle*) [2]. Salah satu limbah yang perlu dilakukan upaya pemanfaatannya adalah limbah karung goni. Selama ini pemanfaatan limbah karung goni masih sebatas pada hasil kerajinan tangan dengan dampak ekonomi yang kurang besar, sehingga perlu didorong peningkatkan ekonomi dengan mengedepan green teknologi. Selaras dengan amanah tersebut, untuk mengurangi limbah karung goni diperlukan inovasi teknologi pengolahan dengan pendekatan *lamine composite* menjadi material alternatif bumper mobil yang bernilai ekonomi, memiliki ketangguhan dan kekuatan tarik, serta ramah lingkungan.

Secara teoritis, komposit merupakan material yang tersusun dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang

bermanfaat [3]. Salah satu jenis komposit adalah *laminated composite* (komposit lamina), material ini terdiri dari penguat berbentuk lembaran (*lay*) dan matriks. Untuk meningkatkan kemanfaatannya maka limbah karung goni diolah menjadi panel komposit lamina yang kuat, tangguh dan berdampak ekonomi tinggi. Komposit lamina tersusun dari serat limbah karung goni sebagai penguat yang ditumpuk secara berlapis-lapis dengan memperhatikan orientasi atau arah serat dan matriks berbahan resin-epoxy.

Dalam komposit lamina, penguat dan matriks menghasilkan kombinasi sifat mekanis yang berbeda dengan sifat dasar dari masing-masing matriks maupun penguat karena ada antarmuka antara ke dua komponen tersebut. Antarmuka antara matriks dan penguat dalam pembuatan komposit sangat berpengaruh terhadap sifat akhir dari komposit yang terbentuk, baik sifat fisik maupun mekanik. Secara spesifik mengungkapkan bahwa komposit lamina sangat dipengaruhi oleh jenis serat, orientasi arah serat dan matriks penguatnya [4]. Sejalan dengan hal tersebut, Mustafa Akbulut and Fazil O. Sonmez (2011) mengungkapkan bahwa untuk meminimalisasi ketebalan lapisan komposit lamina dengan memperhatikan desain lay-up, arah sudut serat dan jumlah lapisan di setiap lamina [5].

Sedangkan Basuki Widodo (2008), mengungkapkan bahwa kekuatan tarik komposit semakin menurun dan berfluktuasi seiring dengan bertambahnya fraksi berat serat. Pada komposisi berat serat 20% dan 30%, dari ketiga spesimen yang telah diuji didapatkan kekuatan tarik rata-rata sebesar  $2,577 \text{ kg/mm}^2$  dan  $2,251 \text{ kg/mm}^2$ , lebih menurun dibandingkan dengan komposisi 100% dengan kekuatan tarik sebesar  $3,687 \text{ kg/mm}^2$ . Pada komposisi berat serat 40%, 50% dan 60% spesimen yang telah di uji kekuatan tarik rata-rata yang didapat cenderung meningkat dibanding 100% *epoxy* yaitu  $5,128 \text{ kg/mm}^2$ ;  $3,921 \text{ kg/mm}^2$ ; dan  $3,762 \text{ kg/mm}^2$  [6].

Berangkat dari permasalahan dan kajian teori tersebut di atas maka penelitian menitik beratkan pada kajian ketangguhan dan kekuatan tarik dari komposit lamina sebagai material alternatif bumper mobil yang tersusun dari limbah serat karung goni yang diperkuat dengan matriks berbahan resin-epoxy.

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang dikaji dalam penelitian tentang pemanfaatan limbah karung goni menjadi komposit lamina bumper mobil adalah

1. Berapakah ketangguhan komposit lamina dari limbah karung goni sebagai material alternatif bumper mobil?
2. Berapakah kekuatan tarik komposit lamina dari limbah karung goni sebagai material alternatif bumper mobil?

### **C. LUARAN PENELITIAN**

Luaran yang diharapkan dari penelitian tentang pemanfaatan limbah karung goni menjadi panel komposit lamina, yaitu:

1. Pemakalah dalam pertemuan ilmiah internasional.
2. Satu artikel di jurnal internasional yang terindeks pada database bereputasi dan berdampak faktor tinggi (*Journal Mechanical Engineering of Science Scopus Q2*) accepted 2022
3. *Book Chapter* Nasional ber-ISBN.
4. Prototype komposit lamina dari limbah karung goni

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

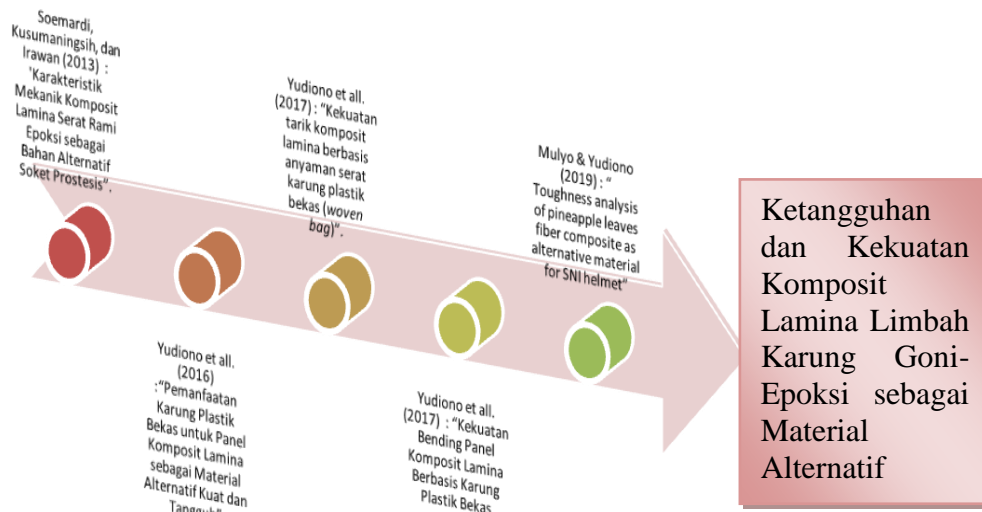
#### A. PETA JALAN PENELITIAN

Peta jalan penelitian dari beberapa penelitian pendahuluan dan artikel terkait dengan usulan penelitian yang sudah dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut:

Soemardi, Kusumaningsih, dan Irawan (2013) dalam artikel berjudul “ Karakteristik Mekanik Komposit Lamina Serat Rami Epoksi sebagai Bahan Alternatif Soket Prostesis”. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa komposit lamina serat rami epoksi memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi material alternatif dalam pembuatan soket prostesis atas lutut pada fraksi volume serat 40-50%. Karakteristik mekanik komposit lamina serat rami epoksi longitudinal pada fraksi volume serat 40% yaitu tegangan tarik 232 MPa dan modulus elastisitas 9,7 GPa, sedangkan pada fraksi volume serat 50% tegangan tarik 260 MPa dan modulus elastisitas 11,23 GPa. Hasil ini lebih besar dibandingkan dengan harga referensi pada penelitian ini, dimana bahan polimer yang diaplikasikan pada bidang kesehatan dengan harga minimal kekuatan tarik 80 MPa dan modulus elastisitas 3 GPa. Modus kegagalan yang terjadi pada komposit lamina rami epoksi meliputi *brittle failure* (getas) untuk fraksi volume serat 10-30%, debonding dan delaminasi fraksi volume serat 40-50%. Berdasarkan data Karakteristik mekanik di atas, komposit lamina rami epoksi memenuhi persyaratan sebagai bahan soket prostesis, mengacu pada Standard ISO: *plastic/polymer for health application* [7].

Yudiono et all. (2017) dalam artikel “Kekuatan tarik komposit lamina berbasis anyaman serat karung plastik bekas (*woven bag*)”. Hasil analisis data penelitian kekuatan tarik komposit lamina berbasis anyaman serat karung plastik beras bekas dapat mengungkapkan bahwa karakteristik pengujian tarik memperoleh nilai kekuatan tarik maksimal terdapat pada specimen komposit dengan orientasi serat  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  sebesar 30 N/mm<sup>2</sup>, nilai kekuatan luluh terbaik terdapat pada spesimen dengan orientasi serat  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  sebesar 20 N/mm<sup>2</sup>, nilai regangan maksimal terdapat pada spesimen dengan orientasi serat  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}$  sebesar 36,61%, serta nilai modulus elastisitas paling baik terdapat pada spesimen dengan orientasi serat  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}$  sebesar 0,571 N/mm<sup>2</sup>. Jenis penampang patah yang terjadi adalah jenis *fiber pull out*, dimana bentuk spesimen mengalami kerusakan pada sebagian serat karena pecahnya matriks yang mengikat serat, sehingga sebagian serat tercabut dari matriknya. Hasil penelitian tersebut menunjukkan

pengaruh orientasi arah serat karung plastik beras bekas terhadap kekuatan tarik komposit yaitu peningkatan kekuatan material menjadi lebih kuat dan ulet berbeda jauh dibanding matrik dan *bumper* mobil [8].



Gambar 1. Peta Jalan Penelitian

Yudiono et al. (2016) dalam penelitian tentang “Pemanfaatan Karung Plastik Bekas untuk Panel Komposit Lamina sebagai Material Alternatif Kuat dan Tangguh”. Hasil analisa data penelitian menunjukkan bahwa Kekuatan tarik maksimum dan kekuatan luluh terbesar pada komposit lamina dengan orientasi serat anyam karung plastik  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  dengan nilai terendah orientasi serat anyam  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}$ . Kekuatan tarik komposit lamina dengan orientasi serat anyam karung plastik  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  sebanding dengan polyester, tetapi meningkat dibandingkan dengan kekuatan tarik bumper. Nilai regangan terbesar pada komposit lamina dengan orientasi serat anyam karung plastik  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}$  nilai terendah untuk orientasi serat anyam  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ , serta meningkat dibandingkan dengan nilai regangan polyester dan bumper. Energi impact dan ketangguhan impact terbesar pada komposit lamina dengan orientasi serat anyam karung plastik  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}$  dan nilai terendah untuk orientasi serat anyam  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ . Nilai energi impact dan ketangguhan impact juga meningkat dibandingkan dengan polyester dan bumper [9].

Yudiono et al. (2017) dalam penelitian “Kekuatan Bending Panel Komposit Lamina Berbasis Karung Plastik Bekas”. Hasil analisa data penelitian menunjukkan bahwa Kekuatan bending tertinggi pada komposit lamina berbasis karung plastik bekas dengan

orientasi serat ( $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ..$ ) dan ( $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ...$ ) sebesar  $0,2 \text{ N/mm}^2$  dan lebih tinggi  $15,00 \%$  dibandingkan dengan kekuatan bending bumper sebagai control produk sebesar  $0,17 \text{ N/mm}^2$ . Tingkat defleksitas tertinggi pada komposit lamina berbasis karung plastik bekas dengan orientasi arah serat ( $0^\circ/+60^\circ/0^\circ/+60^\circ..$ ) sebesar  $20,7 \text{ mm}$  dan lebih tinggi  $6,28\%$  dibandingkan dengan tingkat defleksitas bumper sebagai kontrol produk sebesar  $19,4 \text{ mm}$ . Modulus elastis tertinggi pada komposit lamina berbasis karung plastik bekas dengan orientasi arah serat ( $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ..$ ) dan ( $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ...$ ) sebesar  $0,2 \text{ N/mm}^2$  dan lebih tinggi  $15,00 \%$  dibandingkan dengan modulus elastis bumper sebagai control produk sebesar  $0,17 \text{ N/mm}^2$ . Hasil penelitian ini mengungkapkan karakteristik kekuatan bending komposit lamina sangat dipengaruhi oleh orientasi arah serat [10].

Mulyo & Yudiono (2019) dalam artikel “Toughness analysis of pineapple leaves fiber composite as alternative material for SNI helmet” mengungkapkan bahwa komposit serat daun nanas dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan helm SNI. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya peningkatan kekuatan komposit dengan penambahan volume serat daun nanas. Nilai energi serap dan kekuatan impak tertinggi terdapat pada  $10\%$  volume serat sebesar  $0,5375 \text{ Joule}$  dan  $0,01657/\text{mm}^2$ , jauh di atas helm SNI yang hanya sebesar  $0,3125 \text{ Joule}$  dan  $0,00972 \text{ J/mm}^2$ . Untuk nilai densitas tertinggi terdapat pada  $13\%$  volume serat yaitu sebesar  $1,4525 \text{ g/cm}^3$  [11].

Berdasarkan peta jalan penelitian dari beberapa penelitian pendahuluan dan artikel terkait dengan penelitian yang sudah dilakukan maka komposit lamina berbasis limbah karung goni dengan diperkuat matriks resin epoksi dapat dijadikan material alternative bumper mobil untuk selanjutnya dapat dilakukan pengujian ketangguhan dan kekuatan tarik.

## **B. ESENSI KOMPOSIT LAMINA LIMBAH KARUNG GONI SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF BUMPER MOBIL**

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Klasifikasi bahan komposit dapat dibentuk dari sifat dan strukturnya. Bahan komposit dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis. Secara umum klasifikasi komposit yang sering digunakan mencakupi:

1. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organic* atau *metal anorganic*.

2. Klasifikasi menurut karakteristik *built-from*, seperti sistem matriks atau *laminated*.
3. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continuous* dan *discontinuous*.
4. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti elektrik atau structural

Sedangkan klasifikasi menurut komposit serat (*fiber-matrix composites*) dibedakan menjadi beberapa macam antara lain:

1. *Fiber composite* (komposit serat) adalah gabungan serat dengan matrik
2. *Filled composite* adalah gabungan *matrix continuous skeletal* dengan matrik yang kedua
3. *Flake composite* adalah gabungan serpih rata dengan matrik
4. *Particulate composite* adalah gabungan partikel dengan matrik
5. *Laminated composite* adalah gabungan lapisan atau unsur pokok lamina [12].

Dalam komposit lamina, penguat dan matriks menghasilkan kombinasi sifat mekanis yang berbeda dengan sifat dasar dari masing-masing matriks maupun penguat karena ada antarmuka antara ke dua komponen tersebut. Antarmuka antara matriks dan penguat dalam pembuatan komposit sangat berpengaruh terhadap sifat akhir dari komposit yang terbentuk, baik sifat fisik maupun mekanik. Antarmuka dalam komposit lamina terjadi karena permukaan yang terbentuk diantara matriks dan penguat serta mengalami kontak dengan keduanya dengan membuat ikatan antara ke duanya untuk perpindahan beban, Antarmuka mempunyai sifat fisik dan mekanik yang unik dan tidak merupakan sifat masing-masing matriks maupun penguatnya. Antarmuka biasanya diusahakan tanpa ketebalan (atau volume) dan mempunyai ikatan sangat bagus.

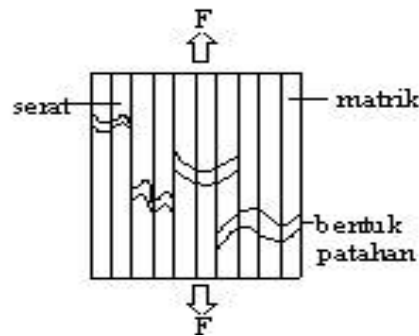
Komposit lamina memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari logam, kekakuan jenis (*modulus Young/density*) dan kekuatan jenisnya lebih tinggi dari logam. Tetapi komposit lamina sangat rentan terhadap tegangan geser, karena modulus geser yang rendah dibandingkan dengan kekakuan ekstensional. Upaya yang dilakukan dengan meningkatkan ketebalan dan rasio modulus [13]. Sedangkan menurut M Mohan Kumar, *et. al.* (2013) mengungkapkan bahwa beban *buckling* pada komposit lamina dapat dilakukan dengan meningkatkan rasio ketebalan dengan panjang, dan orientasi ply dan bentuk cut-out pada perilaku *buckling* [14].

Sedangkan bentuk patahan komposit dapat secara umum mencakupi: patah tunggal, patah banyak, debonding, *Fiber Pull Out*, dan *Fiber Breakage/Fiber Break-Up* [12].



### 1. Patah Banyak

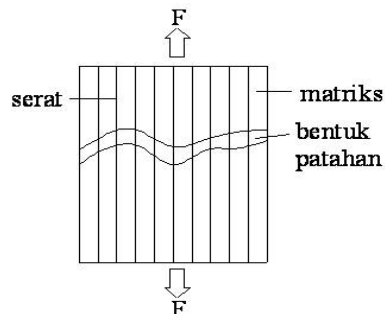
Ketika jumlah serat yang putus akibat beban tarik masih sedikit dan kekuatan *interface* masih baik, matriks mampu mendukung beban yang diterima dengan cara mendistribusikan beban tersebut ke sekitarnya. Apabila *matriks* mampu menahan gaya geser dan meneruskan beban ke serat yang lain maka jumlah serat yang putus semakin banyak. Patahan terjadi pada lebih dari satu bidang



Gambar 2. Patah banyak

### 2. Patah Tunggal

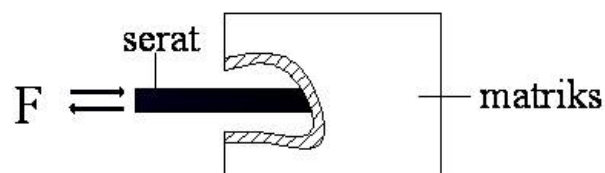
Patah yang disebabkan karena pada saat serat putus terkena beban tarik, matriks tidak mampu lagi menahan beban tambahan. Patahan terjadi pada satu bidang.



Gambar 3. Patah tunggal

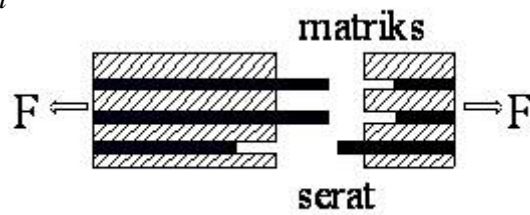
### 3. Debonding

Debonding terjadi karena lepasnya ikatan pada bidang kontak matriks serat, disebabkan gaya geser yang tidak mampu ditahan oleh matriks.



Gambar 4. Debonding

#### 4. *Fiber Pull Out*

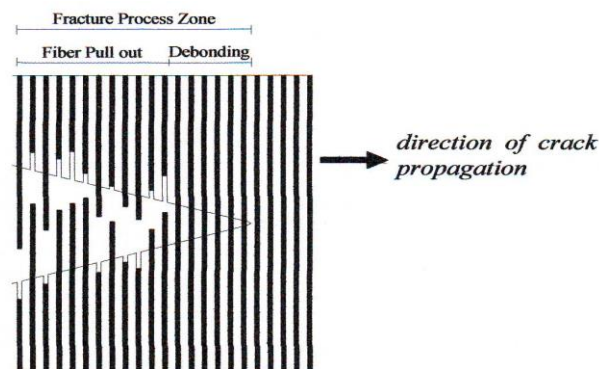


Gambar 5. *Fiber pull out*

*Fiber Pull Out* terjadi karena tercabutnya serat dari matriks yang disebabkan ketika matriks retak akibat beban tarik, kemampuan untuk menahan beban akan segera berkurang, namun komposit masih mampu menahan beban walaupun beban yang mampu ditahan lebih kecil daripada beban maksimum. Pada saat matriks retak, beban akan ditransfer dari matriks ke serat ditempat peresinggungan retak, selanjutnya kemampuan untuk mendukung beban berasal dari serat. Seiring dengan bertambahnya deformasi, serat akan tercabut dari matriks (akibat *debonding* dan patahnya serat).

#### 5. *Fiber Breakage/Fiber Break-Up*

*Fiber breakage/fiber break-up* terjadi karena tercabutnya serat dari matriks sebelum matriks pecah/putus akibat adanya beban tarik, hal ini disebabkan karena tegangan pada serat jauh lebih besar dari pada tegangan matriks. Patahan pada ujungnya masih ada ikatan matriks yang merekat dan patahan pada ujung serat pendek-pendek.



Gambar 6. *Fiber breakage/ fiber*

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT**

#### **A. TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan yang ingin hendak dicapai dalam penelitian tentang pemanfaatan limbah karung goni menjadi komposit lamina bumper mobil adalah :

1. Menganalisa ketangguhan komposit lamina dari limbah karung goni sebagai material alternatif bumper mobil
2. Menganalisa kekuatan tarik komposit lamina dari karung goni sebagai material alternatif bumper mobil

#### **B. URGENSI PENELITIAN**

Urgensi yang diharapkan dari penelitian tentang pemanfaatan limbah karung goni menjadi komposit lamina sebagai material alternatif bumper mobil, yaitu :

1. Upaya penguatan visi UNNES konservasi berbasis inovasi teknologi pengolahan limbah
2. Sebagai peluang bisnis pihak yang berkepetingan dengan pemanfaatan limbah karung goni
3. Menghasilkan material alternatif dari limbah karung goni untuk bahan komposit berlapis sebagai material alternative bumper mobil yang bernilai ekonomi tinggi dan ramah lingkungan
4. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan untuk mengolah limbah yang mudah didapatkan disekitar kita menjadi bahan yang memiliki kegunaan luas.
5. Sebagai literatur untuk penelitian yang sejenis dalam rangka pengembangan teknologi khususnya material alternatif berbasis serat alam

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. DESAIN PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium teknik, khusus dalam penelitian ini dengan penekanan pada subyek mekanika. Kategori rancangan percobaan yang dipilih adalah *Pre-Experimental Designs* bertipe *Static Group Comparisons*, jadi ada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen adalah kelompok yang mendapat perlakuan dengan memvariasi orientasi serat anyam limbah karung goni  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$  dan  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$ . Kelompok kontrol pada penelitian ini adalah spesimen yang tidak mendapat perlakuan resin epoksi dan bumper mobil. Kelompok kontrol pada penelitian ini adalah spesimen yang tidak mendapat perlakuan apa-apa (Resin Epoksi dan Bumper Mobil). Resin epoksi sebagai matriks menggunakan Epoxy Resin Bakelite EPR 174 dan Epoxy Hardener V-140. Ke dua kelompok diuji untuk menganalisa karakteristik kekuatan tarik dan kekuatan impak.

#### **B. ALAT DAN BAHAN PENELITIAN**

##### **1. Bahan Penelitian :**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Limbah karung goni
- b. Resin Epoksi
- c. Natrium *hidroksida* (NaOH)
- d. Aluminium foil
- e. Wax
- f. Baja

##### **2. Alat-Alat Penelitian:**

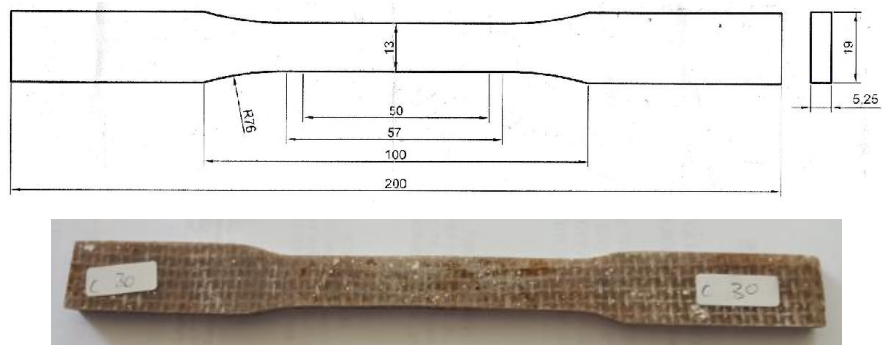
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

- a. Mesin gerinda
- b. Gergaji tangan
- c. Universal Testing Mechine
- d. Impact Testing
- e. Molding/cetakan

- f. Mesin tekan
- g. Jangka sorong
- h. Timbangan
- i. Kamera
- j. Ampelas
- k. Plastik mika
- l. Isolasi bening
- m. Kunci pas/ring'14
- n. Dongkrak

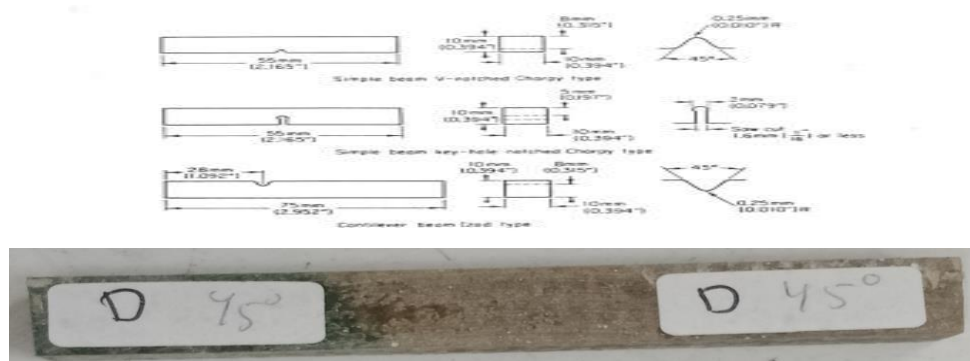
### C. DIMENSI SPESIMEN

Dimensi spesimen untuk uji tarik sesuai dengan standart ASTM D 368 [15]. Bentuk spesimen uji tarik dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 7. Dimensi Uji Tarik Standar ASTM D368

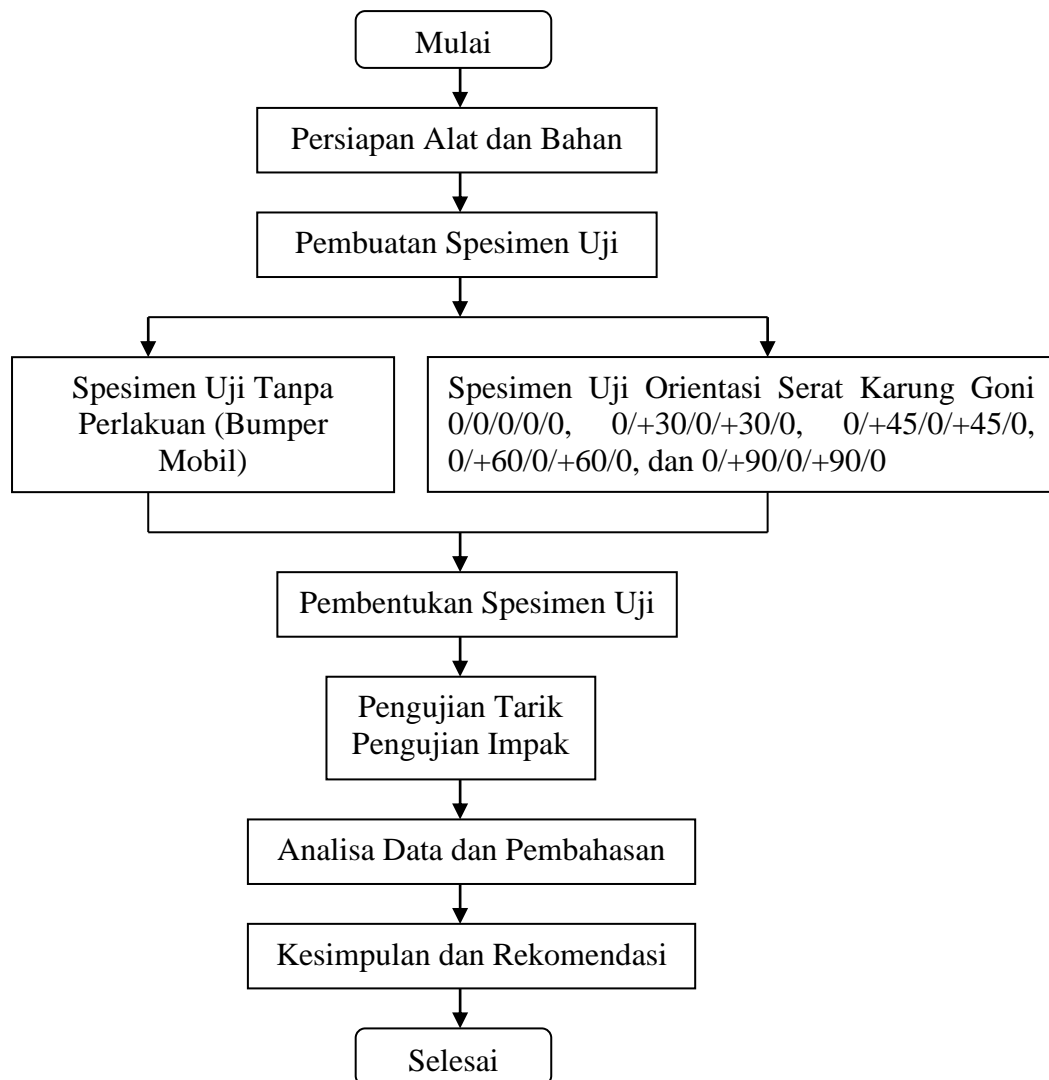
Sedangkan dimensi spesimen uji impak menggunakan standar ASTM 4812 untuk pengujian charpy [15]. Bentuk specimen uji impak seperti pada gambar di bawah.



Gambar 8. Dimensi Uji Impak Standar ASTM 4812

#### D. DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Flow chart penelitian yang akan dilakukan dapat ditunjukkan pada Gambar di bawah:



Gambar 9. Flow Chart Penelitian

#### E. CARA PENELITIAN

Proses pembuatan komposit Lamina dengan berbahan limbah karung goni dengan langkah langkah sebagai berikut:

- Menyiapkan alat dan bahan yang akan dibutuhkan dalam pembuatan komposit. Lapsi cetakan dasar dan penutup (dudukan pengepres) dengan aluminium foil /lilin agar mudah dalam pembongkaran.
- Menuangkan resin ke dalam gelas ukur di atas timbangan sesuai dengan perhitungan volume yang disesuaikan dengan variasi volume serat limbah karung goni.

- c. Menuangkan hardener ke dalam gelas ukur sesuai dengan perhitungan variasi fraksi volume serat serat limbah karung goni. Perbandingan antara resin epoksidengan katalis adalah 1:1 setelah perhitungan volume resin dibagi menjadi dua bagian yaitu setengah bagian volume resin epoksi dan setengah bagian volume hardenernya.
- d. Timbang serat limbah karung goni sesuai dengan variasi fraksi volume yang telah ditentukan. Setelah serat serat limbah karung goni ditimbang rapikan dan tata dengan cara memasukan cetakan terlebih dahulu, press serat limbah karung goni dengan menggunakan dudukan pengepres. Keluarkan kembali serat dari cetakan maka, serat sudah dalam bentuk kotak persegi panjang mengikuti keadaan cetakan.
- e. Bersihkan kembali cetakan dari sisa-sisa serat yang tertinggal.
- f. Campurkan resin epoksi dan katalis menjadi satu kemudian aduk-aduk secara perlahan sampai resin epoksi dan katalis menjadi homogen dan berubah warna.
- g. Lapisi cetakan dasar menggunakan campuran resin epoksi dan katalis dengan menggunakan kuas.
- h. Masukkan serat limbah karung goni kedalam cetakan secara perlahan-lahan.
- i. Tuangkan campuran resin epoksi dan katalis ke dalam cetakan, ratakan dengan menggunakan kuas agar resin meresap kesemua serat limbah karung goni, masukkan staper kedalam cetakan dengan memposisikan disemua sudut cetakan.
- j. Masukkan dudukan pengepresan kedalam cetakan sambil ditekan secara perlahan.
- k. Pasangkan rumah cetakan, kemudian press komposit menggunakan dongkrak secara perlahan–lahan sampai batas pengepresan yang diinginkan.
- l. Menunggu sampai campuran bahan mengering.
- m. Membongkar cetakan untuk mengeluarkan bahan komposit.

## F. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Hasil dari pengujian specimen uji tarik dan uji impak dapat ditabulasikan seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 1. Instrumen Uji Tarik.

KODE SPESIMEN	$\sigma_{yH}$ (MPa)	$\sigma_{yL}$ (MPa)	$\sigma_y$ (MPa)	$\sigma_m$ (MPa)	$\epsilon$ (%)	PENAMPANG PATAH
1 (0°/0°/0°/0°...)						
2 (0°/0°/0°/0°...)						
3 (0°/0°/0°/0°...)						
RERATA						

1 (0°/+30°/0°/+30°..)						
2 (0°/+30°/0°/+30°..)						
3 (0°/+30°/0°/+30°..)						
RERATA						
1 (0°/+45°/0°/+45°..)						
2 (0°/+45°/0°/+45°..)						
3 (0°/+45°/0°/+45°..)						
RERATA						
1 (0°/+60°/0°/+60°..)						
2 (0°/+60°/0°/+60°..)						
3 (0°/+60°/0°/+60°..)						
RERATA						
1 (0°/+90°/0°/+90°..)						
2 (0°/+90°/0°/+90°..)						
3 (0°/+90°/0°/+90°..)						
RERATA						
BUMPER 1						
BUMPER 2						
BUMPER 3						
RERATA						

Tabel 2. Instrumen Uji Impak.

KODE SPESIMEN	LEBAR (mm)	TEBAL (mm)	LUAS (mm <sup>2</sup> )	$\beta$ (°)	E (Joule)	HI (J/mm <sup>2</sup> )
1 (0°/0°/0°/0°...)						
2 (0°/0°/0°/0°...)						
3 (0°/0°/0°/0°...)						
RERATA						
1 (0°/+30°/0°/+30°..)						
2 (0°/+30°/0°/+30°..)						
3 (0°/+30°/0°/+30°..)						
RERATA						
1 (0°/+45°/0°/+45°..)						
2 (0°/+45°/0°/+45°..)						
3 (0°/+45°/0°/+45°..)						



RERATA						
1 (0°/+60°/0°/+60°..)						
2 (0°/+60°/0°/+60°..)						
3 (0°/+60°/0°/+60°..)						
RERATA						
1 (0°/+90°/0°/+90°..)						
2 (0°/+90°/0°/+90°..)						
3 (0°/+90°/0°/+90°..)						
RERATA						
BUMPER 1						
BUMPER 2						
BUMPER 3						
RERATA						

**BAB V**  
**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

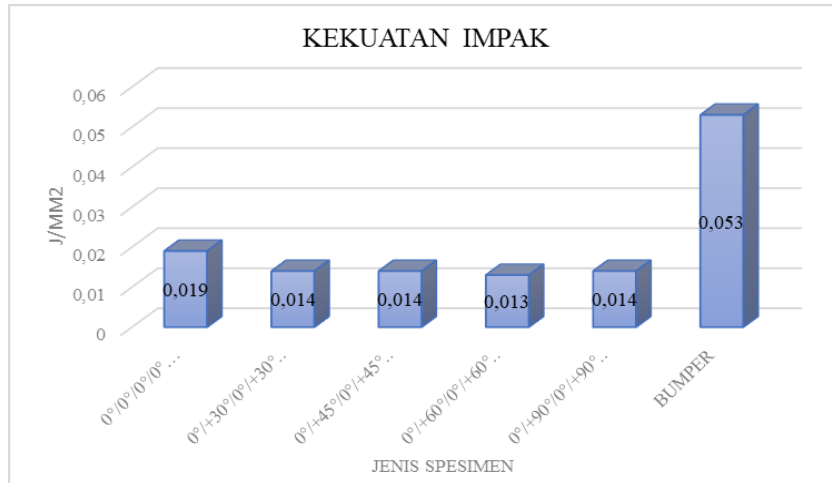
**A. HASIL PENELITIAN**

Hasil pengujian impact dan tarik dilakukan dengan melakukan variasi orientasi serat karung goni dengan arah serat  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  yang diperkuat dengan matriks resin epoxy dan bumper mobil. Hasil pengujian impact seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil pengujian impact berupa energi dan kekuatan impact dapat dideskripsikan sebagai berikut:

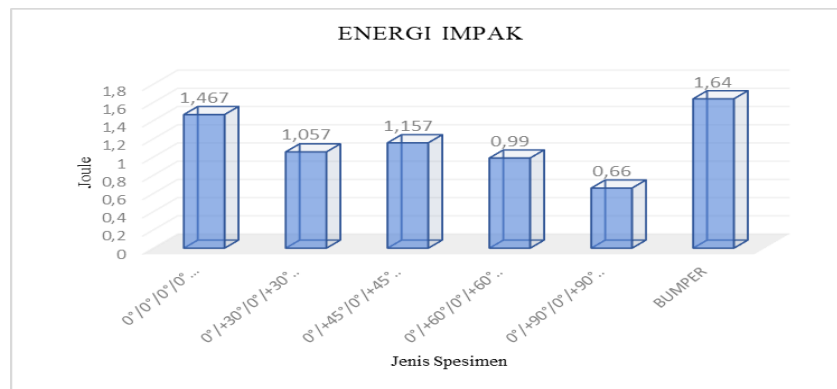
Tabel 3. Hasil Pengujian Impact

Spesimen	L (mm)	T (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	E (J)	$\beta$ (°)	HI (J/mm <sup>2</sup> )
$0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}...$	7,663	10,267	78,691	1,467	138,817	0,019
$0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}..$	7,723	9,923	76,650	1,057	141,533	0,014
$0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}..$	8,317	9,990	83,083	1,157	140,867	0,014
$0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}..$	7,390	10,023	74,093	0,660	141,533	0,014
$0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}..$	7,897	10,023	79,151	0,990	141,983	0,013
BUMPER	10,633	2,933	31,193	1,640	137,700	0,053

Gambar 10 menunjukkan bahwa kekuatan impact komposit serat karung goni dengan orientasi serat  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  mengalami penurunan sebesar 178,95% dari bumper mobil, sedangkan orientasi serat  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$  mengalami penurunan kekuatan impact sebesar 278,571% dari bumper mobil. Kekuatan impact komposit karung goni dengan orientasi serat  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$  terjadi penurunan sebesar 278,571%, sedangkan komposit lamina karung goni dengan orientasi serat  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$  mengalami penurunan sebesar 278,571% terhadap komposit bumper mobil. Kekuatan impact komposit lamina dengan orientasi serat komposit karung goni  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  mengalami penurunan sebesar 307,69% dari komposit bumper mobil. Hasil kekuatan impact dengan variasi serat karung goni secara keseluruhan masih di bawah kekuatan impact bumper mobil, namun demikian komposit lamina karung goni yang memiliki penurunan terendah pada orientasi serat  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$ .



Gambar 10. Kekuatan Impak



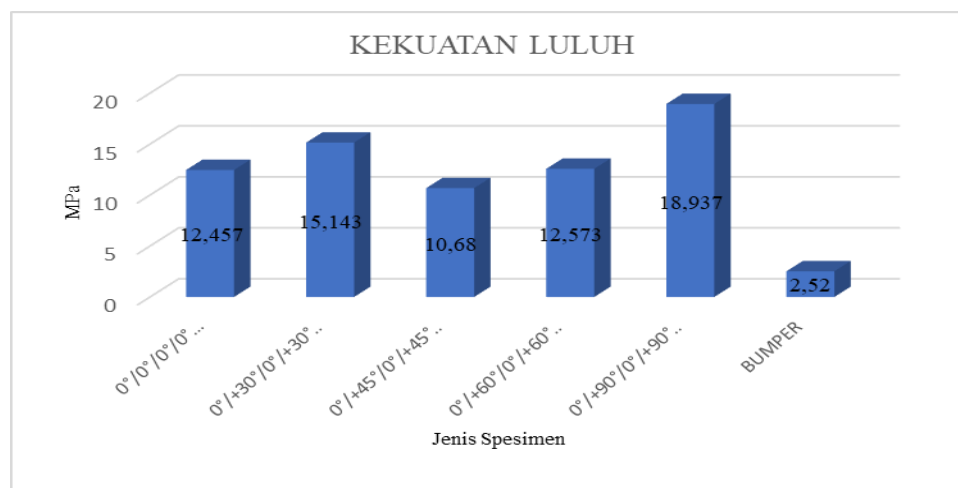
Gambar 11. Energi Impak

Energi impact komposit lamina karung goni dengan orientasi serat  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  mengalami penurunan sebesar 11,79% dari bumper mobil, sedangkan orientasi serat  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}$  mengalami penurunan energi impact 55,16% dari bumper mobil. Komposit karung goni dengan orientasi serat  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}$  terjadi penurunan energi impact sebesar 41,75%, sedangkan komposit lamina dengan orientasi serat  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}$  mengalami penurunan sebesar 65,66% dari komposit bumper mobil. Energi impact orientasi serat komposit lamina karung goni  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}$  mengalami penurunan sebesar 148,49% dari komposit bumper mobil. Energi impact komposit lamina karung goni dengan melakukan variasi serat secara keseluruhan masih di bawah energi impact dari bumper mobil, namun yang memiliki penurunan energi impact terendah pada orientasi serat  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ . Distribusi hasil energi impact pengujian komposit lamina serat karung goni dan bumper mobil seperti ditunjukkan pada Gambar 11.

Sedangkan hasil pengujian tarik berupa kekuatan luluh, kekuatan maksimal, perpanjangan, dan bentuk penampang patah seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Instrumen Uji Tarik.

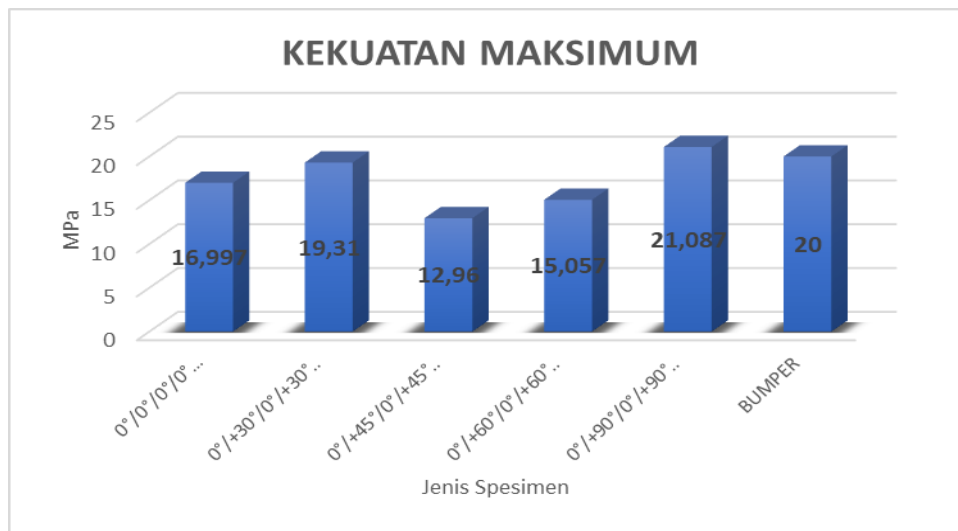
SPESIMEN	A (mm <sup>2</sup> )	Max Force (N)	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)	PENAMPANG PATAH
0°/0°/0°/0°...	100,872	1712,6	170,984	12,457	16,997	10,373	Getas
0°/+30°/0°/+30°..	100,807	1945,533	216,435	15,143	19,310	9,813	Getas
0°/+45°/0°/+45°..	105,147	1351,767	141,834	10,680	12,960	10,573	Getas
0°/+60°/0°/+60°..	117,131	1760,800	180,115	12,573	15,057	9,060	Getas
0°/+90°/0°/+90°..	99,332	2091,467	220,951	18,937	21,087	10,850	Getas
BUMPER	42,485	640,000	220,000	2,520	20,000	26,240	Patah Ulet



Gambar 12. Kekuatan Luluh

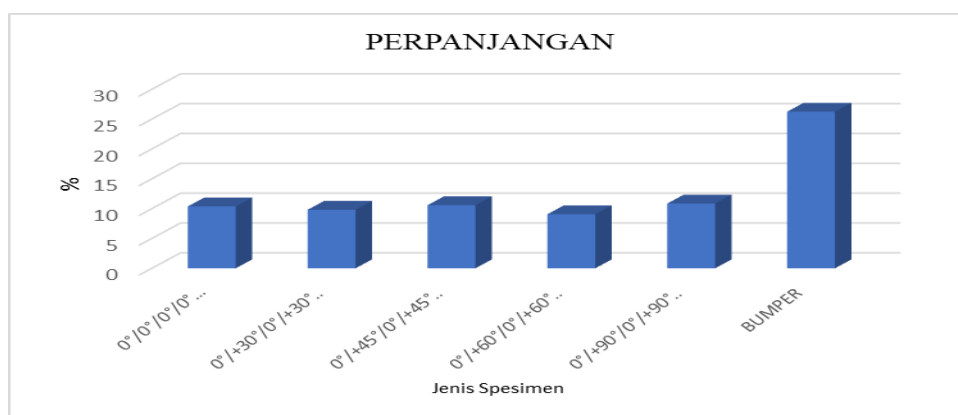
Kekuatan luluh komposit lamina karung goni dengan orientasi serat 0°/0°/0°/0°/0° mengalami peningkatan sebesar 79,77% dari bumper mobil, sedangkan orientasi serat 0°/+30°/0°/+30°/0° mengalami peningkatan kekuatan luluh 83,36% dari bumper mobil. Komposit karung goni dengan orientasi serat 0°/+45°/0°/+45°/0° terjadi peningkatan kekuatan luluh sebesar 76,41%, sedangkan komposit lamina dengan orientasi serat 0°/+60°/0°/+60°/0° mengalami peningkatan sebesar 79,96% dari komposit bumper mobil. Kekuatan luluh orientasi serat komposit lamina karung goni 0°/+90°/0°/+90°/0° mengalami peningkatan sebesar 86,69% dari komposit bumper mobil. Kekuatan luluh komposit lamina karung goni dengan melakukan variasi serat secara keseluruhan masih di atas kekuatan luluh dari bumper mobil, namun yang memiliki peningkat kekuatan luluh tertinggi pada orientasi serat 0°/+90°/0°/+90°/0°.

Distribusi hasil kekuatan luluh pengujian komposit lamina serat karung goni dan bumper mobil seperti ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 13. Kekuatan Maksimum

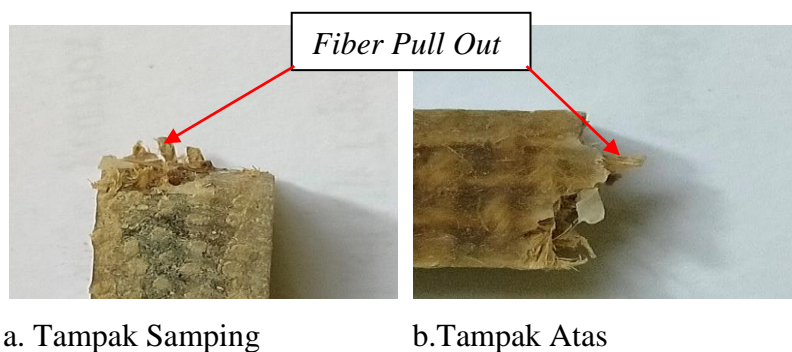
Gambar 13 menunjukkan bahwa kekuatan maksimum komposit serat karung goni dengan orientasi serat 0°/0°/0°/0°/0° mengalami penurunan sebesar 17,72% dari bumper mobil, sedangkan orientasi serat 0°/+30°/0°/+30°/0° mengalami penurunan kekuatan maksimum sebesar 3,573% dari bumper mobil. Kekuatan maksimum komposit karung goni dengan orientasi serat 0°/+45°/0°/+45°/0° terjadi penurunan sebesar 54,32%, sedangkan komposit lamina karung goni dengan orientasi serat 0°/+60°/0°/+60°/0° mengalami penurunan sebesar 32,89% terhadap komposit bumper mobil. Kekuatan maksimum komposit lamina dengan orientasi serat komposit karung goni 0°/+90°/0°/+90°/0° mengalami peningkatan sebesar 5,12% dari komposit bumper mobil.



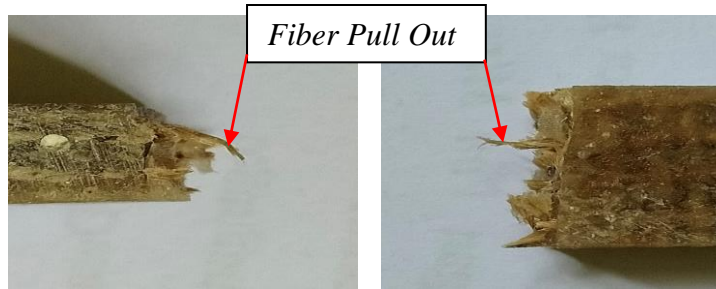
Gambar 14. Perpanjangan

Perpanjangan komposit lamina karung goni dengan orientasi serat  $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ$  mengalami penurunan sebesar 152,96% dari bumper mobil, sedangkan orientasi serat  $0^\circ/+30^\circ/0^\circ/+30^\circ/0^\circ$  mengalami penurunan perpanjangan 167,40% dari bumper mobil. Komposit karung goni dengan orientasi serat  $0^\circ/+45^\circ/0^\circ/+45^\circ/0^\circ$  terjadi penurunan perpanjangan sebesar 148,18%, sedangkan komposit lamina dengan orientasi serat  $0^\circ/+60^\circ/0^\circ/+60^\circ/0^\circ$  mengalami penurunan sebesar 189,62% dari komposit bumper mobil. Perpanjangan orientasi serat komposit lamina karung goni  $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ/0^\circ$  mengalami penurunan sebesar 141,84% dari komposit bumper mobil. Perpanjangan komposit lamina karung goni dengan melakukan variasi serat secara keseluruhan masih di bawah perpanjangan dari bumper mobil, namun yang memiliki penurunan perpanjangan terendah pada orientasi serat  $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ/0^\circ$ . Distribusi hasil perpanjangan pengujian komposit lamina serat karung goni dan bumper mobil seperti ditunjukkan pada Gambar 14.

Bentuk penampang patah komposit lamina karung goni dengan variasi orientasi serat dan komposit bumper mobil sebagai hasil dari pengujian tarik seperti ditunjukkan pada Gambar 15 – 19. Dari Gambar tersebut nampak terjadi tunggal atau patah getas, patahan ini terjadi ketika matriks patah maka serat juga ikut patah bersamaan dengan matriks. Bentuk patahan jenis ini pada umumnya menyebabkan tidak terjadinya deformasi plastis pada komposit karena kurang sempurnanya ikatan serat dengan matriks. Kondisi tersebut di tandai dengan munculnya banyak *fiber pull out*. *Fiber pull out* terjadi karena lemahnya ikatan antara matriks dengan serat. Proses *fiber pull out* terjadi karena tingginya tegangan geser yang bekerja antar muka ikatan serat dan matriks, baik terjadi selama debonding maupun setelah delimitasi selesai. Sedangkan untuk bumper mobil mengalami patah kuat liat.



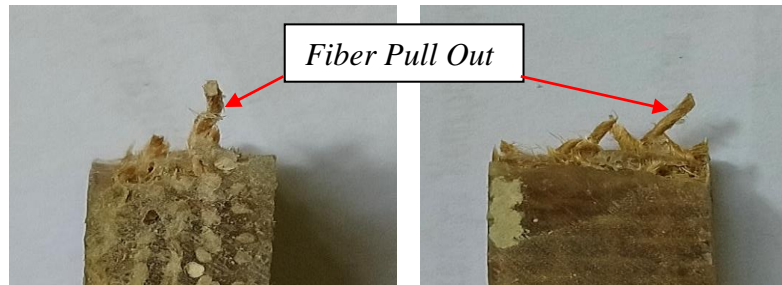
Gambar15. Penampang Patah Uji Tarik 0 Derajat



a. Tampak Samping

b. Tampak Atas

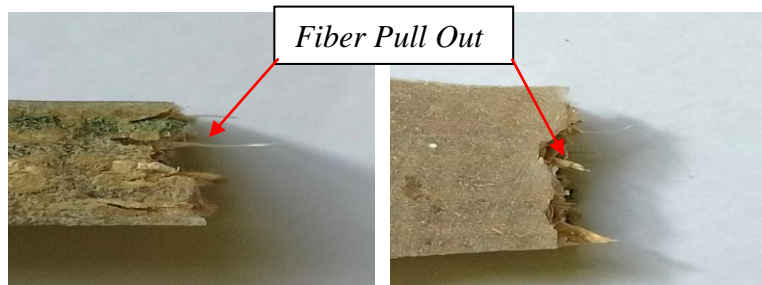
Gambar 16. Penampang Patah Uji Tarik 30 Derajat



a. Tampak Samping

b. Tampak Atas

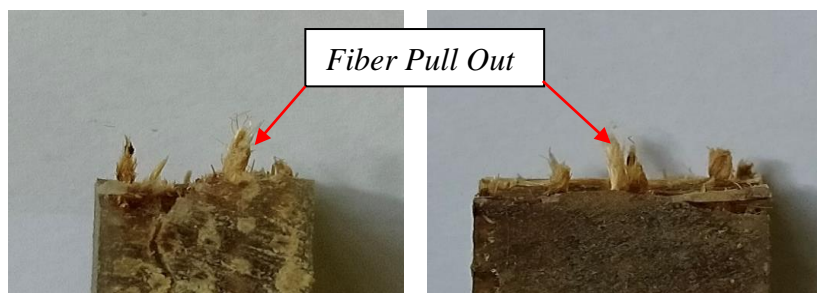
Gambar 17. Penampang Patah Uji Tarik 45 Derajat



a. Tampak Samping

b. Tampak Atas

Gambar 18. Penampang Patah Uji Tarik 60 Derajat



a. Tampak Samping

b. Tampak Atas

Gambar 19. Penampang Patah Uji Tarik 90 Derajat

## B. PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan maksimum tertinggi pada komposit lamina dengan orientasi serat komposit karung goni  $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ/0^\circ$  dan mengalami peningkatan sebesar 5,12% dari komposit bumper mobil. Kekuatan impak tertinggi pada komposit serat karung goni dengan orientasi serat  $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ$ , mengalami penurunan sebesar 178,95% terhadap kekuatan impak bumper mobil. Kekuatan impak dan kekuatan tarik dipengaruhi oleh bahan matrik sebagai penguatan.

Pada umumnya material yang biasa digunakan untuk bumper mobil seperti: polypropylene, polyvinyl Chloride (PVC), polystyrene (PS), thermoplastic polyurethane (TPU), polycarbonate, polybutylene terephthalate (PBT), dan polyoxymethylene. Material tersebut termasuk kedalam polimer termoplastis yang memiliki karakteristik keras liat dan cenderung *ductile*. Termoplastis merupakan material yang terbentuk dari polimer yang mempunyai sifat tidak tahan terhadap panas. Material ini bila dipanaskan akan menjadi lunak dan bila didinginkan akan mengeras. Proses tersebut dapat terjadi berulang kali sehingga dapat dibentuk ulang dengan berbagai bentuk melalui cetakan yang berbeda untuk mendapatkan produk yang baru.

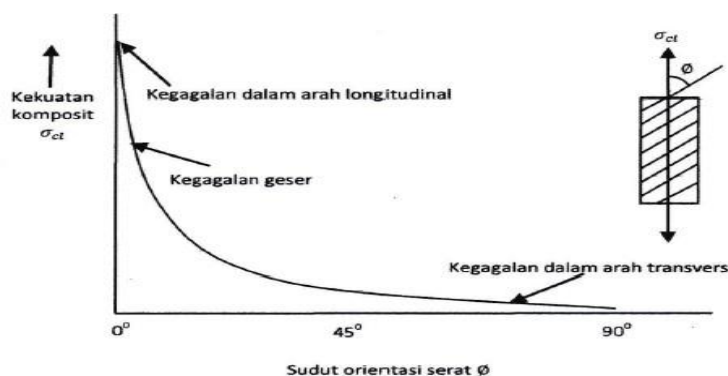
Material yang digunakan sebagai matriks dalam penelitian ini adalah resin-epoxy. Material ini juga termasuk ke dalam kelompok polimer termoset yang memiliki karakteristik keras getas dan cenderung *brittle*. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kekuatan bending maka diperkuat dengan serat. Kombinasi serat sebagai penguat dengan matriks menghasilkan sifat mekanis yang berbeda dengan sifat dasar dari masing-masing matriks maupun penguat karena adanya antarmuka antara ke dua komponen. Antarmuka antara matriks dan penguat dalam pembuatan komposit sangat berpengaruh terhadap sifat akhir dari komposit yang terbentuk, baik sifat fisik maupun mekanik. Ikatan antar muka (*Interfacial bonding*) merupakan *interface* antara matriks dan penguat dalam komposit yang memberikan kontribusi terhadap kekuatan, ketagguhan, kekakuan, ketahanan mulur.

Interface dapat berupa ikatan atom sederhana, reaksi antar matriks, atau penguatan antar lapisan. Pada umumnya, *interface* diusahakan tanpa ketebalan atau volume, hal ini dilakukan untuk mengurangi tegangan antar mu. *Interface* merupakan fasa yang terdapat pada komposit yang berfungsi untuk mentransfer beban dari matriks -



penguat - matriks, jika matriks lebih lemah dibandingkan dengan tegangan antar muka dan kekuatan partikel penguat, maka retak akan merambat pada matriksnya saja.

Mekanisme penguncian (*interlocking*) terjadi antara dua permukaan, sehingga tingkat kekasaran berpengaruh pada sifat mekanis komposit. Peningkatan kekasaran permukaan dapat dilakukan dengan melakukan alkalisasi pada penguatan. Permukaan yang kasar dapat menyebabkan *interlocking* semakin banyak dan mechanical bonding menjadi efektif dan ikatan menjadi efektif jika beban yang diberikan parallel terhadap *interface*. Beberapa hal yang mempengaruhi kekuatan komposit menyangkut interface yaitu; matriks dan serat berperilaku sebagai bahan elastis, antarmuka yang amat sangat tipis, ikatan akhir antara matriks dan serat sempurna yang menyiratkan bahwa tidak ada diskontinuitas regangan di seluruh antarmuka, bahan yang berada dekat dengan serat memiliki sifat yang sama sebagai bahan dalam bentuk curah, dan serat tersebut diatur dalam *array* biasa atau berulang.



Gambar 20. Hubungan antara mode kegagalan, kekuatan, dan orientasi serat.

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa dalam pengujian tarik untuk komposit diperkuat serat kontinu dengan arah pembebanan sama dengan arah tegangan kerja memberikan dampak kekuatan komposit lebih maksimal. Kekuatan komposit tipe anisotropik bervariasi secara linier dengan fraksi volume serat. Apabila orientasi serat membuat sudut  $\theta$  dengan arah tegangan tarik yang diterapkan, maka terjadi penurunan gradien kurva kekuatan untuk nilai  $V_f$  (fraksi volume serat) yang lebih besar dari  $V_{min}$ . Sedangkan dalam pengujian bending untuk komposit diperkuat serat kontinu dengan arah pembebanan tegak lurus dengan arah tegangan kerja memberikan dampak kekuatan bending komposit lebih besar.



Gambar 21. Debonding

Munculnya debonding pada komposit lamina karung goni. Debonding terjadi karena adanya kerusakan pada komposit yang disebabkan tidak melekatnya serat dengan bahan pengikat atau resin. Debonding merupakan jenis kegagalan komposit yang terjadi karena lemahnya adhesi antara matrik dan serat. Lemahnya gaya interface antara matrik dan fiber yang menimbulkan terkelupasnya matrik pada serat. Keberadaan debonding berdampak pengurangan terhadap kekuatan bending komposit dan kurangnya fungsi serat sebagai bahan penguat pada bahan pengikat.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian tentang pengaruh orientasi arah serat limbah karung goni terhadap kekuatan Tarik dan dampak sebagai material alternatif bumper mobil adalah:

1. Kekuatan tarik komposit lamina dengan orientasi serat komposit karung goni  $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ/0^\circ$  sebesar 21,08 MPa mengalami peningkatan sebesar 5,12% dari komposit bumper mobil sebesar 20,00 MPa.
2. Kekuatan dampak komposit serat karung goni dengan orientasi serat  $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ/0^\circ$  sebesar 0,013 J/mm<sup>2</sup> mengalami penurunan sebesar 307,69% dari kekuatan dampak bumper mobil sebesar 0,053 J/mm<sup>2</sup>.

#### **B. Saran**

Rekomendasi yang dapat diberikan dari hasil penelitian tentang pengaruh orientasi arah serat limbah karung goni terhadap kekuatan tarik dan dampak sebagai material alternatif bumper mobil adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan sejenis menggunakan bahan metrik yang sama khusus bumper mobil.
2. Perlakuan alkali pada serat karung goni perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk meningkatkan ikatan antara permukaan matirks dan serat untuk meningkatkan kekuatan dan ketangguhan.
3. Penguatan proses pembuatan dengan memperkecil terjadinya curing pada komposit dengan memberikan tekanan kompaksi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan Presiden (Perpres) No. 97 tahun 2017 tentang *Kebijakan dan Strategi Nasional Pengolahan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*.
2. Peraturan Rektor Unnes No. 27 Tahun 2012 tentang *Tata Kelola Kampus Berbasis Konservasi*.
3. Jones, P.M., 1975. “*Mechanics Of Composite Meterials*”. Institute Of Technology, Southem Methodist University, Mc. Graw-Hill. Dallas.
4. K. He, *et al.* 2000. The study of tapered laminated composite structures: a review. *Composites Science and Technology* 60 (2000) 2643±2657.
5. Mustafa Akbulut And Fazil O. Sonmez. 2011. Design optimization of laminated composites using a new variant of simulated annealing. *Computers and Structures* 89 (2011) 1712–1724.
6. Basuki Widodo. 2008. Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi Dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random). *Jurnal Teknologi Technoscientia*. ISSN: 1979-8415 Vol. 1 No. 1 Agustus 2008.
7. Soemardi, T. P., Kusumaningsih, W. dan Irawan, P. I. 2013. Karakteristik Mekanik Komposit Lamina Serat Rami Epoksi sebagai Bahan Alternatif Soket Protesis. *MAKARA, TEKNOLOGI, VOL. 13, NO. 2, November 2009: 96-101*.
8. Yudiono, H., Rusiyanto, Kiswadi. 2017. Kekuatan tarik komposit lamina berbasis anyaman serat karung plastik bekas (*woven bag*). *Jurnal Kompetensi Teknik Vol. 8, No.2, Mei 2017*.
9. Yudiono, H., Rusiyanto, dan Kurniawan, A. 2016. *Pemanfaatan Karung Plastik Bekas untuk Panel Komposit Lamina sebagai Material Alternatif Kuat dan Tangguh*. LP. LP2M Unnes. 2016.
10. Yudiono, H., Masugino, Pramono, dan Anis, S. 2017. *Kekuatan Bending Panel Komposit Lamina Berbasis Karung Plastik Bekas*. LP. FT Unnes. 2017.

11. Mulyo, B. T. & Yudiono, H. 2019. Toughness analysis of pineapple leaves fiber composite as alternative material for SNI helmet. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*. Volume 13, Issue 4, pp. 5961-5972, December 2019. DOI: <https://doi.org/10.15282/jmes.13.4.2019.16.0472>.
12. Schwartz, M.M., 1984, "*Composite Material Handbook*", Mc. Graw-Hill. Singapura.
13. Sidda Reddy, *et al.* 2012. Bending analysis of laminated Ccmposite plates using finite element method. *International Journal of Engineering, Science and Technology* Vol. 4, No. 2, 2012, pp. 177-190.
14. M Mohan Kumar, *et. al.*.2013. Buckling Analysis of Woven Glass Epoxy Laminated Composite Plate. *American Journal of Engineering Research (AJER)* e-ISSN : 2320-0847 p-ISSN : 2320-0936 Volume-02, Issue-07, pp-33-40.
15. ASTM. 1998. "*Annual Book of ASTM Standard*". West Conshohocken.

## Lampiran 1. Instrumen Penelitian

### a. Instrumen Uji Tarik.

KODE SPESIMEN	$\sigma_{yH}$ (MPa)	$\sigma_{yL}$ (MPa)	$\sigma_y$ (MPa)	$\sigma_m$ (MPa)	$\epsilon$ (%)	PENAMPANG PATAH
1 (0°/0°/0°/0°...)						
2 (0°/0°/0°/0°...)						
3 (0°/0°/0°/0°...)						
RERATA						
1 (0°/+30°/0°/+30°..)						
2 (0°/+30°/0°/+30°..)						
3 (0°/+30°/0°/+30°..)						
RERATA						
1 (0°/+45°/0°/+45°..)						
2 (0°/+45°/0°/+45°..)						
3 (0°/+45°/0°/+45°..)						
RERATA						
1 (0°/+60°/0°/+60°..)						
2 (0°/+60°/0°/+60°..)						
3 (0°/+60°/0°/+60°..)						
RERATA						
1 (0°/+90°/0°/+90°..)						
2 (0°/+90°/0°/+90°..)						
3 (0°/+90°/0°/+90°..)						
RERATA						
BUMPER 1						
BUMPER 2						
BUMPER 3						
RERATA						

### b. Instrumen Uji Impak.

KODE SPESIMEN	LEBAR (mm)	TEBAL (mm)	LUAS (mm <sup>2</sup> )	$\beta$ (°)	E (Joule)	HI (J/mm <sup>2</sup> )
1 (0°/0°/0°/0°...)						
2 (0°/0°/0°/0°...)						
3 (0°/0°/0°/0°...)						
RERATA						

1 (0°/+30°/0°/+30°..)						
2 (0°/+30°/0°/+30°..)						
3 (0°/+30°/0°/+30°..)						
RERATA						
1 (0°/+45°/0°/+45°..)						
2 (0°/+45°/0°/+45°..)						
3 (0°/+45°/0°/+45°..)						
RERATA						
1 (0°/+60°/0°/+60°..)						
2 (0°/+60°/0°/+60°..)						
3 (0°/+60°/0°/+60°..)						
RERATA						
1 (0°/+90°/0°/+90°..)						
2 (0°/+90°/0°/+90°..)						
3 (0°/+90°/0°/+90°..)						
RERATA						
BUMPER 1						
BUMPER 2						
BUMPER 3						
RERATA						

## Lampiran 2. Hasil Penelitian

### a. Hasil Pengujian Impak

No	Spesimen	L (mm)	T (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	E (J)	β (°)	HI (J/mm <sup>2</sup> )
1	1 (0°/0°/0°/0°...)	7,48	10,10	75,548	1,61	137,90	0,0213
	2 (0°/0°/0°/0°...)	7,73	10,40	80,392	1,46	138,85	0,0182
	3 (0°/0°/0°/0°...)	7,78	10,30	80,134	1,33	139,70	0,0166
	RERATA	7,663	10,267	78,691	1,467	138,817	0,019
2	1 (0°/+30°/0°/+30°..)	7,95	10,00	79,500	1,10	141,20	0,0138
	2 (0°/+30°/0°/+30°..)	7,65	9,87	75,506	1,07	141,45	0,0142
	3 (0°/+30°/0°/+30°..)	7,57	9,90	74,943	1,00	141,95	0,0133
	RERATA	7,723	9,923	76,650	1,057	141,533	0,014
3	1 (0°/+45°/0°/+45°..)	8,25	10,08	83,160	1,19	140,65	0,0143
	2 (0°/+45°/0°/+45°..)	8,17	9,92	81,046	1,08	141,40	0,0133

	3 (0°/+45°/0°/+45°..)	8,53	9,97	85,044	1,20	140,55	0,0141
	RERATA	8,317	9,990	83,083	1,157	140,867	0,014
4	1 (0°/+60°/0°/+60°..)	7,13	9,98	71,157	0,97	142,15	0,0136
	2 (0°/+60°/0°/+60°..)	7,22	9,97	71,983	1,19	140,60	0,0165
	3 (0°/+60°/0°/+60°..)	7,82	10,12	79,138	1,01	141,85	0,0128
	RERATA	7,390	10,023	74,093	0,660	141,533	0,014
5	1 (0°/+90°/0°/+90°..)	7,90	9,93	78,447	0,90	142,60	0,0115
	2 (0°/+90°/0°/+90°..)	8,02	10,07	80,761	1,06	141,50	0,0131
	3 (0°/+90°/0°/+90°..)	7,77	10,07	78,244	1,01	141,85	0,0129
	RERATA	7,897	10,023	79,151	0,990	141,983	0,013
6	BUMPER 1	10,6	2,8	29,68	1,57	138,150	0,053
	BUMPER 2	10,7	3	32,1	1,67	137,500	0,052
	BUMPER 3	10,6	3	31,8	1,68	137,450	0,053
	RERATA	10,633	2,933	31,193	1,640	137,700	0,053

a. Spesimen 0°



Gambar 1. Spesimen A



Gambar 2. Spesimen B



Gambar 3. Spesimen C

a. Spesimen 30°



Gambar 1. Spesimen A



Gambar 2. Spesimen B





Gambar3. Spesimen C

b. Spesimen 45°



Gambar 1. Spesimen A



Gambar 2. Spesimen B



Gambar 3. Spesimen C

c. Spesimen 60°



Gambar 1. Spesimen A



Gambar 2. Spesimen B



Gambar 3. Spesimen C

d. Spesimen 90°



Gambar 1. Spesimen A



Gambar 2. Spesimen B



Gambar 3. Spesimen C

b. Hasil Uji Tarik.

KODE SPESIMEN	A (mm <sup>2</sup> )	Max Force (N)	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\epsilon$ (%)	PENAMPANG PATAH
1 (0°/0°/0°/0°...)	100.878	1514.4	173.138	12.49	15.01	9.19	Getas
2 (0°/0°/0°/0°...)	98.301	1867.3	180.553	12.72	19.00	11.57	Getas
3 (0°/0°/0°/0°...)	103.437	1756.1	159.260	12.16	16.98	11.79	Getas
RERATA	100,872	1712,6	170,984	12,457	16,997	10,85	Getas
1 (0°/+30°/0°/+30°..)	101,640	1827,5	227,382	14,68	17,98	8,60	Getas
2 (0°/+30°/0°/+30°...)	101,992	1975,6	205,470	13,33	19,37	10,29	Getas
3 (0°/+30°/0°/+30°...)	98,790	2033,5	216,453	17,42	20,58	10,55	Getas
RERATA	100,807	1945,533	216,435	15,143	19,310	9,813	Getas
1 (0°/+45°/0°/+45°...)	108,340	1249,5	136,067	9,55	11,53	9,45	Getas
2 (0°/+45°/0°/+45°..)	98,184	1590,9	162,525	13,89	16,20	11,77	Getas
3 (0°/+45°/0°/+45°..)	108,916	1214,9	126,911	8,60	11,15	10,50	Getas
RERATA	105,147	1351,767	141,834	10,680	12,960	10,573	Getas
1 (0°/+60°/0°/+60°..)	117,975	1616,9	183,109	12,16	13,71	8,01	Getas
2 (0°/+60°/0°/+60°..)	119,942	1766,9	177,110	11,22	14,73	9,17	Getas
3 (0°/+60°/0°/+60°..)	113,476	1898,6	180,127	14,34	16,73	10,00	Getas
RERATA	117,131	1760,800	180,115	12,573	15,057	9,060	Getas
1 (0°/+90°/0°/+90°..)	110,543	2269,0	214,343	17,94	20,53	10,40	Getas
2 (0°/+90°/0°/+90°..)	93,726	2009,6	223,200	20,13	21,44	10,46	Getas
3 (0°/+90°/0°/+90°..)	93,726	1995,8	225,309	18,74	21,29	10,26	Getas
RERATA	99,332	2091,467	220,951	18,937	21,087	10,373	Getas

BUMPER 1	43,200	666,000	200,000	2,21	20,000	25,51	Patah Ulet
BUMPER 2	41,696	592,000	180,000	2,83	20,000	28,89	Patah Ulet
BUMPER 3	42,560	662,000	280,000	2,52	20,000	24,32	Patah Ulet
RERATA	42,485	640,000	220,000	2,520	20,000	26,240	Patah Ulet



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 Jl. Kasipah No. 12 Semarang, Telp. (024) 8445768  
 e-mail : ft@unimus.ac.id

**TEST REPORT**

2022/08/11

Test NO. : tarik 0 derajat

Test Description :

Specimens	Area $\text{mm}^2$	Max Force $\text{N}$	0.2% Y.S. $\text{N/mm}^2$	Yield Strength $\text{N/mm}^2$	Tensile Strength $\text{N/mm}^2$	Elongation $\%$	Young's M(E) $\text{N/mm}^2$
tarik 0 derajat-001	100.878	1514.4	14.89	12.49	15.01	9.19	173.138
tarik 0 derajat-002	98.301	1867.3	16.93	15.72	19.00	11.57	180.553
tarik 0 derajat-003	103.437	1756.1	15.44	12.16	16.98	11.79	159.26



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 Jl. Kasipah No. 12 Semarang, Telp. (024) 8445768  
 e-mail : ft@unimus.ac.id

**TEST REPORT**

2022/08/11

Test NO. : tarik 30 derajat

Test Description :

Specimens	Area $\text{mm}^2$	Max Force $\text{N}$	0.2% Y.S. $\text{N/mm}^2$	Yield Strength $\text{N/mm}^2$	Tensile Strength $\text{N/mm}^2$	Elongation $\%$	Young's M(E) $\text{N/mm}^2$
tarik 30 derajat-001	101.640	1827.5	16.82	14.68	17.98	8.60	227.382
tarik 30 derajat-002	101.992	1975.6	13.86	13.33	19.37	10.29	205.47
tarik 30 derajat-003	98.790	2033.5	18.79	17.42	20.58	10.55	216.453



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 Jl. Kasipah No. 12 Semarang, Telp. (024) 8445768  
 e-mail : ft@unimus.ac.id

**TEST REPORT**

2022/08/11

Test NO. : tarik 45 derajat

Test Description :

Specimens	Area $\text{mm}^2$	Max Force $\text{N}$	0.2% Y.S. $\text{N/mm}^2$	Yield Strength $\text{N/mm}^2$	Tensile Strength $\text{N/mm}^2$	Elongation $\%$	Young's M(E) $\text{N/mm}^2$
tarik 45 derajat-001	108.340	1249.5	10.48	9.55	11.53	9.45	136.067
tarik 45 derajat-002	98.184	1590.9	13.20	13.89	16.20	11.77	162.525
tarik 45 derajat-003	108.916	1214.9	10.55	8.60	11.15	10.05	126.911



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
 Jl. Kasipah No. 12 Semarang, Telp. (024) 8445768  
 e-mail : ft@unimus.ac.id

**TEST REPORT**

2022/08/11

Test NO. : tarik 60 derajat

Test Description :

Specimens	Area $\text{mm}^2$	Max Force $\text{N}$	0.2% Y.S. $\text{N/mm}^2$	Yield Strength $\text{N/mm}^2$	Tensile Strength $\text{N/mm}^2$	Elongation $\%$	Young's M(E) $\text{N/mm}^2$
tarik 60 derajat-001	117.975	1616.9	13.02	12.16	13.71	8.01	183.109
tarik 60 derajat-002	119.942	1766.9	13.80	11.22	14.73	9.17	177.11
tarik 60 derajat-003	113.476	1898.6	15.32	14.34	16.73	10.00	180.127



**TEST REPORT**

2022/08/11

Test NO. : tarik 90 derajat

Test Description :

Specimens	Area $\text{mm}^2$	Max Force $\text{N}$	0.2% Y.S. $\text{N/mm}^2$	Yield Strength $\text{N/mm}^2$	Tensile Strength $\text{N/mm}^2$	Elongation $\%$	Young's M(E) $\text{N/mm}^2$
tarik 90 derajat-001	110.543	2269.0	19.34	17.94	20.53	10.40	214.343
tarik 90 derajat-002	93.726	2009.6	21.44	20.13	21.44	10.46	223.2
tarik 90 derajat-003	93.726	1995.8	21.13	18.74	21.29	10.26	225.309

**Lampiran 3. Personalia Tim Peneliti**

NO	NAMA	NIP/NIM	JABATAN
1	Dr. Heri Yudiono, S.Pd., MT	196707261993031003	Ketua Peneliti
2	Hendrix Noviyanto F., S.T., M. T.	198511222019031010	Anggota Peneliti 1
3	Dr. Basyirun, S.Pd., M. T.	196809241994031002	Anggota Peneliti 2
4	Alverro Pratama Widodo	5201417063	Anggota Peneliti 3
5	Ahmad Tafsirul Hakim Nur Sya'bani	5201417046	Anggota peneliti 4
6	Hasbi Dwi Istanto	5201417053	Anggota Peneliti 5

**Lampiran 4. Surat Perjanjian Penelitian**



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**

Gedung Prof. Dr. Retno Sriningsih Satmoko, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Telp/Fax (024) 8508087, (024) 8508089

Laman: <http://lppm.unnes.ac.id> Email: [lppm@mail.unnes.ac.id](mailto:lppm@mail.unnes.ac.id)

**SURAT PERJANJIAN  
PELAKSANAAN PENELITIAN DASAR (UNIVERSITAS)  
DANA DIPA UNNES TAHUN 2022  
Nomor: 46.8.4/UN37/PPK.3.1/2022**

Pada hari ini Jumat tanggal delapan bulan April tahun 2022, kami yang bertandatangan dibawah ini :

- 1. Prof. Dr. Sucihatiningsih DWP, M. Si** : **Pejabat Pembuat Komitmen** Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang yang berkedudukan di Semarang, berdasarkan Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : B/307/UN37/HK/2022 tanggal 25 Maret 2022, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama KPA Universitas Negeri Semarang, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
- 2. Dr Heri Yudiono S. Pd., M. T** : Dosen pada FT Universitas Negeri Semarang, dalam hal ini bertindak sebagai Pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Dasar (Universitas) Tahun Anggaran 2022 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**;

**PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dasar (Universitas) dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut.

**PASAL 1  
DASAR HUKUM**

Perjanjian penugasan ini berdasarkan kepada:

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Indonesia;
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Semarang.
4. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 60/PMK.02/2021 tentang Standar Biaya Masukan Tahun Anggaran 2022;
5. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 112/PMK.02/2020 tentang Standar Biaya Keluaran Tahun Anggaran 2021;
6. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 203/PMK.05/2020 tentang Tata Cara Pembayaran dan Pertanggungjawaban Anggaran Penelitian atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara;
7. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor B/303/UN37/HK/2022 tanggal 24 Maret 2022, tentang Pengangkatan Ketua dan Sekretaris Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang;

8. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor B/307/UN37/HK/2022 tanggal 25 Maret 2022, tentang Pengangkatan Pejabat Perbendaharaan/Pengelola Keuangan Tahun Anggaran 2022 Universitas Negeri Semarang;
9. Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor B/347/UN37/HK/2022 tanggal 8 April 2022 tentang Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Batch II Universitas Negeri Semarang Tahun 2022;
10. Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang (UNNES) Nomor DIPA : DIPA-023.17.2.677507/2022, tanggal 17 November 2021.

## **PASAL 2 RUANG LINGKUP**

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan Penelitian Dasar (Universitas) tahun 2022 dengan judul "KETANGGUHAN DAN KEKUATAN KOMPOSIT LAMINA LIMBAH KARUNG GONI SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF BUMPER MOBIL";
- (2) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi dan keuangan atas pekerjaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan berkewajiban menyerahkan semua bukti-bukti pengeluaran serta dokumen pelaksanaan lainnya dalam hal diperlukan oleh **PIHAK PERTAMA**.

## **PASAL 3 DANA PENELITIAN**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 2 adalah sebesar Rp. 30.000.000,00 ( tiga puluh juta Rupiah) sudah termasuk pajak;
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran UNNES Nomor DIPA-023.17.2.677507/2022, tanggal 17 November 2021.

## **PASAL 4 TATA CARA PEMBAYARAN**

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu  $70\% \times \text{Rp. } 30.000.000,00 = \text{Rp. } 21.000.000,00$  ( dua puluh satu juta Rupiah), yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah mengunggah hasil revisi proposal yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang dan RAB penelitian ke SIPP;
  - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu  $30\% \times \text{Rp. } 30.000.000,00 = \text{Rp. } 9.000.000,00$  ( sembilan juta Rupiah), dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah mengunggah Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang pada SIPP **paling lambat tanggal 08 Nopember 2022**;
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening BTN atas nama HERI YUDIONO dengan nomor rekening 108901500021591;

**Pasal 5**  
**JANGKA WAKTU**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 sampai selesai 100%, adalah dihitung sejak **Tanggal 08 April 2022** dan berakhir pada **Tanggal 08 Nopember 2022**;

**Pasal 6**  
**TARGET LUARAN**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib seperti tersebut di bawah:  
**Luaran Wajib :**
  - a. Jurnal Internasional/Jurnal Internasional Bereputasi/Jurnal Nasional Terakreditasi S1/S2 (Draft)
  - b. Monograf/ Book Chapter Internasional/ Book Chapter Nasional (Belum ber-ISBN)
- (2) **Semua anggota peneliti** harus dimasukkan ke luaran wajib penelitian dan pada artikel **disebutkan nomor kontrak pada bagian “ucapan terimakasih”**;
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 7**  
**HAK DAN KEWAJIBAN**

- (1) **PIHAK PERTAMA** mempunyai kewajiban:
  - a. memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA**
  - b. melakukan pemantauan dan evaluasi
  - c. melakukan penilaian luaran penelitian
- (2) **PIHAK KEDUA** mempunyai kewajiban:
  - a. Mengunggah dan mengisi dokumen sebagai berikut:
    1. Revisi proposal yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang;
    2. RAB penelitian;
    3. Instrumen penelitian;
    4. Laporan Kemajuan;
    5. Laporan Akhir;
    6. Catatan harian berikut bukti-bukti kegiatan atau pengeluaran dana;
    7. Laporan penggunaan anggaran (70 % dan 100%);
    8. Artikel Ilmiah dan;
    9. Profil penelitian;
  - b. Menyerahkan hasil penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** melalui Berita Acara Serah Terima (BAST);
  - c. Pengunggahan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a, dilaksanakan paling lambat tanggal **08 Nopember 2022**;
  - d. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *hardcopy* dokumen sebagaimana pada ayat (2) huruf a, masing-masing 1 (satu) eksemplar paling lambat tanggal **31 Desember 2022**;
  - e. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** luaran wajib sebagaimana pada pasal 6;
  - f. **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah bukti luaran wajib sebagaimana pada Pasal 6 paling lambat pada Tanggal **31 Agustus Tahun 2023** dengan status **PUBLISHED**.
- (3) **PIHAK PERTAMA** berhak menerima dokumen hasil unggahan di laman SIPP dan dokumen *hardcopy* sebagai berikut:
  1. Revisi proposal yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang;
  2. RAB penelitian;
  3. Instrumen penelitian;
  4. Laporan Kemajuan;

5. Laporan Akhir;
6. Catatan harian berikut bukti-bukti kegiatan atau pengeluaran dana;
7. Laporan penggunaan anggaran (70 % dan 100%);
8. Artikel Ilmiah dan;
9. Profil penelitian;
- (4) **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6;
- (5) **PIHAK KEDUA** berhak mendapatkan dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 8 MONITORING DAN EVALUASI**

- (1) **PIHAK PERTAMA** dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2022;
- (2) **PIHAK KEDUA** selaku Ketua Pelaksana **wajib hadir** dalam kegiatan Monitoring dan Evaluasi internal, jika berhalangan wajib memberikan kuasa kepada anggota tim peneliti dalam judul yang sama.

#### **Pasal 9 PENILAIAN LUARAN**

Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

#### **Pasal 10 PENGGANTIAN KETUA PELAKSANA**

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**;
- (2) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari **PIHAK PERTAMA**;
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke **Kas BLU UNNES**;
- (4) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 11 SANKSI**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Kontrak Penelitian telah berakhir, **PIHAK KEDUA** **belum menyelesaikan** tugasnya dan atau **terlambat** mengirim dan mengunggah laporan Kemajuan, catatan harian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) dan Laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan **sanksi denda sebesar 1‰ (satu permil)** untuk setiap hari keterlambatan sampai dengan **setinggi-tingginya 5% (lima persen)** terhitung dari tanggal jatuh tempo (**08 Nopember 2022 s.d. 31 Desember 2022**);



- (2) Apabila sampai dengan batas waktu tanggal **31 Desember 2022**, **PIHAK KEDUA** tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7, maka **PIHAK KEDUA** dikenai sanksi denda berupa mengembalikan dana 30% dari dana penelitiannya ke Kas BLU UNNES dan sanksi administratif tidak dapat mengajukan proposal penelitian untuk sumber dana **DIPA PNPB UNNES (LPPM)** dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut;
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat memenuhi luaran yang telah dijanjikan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (1) sampai dengan tanggal **31 Agustus 2023** maka:
  - a. **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi denda berupa mengembalikan dana biaya publikasi sebesar 5% dari total dana penelitian ke Kas BLU UNNES;
  - b. **PIHAK KEDUA** tidak dapat mengajukan proposal penelitian untuk sumber dana **DIPA PNPB UNNES (LPPM)** UNNES dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut baik sebagai Ketua maupun Anggota.

#### **Pasal 12** **PEMBATALAN PERJANJIAN**

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke **Kas BLU UNNES**;
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 13** **PAJAK**

- (1) Ketentuan pengenaan pajak pertambahan nilai dan/atau pajak penghasilan dalam rangka pelaksanaan kegiatan penelitian ini wajib dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA** sesuai dengan peraturan perundang-undangan di bidang perpajakan;
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan bukti pembayaran pajak kepada **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 14** **PERALATAN DAN/ALAT HASIL PENELITIAN**

- (1) Hak kekayaan intelektual yang dihasilkan dari Pelaksana Penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan;
- (2) Setiap publikasi, makalah dan/atau ekspos dalam bentuk apa pun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini wajib mencantumkan **PIHAK PERTAMA** sebagai pemberi dana;
- (3) Pencantuman nama **PIHAK PERTAMA** sebagaimana dimaksud pada ayat (2), paling sedikit mencantumkan nama Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNNES;
- (4) Hasil penelitian berupa peralatan dan/atau peralatan yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik negara, dan dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga melalui Berita Acara Serah Terima (BAST).

**Pasal 15**  
**INTEGRITAS AKADEMIK**

- (1) Pelaksana penelitian wajib menjunjung tinggi integritas akademik yaitu komitmen dalam bentuk perbuatan yang berdasarkan pada nilai kejujuran, kredibilitas, kewajaran, kehormatan, dan tanggung jawab dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan;
- (2) Penelitian dilakukan sesuai dengan kerangka etika, hukum dan profesionalitas, serta kewajiban sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- (3) Penelitian dilakukan dengan menjunjung tinggi standar ketelitian dan integritas tertinggi dalam semua aspek penelitian.

**Pasal 16**  
**KEADAAN MEMAKSA (*FORCE MAJEURE*)**

- (1) **PARA PIHAK** dibebaskan dari tanggung jawab atas keterlambatan atau kegagalan dalam memenuhi kewajiban yang dimaksud dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian disebabkan atau diakibatkan oleh kejadian di luar kekuasaan **PARA PIHAK** yang dapat digolongkan sebagai keadaan memaksa (*force majeure*);
- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (*force majeure*) dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blokade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian;
- (3) Apabila terjadi keadaan memaksa (*force majeure*) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan keadaaan memaksa (*force majeure*), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak berwajib dan **PARA PIHAK** dengan etiket baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

**Pasal 17**  
**PENYELESAIAN SENGKETA**

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Tinggi Semarang.

**Pasal 18**  
**LAIN-LAIN**

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri;
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

**Pasal 19**  
**PENUTUP**

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 4 (empat) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

**PIHAK PERTAMA**



**Prof. Dr. Suci hatiningsih DWP, M. Si**  
NIP. 196812091997022001

**PIHAK KEDUA**



**Dr Heri Yudiono S. Pd., M. T**  
NIP. 196707261993031003

## Lampiran 5. Artikel Ilmiah

### **TOUGHNESS AND STRENGTH OF LAMINA COMPOSITES BURLAP SACK WASTE AS AN ALTERNATIVE CAR BUMPER MATERIAL**

Heri Yudiono<sup>1</sup>, Hendrix Noviyanto Firmansyah<sup>1</sup>, Basyirun<sup>1</sup>, Alverro Pratama Widodo<sup>1</sup>, Ahmad Tafsirul Hakim Nur Sya'bani<sup>1</sup>, Hasbi Dwi Istanto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Mechanical Engineering, Semarang State University, Indonesia  
Correspondent Author: heri\_yudiono@mail.unnes.ac.id

#### **SUMMARY**

The national waste/waste control and processing strategy targets to be able to reduce waste by 30% and handle waste by 70% from the previous policy in 2025. One of the efforts is to recycle jute sack waste into an alternative material for laminated composites for car bumpers that have economic value and environmentally friendly. This study aims to analyze laminate composites based on jute sack waste as an alternative material for tough and strong car bumpers.

Research uses experimental method with Pre-Experimental Designs test design with Static Group Comparations type. Tests were carried out for the control group and the experimental group. The experimental group was the group that received treatment by varying the orientation of the woven fibers of jute sack waste at an angle of  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$  and  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$ . While the control group used a car bumper. Epoxy resin as a composite matrix using Epoxy Resin Bakelite EPR 174 and Epoxy Hardener V-140. Both groups were tested for tensile strength and impact strength. The tensile test specimens used the ASTM D1037, 1994a standard and the impact test specimens used the ISO 179-1 standard.

The results showed that the tensile strength of the laminate composite with the fiber orientation of the jute sack composite  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  experienced enhancement by 5.12% from composite bumper car, while the impact strength of the jute sack fiber composite with orientation fiber  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  experience drop as big as 307,69% from the impact strength of the bumper car, the impact strength was highest from the orientation of the burlap laminae composite fiber orientation. Recommendation of research results the need for further research for the use of metric materials same special bumper car, treat alkali on fiber bag jute advanced to increase the bond between the matrix surface and the fiber for increasing strength and toughness, and strengthening the fabrication process by reducing composite curing through compaction.

**Keywords:** Burlap, Laminate Composite, Toughness, Tensile Strength.

## INTRODUCTION

The accumulation of waste and or waste is currently a national problem, this condition is caused by the increasing intensity of its use and the behavior of people who are less concerned about the environment. All government efforts are made to control it through Presidential Regulation (Perpres) No. 97 of 2017 concerning national policies and strategies for processing household waste and similar household waste [1]. This policy is a national waste management strategy by targeting to reduce waste by 30% and be able to handle waste before before this policy was implemented by 70% in 2025.

In line with the government's policy, Unnes has initiated public awareness of the environment by declaring itself to be a Conservation Unnes", where in the implementation of education, research, and community service, the concept refers to the principles of conservation (protection, preservation, and sustainable use). both conservation of natural resources, environment, arts and culture. Through Unnes Rector Regulation No. 27 of 2012 concerning conservation-based campus governance mandates article 6 paragraph 2 that: the pillar program of waste management is realized by the following activities: 1) Reuse of unused items (*reuse*); 2) Reduction of activities and or objects that have the potential to generate waste and or waste (*reduce*); and 3) Recycling of waste and or waste to be reused (*recycle*) [2]. One of the wastes that need to be exploited is jute sack waste. So far, the use of burlap sack waste is still limited to handicrafts with a less large economic impact, so it is necessary to encourage economic improvement by advancing green technology. In line with this mandate, to reduce the waste of burlap sacks, it is necessary to innovate processing technology with a laminate composite approach to become an alternative material for car bumpers that have economic value, have toughness and tensile strength, and are environmentally friendly.

Theoretically, a composite is a material composed of two or more different materials which are combined or mixed macroscopically into a useful material [3]. One type of composite is a laminate composite, this material consists of reinforcement in the form of sheets (lay) and a matrix. To increase its usefulness,

burlap sack waste is processed into laminated composite panels that are strong, tough and have a high economic impact. Laminate composites are composed of burlap sack waste fibers as reinforcement which are stacked in layers by paying attention to the orientation or direction of the fibers and an epoxy-resin matrix.

In laminated composites, reinforcement and matrix produce a combination of mechanical properties that are different from the basic properties of each matrix and reinforcement because there is an interface between the two components. The interface between the matrix and the reinforcement in the manufacture of composites greatly influences the final properties of the composites formed, both physical and mechanical properties. Specifically revealed that laminate composites are strongly influenced by the type of fiber, the orientation of the fiber direction and the reinforcing matrix [4]. In line with this, Mustafa Akbulut and Fazil O. Sonmez (2011) revealed that to minimize the thickness of the laminate composite layer by paying attention to the lay-up design, the direction of the fiber angle and the number of layers in each lamina [5].

Meanwhile, Basuki Widodo (2008), revealed that the tensile strength of composites decreases and fluctuates with increasing fiber weight fraction. At 20% and 30% fiber weight composition, from the three tested specimens, the average tensile strength was  $2.577 \text{ kg/mm}^2$  and  $2.251 \text{ kg/mm}^2$ , lower than the 100% composition with a tensile strength of  $3.687 \text{ kg/mm}^2$ . In the composition of the fiber weight of 40%, 50% and 60% of the specimens that have been tested the average tensile strength obtained tends to increase compared to 100% *epoxy* which is  $5.128 \text{ kg/mm}^2$ ;  $3.921 \text{ kg/mm}^2$ ; and  $3.762 \text{ kg/mm}^2$  [6].

Departing from the problems and theoretical studies mentioned above, the research focuses on the study of the toughness and tensile strength of laminated composites as an alternative material for car bumpers composed of waste jute sack fibers reinforced with an epoxy-resin matrix.

## RESEARCH METHODS

The research method used is an experimental method carried out in an engineering laboratory, specifically in this study with an emphasis on the subject of mechanics. The experimental design category chosen was Pre-Experimental Designs of type Static Group Comparations, so there was an experimental group and a control group. The experimental group was the group that received treatment by varying the orientation of the woven fibers of jute sack waste  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$  and  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$ .

The control group in this study were specimens that were not treated with epoxy resin and car bumpers. The control group in this study were specimens that did not receive any treatment (Car Bumper). Epoxy resin as a matrix using Epoxy Resin Bakelite EPR 174 and Epoxy Hardener V-140. Both groups were tested to analyze the characteristics of tensile strength and impact strength.

## RESEARCH RESULT

The results of the impact and tensile tests were carried out by varying the orientation of the jute sack fibers with direction fiber  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$ ,  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  reinforced with epoxy resin matrix and bumper car. The impact test results are as shown in Table 1. The impact test results in the form of energy and impact strength can be described as follows:

Table 1. Impact Test Results

Specimen	L (mm)	T (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	E (J)	$\beta$ (°)	HI (J/mm <sup>2</sup> )
$0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ ...	7,663	10,267	78,691	1,467	138,817	0,019
$0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$ ..	7,723	9,923	76,650	1,057	141,533	0,014
$0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$ ..	8,317	9,990	83,083	1,157	140,867	0,014
$0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$ ..	7,390	10,023	74,093	0,660	141,533	0,014
$0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$ ..	7,897	10,023	79,151	0,990	141,983	0,013
BUMPER	10,633	2,933	31,193	1,640	137,700	0.053

Figure 1 shows that the impact strength of the jute sack fiber composite with orientation fiber  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  experience drop as big as 178.95% from bumper car, whereas orientation fiber  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$  experience drop impact strength of 278.571% from bumper car. Composite impact strength bag jute with orientation fiber  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$  occur drop as big as 278.571%, whereas composite lamina bag jute with orientation fiber  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$  experience decrease of 278,571 % of the car bumper composite. Impact strength laminated composite with fiber orientation of jute sack composite  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  experience drop by 307.69% from composite bumper car. Results impact strength with variation fiber bag jute by whole still under the impact strength of the car bumper, however the laminate composite bag jute which have drop Lowest on orientation fiber  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ .

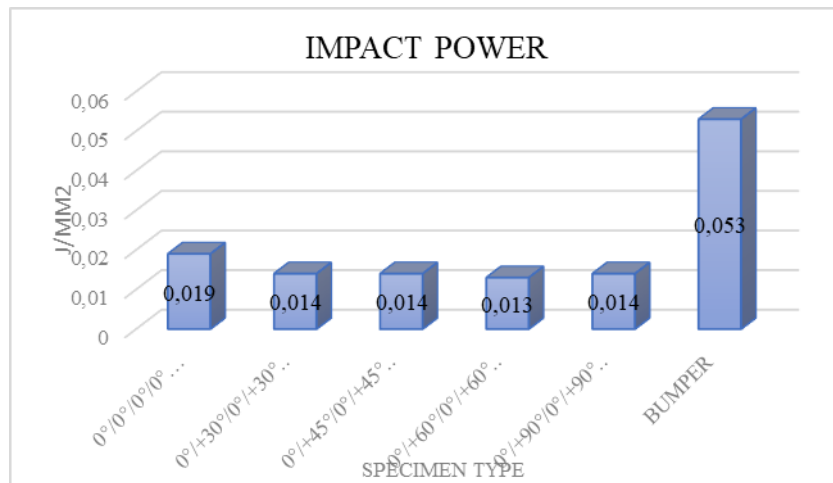


Figure 1. Impact Strength

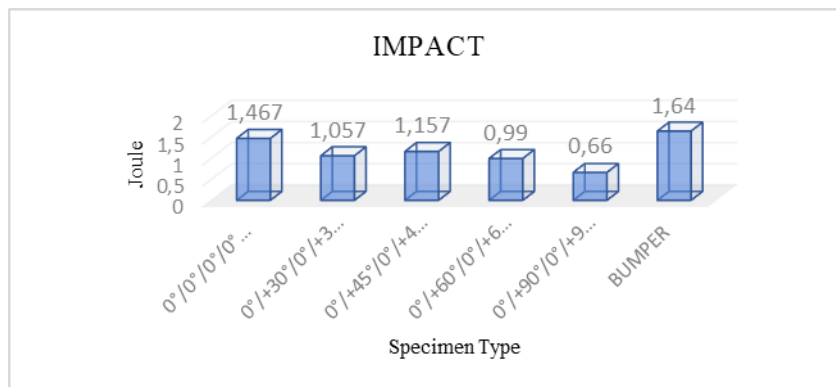


Figure 2. Impact Energy



Impact energy composite lamina bag jute with orientation fiber  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  experience drop as big as 11.79% from bumper car, whereas orientation fiber  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$  experience impact energy reduction 55.16% from bumper car. Composite bag jute with orientation fiber  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$  occur decrease in impact energy by 41.75%, whereas laminate composite with fiber orientation  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$  decreased as big as 65.66% of composite car bumpers. Composite fiber orientation impact energy burlap sack lamina  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  decreased by 148.49% from composite bumper car. Composite impact energy lamina bag jute with doing variations of the overall fiber is still under the impact energy of the bumper car, but which has the lowest reduction in impact energy at fiber orientation  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ . Distribution of the results of the impact energy testing of laminated sack fiber composites jute and bumper car like showed on Picture 2.

While the results of the tensile test are in the form of yield strength, maximum strength, elongation, and the shape of the broken cross section as shown in Table 2.

Table 2. Tensile Test Instruments.

<b>SPECIMEN</b>	<b>A (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Max Force (N)</b>	<b>E (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\sigma_y</math> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\sigma_m</math> (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b><math>\epsilon</math> (%)</b>	<b>Cross Section Broken</b>
$0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$	100,872	1712.6	170.984	12,457	16,997	10.373	brittle
$0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}$	100.807	1945,533	216,435	15,143	19,310	9,813	brittle
$0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}$	105,147	1351,767	141,834	10,680	12,960	10,573	brittle
$0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}$	117,131	1760,800	180,115	12,573	15.057	9,060	brittle
$0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}$	99,332	2091,467	220,951	18,937	21,087	10,850	brittle
<b>BUMPER</b>	42.485	640,000	220,000	2,520	20,000	26,240	Tenacious Broken

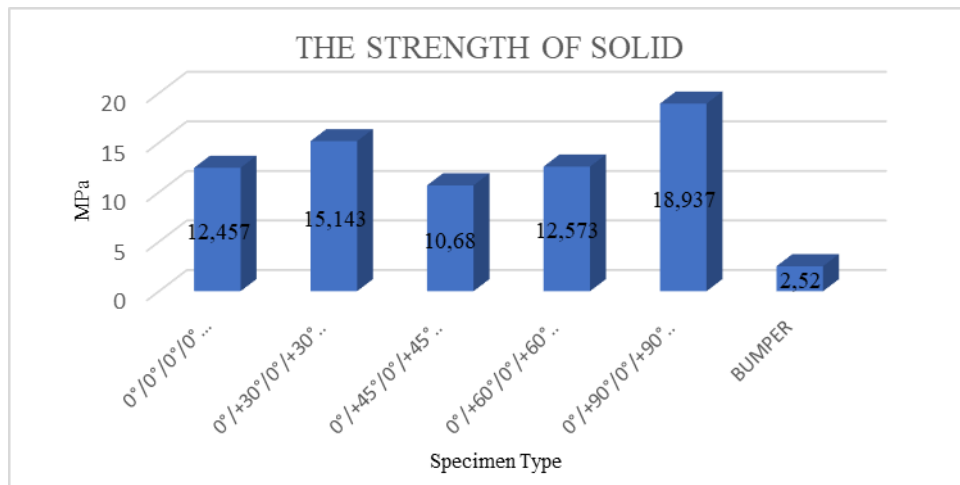


Figure 3. Yield Strength

Yield power composite lamina bag jute with orientation fiber  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  experience enhancement as big as 79.77% from bumper car, whereas orientation fiber  $0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}/+30^{\circ}/0^{\circ}$  experience increase in yield strength 83.36% from bumper car. Composite bag jute with orientation fiber  $0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}/+45^{\circ}/0^{\circ}$  occur increase in yield strength by 76.41%, whereas laminated composites with fiber orientation  $0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}/+60^{\circ}/0^{\circ}$  increased by 79.96% of composite car bumpers. Orientation yield strength of composite fiber burlap sack lamina  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  increased by 86.69% from composite bumper car. Composite yield strength lamina bag jute with doing a variation of the overall fiber is still above the yield strength of the bumper car, but which has the highest increase in yield strength at fiber orientation  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$ . Distribution of the yield strength of the laminated sack fiber composite test jute and bumper car like showed on Picture 3.

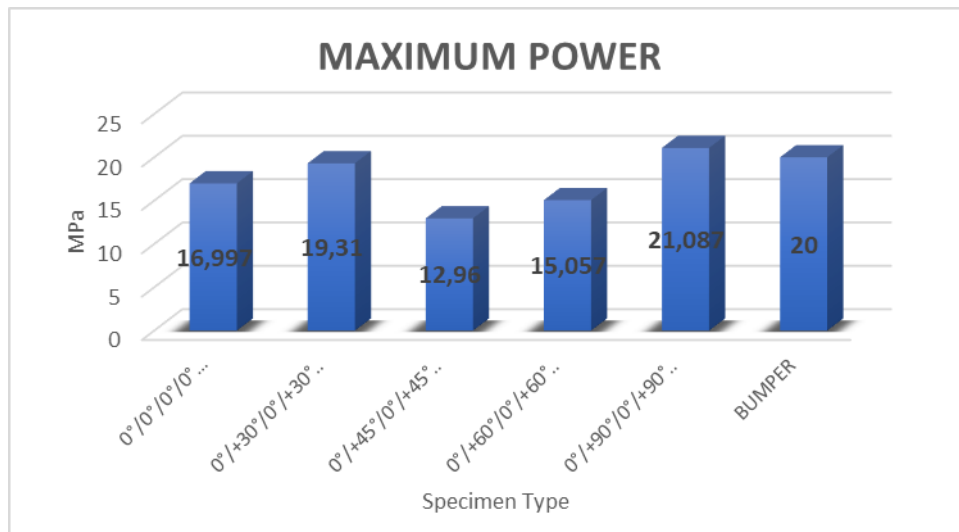


Figure 4. Maximum Strength

Figure 4 shows that the maximum strength of the burlap fiber composite with orientation fiber  $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ$  experience drop as big as 17,72 % from bumper car, whereas orientation fiber  $0^\circ/+30^\circ/0^\circ/+30^\circ/0^\circ$  experience drop maximum strength as big as 3,57 3 % \_ from bumper car. Strength maximum composite bag jute with orientation fiber  $0^\circ/+45^\circ/0^\circ/+45^\circ/0^\circ$  occur drop as big as 54.32 %, whereas composite lamina bag jute with orientation fiber  $0^\circ/+60^\circ/0^\circ/+60^\circ/0^\circ$  experience decrease of 32.89 % of the car bumper composite. Maximum strength of laminated composite with fiber orientation of jute sack composite  $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ/0^\circ$  experience enhancement as big as 5.12 % from composite bumper car.

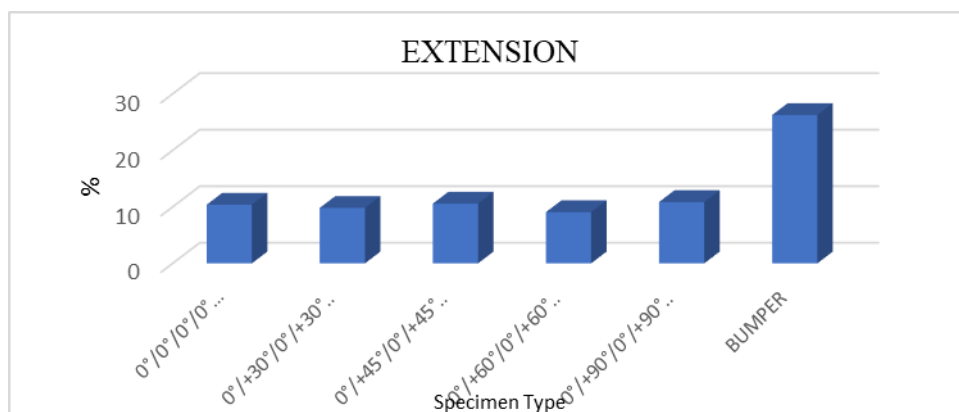
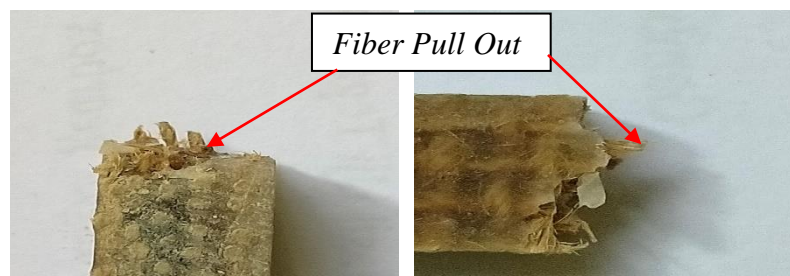


Figure 5. Extension

Extension composite lamina bag jute with orientation fiber  $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ$  experience drop as big as 152.96% from bumper car, whereas

orientation fiber  $0^\circ/+30^\circ/0^\circ/+30^\circ/0^\circ$  experience decrease in elongation 167.40% from bumper car. Composite bag jute with orientation fiber  $0^\circ/+45^\circ/0^\circ/+45^\circ/0^\circ$  occur decrease in elongation by 148.18%, whereas laminate composite with fiber orientation  $0^\circ/+60^\circ/0^\circ/+60^\circ/0^\circ$  decreased as big as 189.62% of composite car bumpers. Composite fiber orientation extension burlap sack lamina  $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ/0^\circ$  decreased by 141.84% from composite bumper car. Composite elongation lamina bag jute with do a variation of the overall fiber is still under the extension of the bumper car, but which has the lowest elongation loss at fiber orientation  $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ/0^\circ$ . Distribution of the results of the elongation test of the laminated fiber sack composite jute and bumper car like showed on Picture 5.

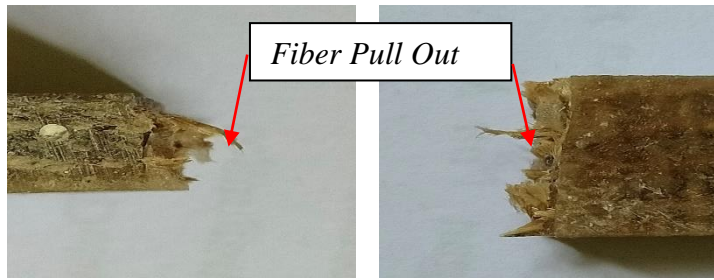
Cross-sectional shape composite fracture burlap sack lamina with variations fiber and composite orientation of car bumpers as a result of tensile testing as shown in Figures 6 – 10. From the figure it appears that this is happening single or brittle fracture, this fracture occurs when the matrix is fractured so the fiber also fracture along with the matrix. This type of fracture is generally causes no plastic deformation on composite because not enough perfect bond fiber with matrix. Condition the in mark with appearance many fibers pull out. Fiber pull out occur because of the weak bond Amongmetric with fiber. The fiber pull out process occurs because of the high voltage sliding which work between advance bond fiber and matrix, good occur During debonding nor after delimitation done. As for the bumper of the car suffered a strong fracture of clay.



a. Side View

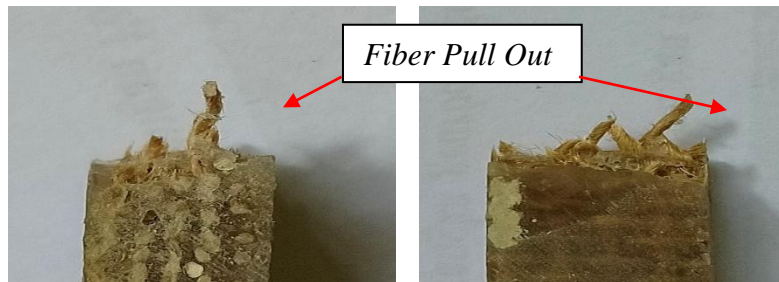
b. Top View

Figure 6. Fracture Section Tensile Test 0 Degrees



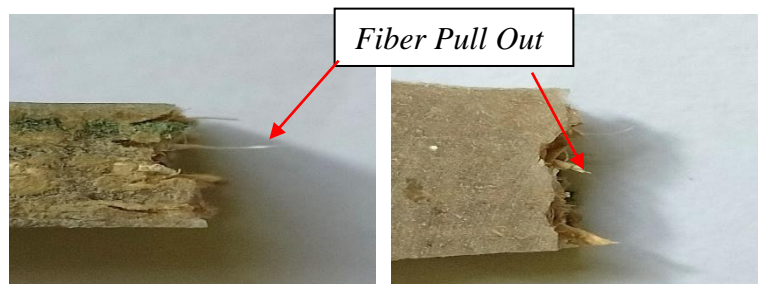
a. Side View      b . Top view

Figure 7. Fracture Section Tensile Test 30 Degrees



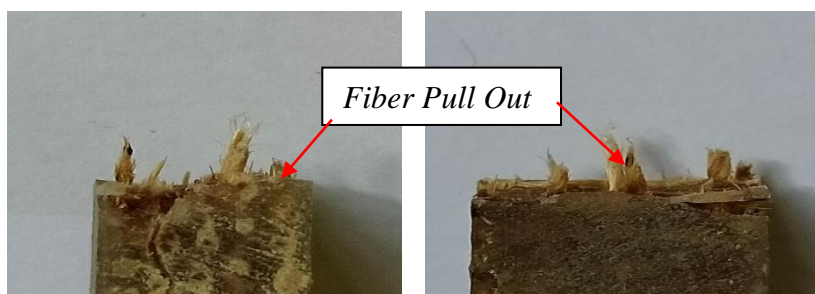
a. Side View      b . Top view

Figure 8. Fracture Section Tensile Test 45 Degrees



a. Side View      b. Top View

Figure 9. Fracture Section Tensile Test 60 Degrees



a. Side View      b. Top View

Figure 10. Fracture Section Tensile Test 90 Degrees

## DISCUSSION

The results showed that the highest maximum strength in the laminated composite with fiber orientation of the burlap sack composite was  $0^\circ/+90^\circ/0^\circ/+90^\circ/0^\circ$  and increased by 5.12% from composite bumper car. Highest impact strength in jute sack fiber composite with orientation fiber  $0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ/0^\circ$ , experiencing drop as big as 178.95% against the impact strength of the bumper car. Strength impact and tensile strength influenced by the matrix material as reinforcement.

In general, materials that commonly used for car bumpers such as: polypropylene, polyvinyl chloride (PVC), polystyrene (PS), thermoplastic polyurethane (TPU), polycarbonate, polybutylene rephthalare (PBT), and polyxymethylene. Material the belongs to the thermoplastic polymer which has the characteristics of being hard, clayey and tends to ductile. Thermoplastic is a material formed from polymers that have properties that are not resistant to heat. This material when heated will become soft and when cooled will harden. This process can occur repeatedly so that it can be reshaped with various shapes through different molds to get a new product.

The material used as the matrix in this study is an epoxy-resin. This material is also included in the thermoset polymer group which has characteristics hard brittle and tend brittle. Therefore, to increase the bending strength, it is strengthened with fiber. The combination of fiber as a reinforcement with a matrix produces the following properties: different mechanical properties with the basic properties of each matrix as well as amplifier due to the interface between the two components. interface between matrix and reinforcement in the manufacture of composites very affect final properties of the composite formed, both physical and mechanical properties. Bond interface (Interfacial bonding) is the interface between the matrix and reinforcement in composite which give contribution to strength, toughness, stiffness, endurance stretch.

Interfaces can be simple atomic bonds, reactions between matrices, or strengthening between layer. In general, interface is attempted without thickness or volume, Thing this conducted for reduce voltage between your. Interface is the phase contained in the composite which serves to transfer the load of the matrix - reinforcement - matrix, if the matrix is weaker in comparison with the voltage between face and strength of reinforcing particles, then crack will creeping on the matrix just.

Mechanism locking (interlocking) occur Among two surface, so that level rudeness take effect on nature mechanical composite. The increase in surface roughness can be done by alkalization on reinforcement. Rough surfaces can cause interlocking to increase and mechanical bonding becomes effective and bonding becomes effective if burden which given parallel to interfaces. A number of Thing which affect the strength of the composite regarding the interface, namely; matrix and fiber behaves as an elastic material, very very thin interface, final bond Among matrix and fiber perfect which imply that no there is strain discontinuities across the interface, the material being close to fiber have properties which same as ingredient in form bulk, and fiber the set in array normal or repeated.



Picture 11. Debonding

Appearance debonding on composite lamina bag jute. Debonding occurs because existence damage on composite which caused non-adherence of fibers with binders or resins. Debonding is type of composite failure that occurs due to weak adhesion between the matrix and the fiber. Weakness style interface Among matrix and fiber which cause peeling off of the matrix on the

fiber. The existence of debonding has an impact on reducing to the bending strength of the composite and the lack of fiber function as a material amplifier on ingredient fastener.

## CONCLUSION

Some conclusions obtained from research on the effect of orientation direction fiber waste bag jute to strength Pull and impact as material alternative bumper car is:

1. Tensile strength of laminated composite with fiber orientation of jute sack composite  $0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}/+90^{\circ}/0^{\circ}$  of 21.08 MPa experienced enhancement as big as 5.12 % from composite bumper car of 20.00 MPa .
2. Jute sack fiber composite impact strength with orientation fiber  $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$  is 0.013 J/mm<sup>2</sup> experience drop as big as 178.95% from bumper impact strength car of 0.053 J/mm<sup>2</sup>.

Recommendations that can be given from the results of research on influence orientation direction fiber waste bag jute to tensile and impact strength as material alternative bumper car is:

1. Further research using metric materials the same one special bumper car.
2. Treat alkali on fiber bag jute need conducted study advanced to improve bonding between matrix surface and fiber for increase your strength and toughness.
3. Strengthening the manufacturing process by reducing curing composite with give pressure compaction.

## BIBLIOGRAPHY

1. Regulation President (Perpres) No. 97 year 2017 about *Policy and National Strategy for Processing Household Waste and Similar Waste House Trash Ladder*.



2. Unnes Rector Regulation No. 27 of 2012 concerning *Campus Governance Based on Conservation*.
3. Jones, PM, 1975. "*Mechanics of Composite Meterials*". Institute of technology, Southem Methodist university, Mc. Graw Hill. Dallas.
4. K. He, *et al.* 2000. The study of tapered laminated composite structures: a reviews. *Composites Science and Technology* 60 (2000) 2643±2657.
5. Mustafa Akbulut And Fazil O. Sonmez. 2011. Design optimization of laminated composites using a new variant of simulated annealing. *Computers and Structures* 89 (2011) 1712–1724.
6. Basuki Widodo. 2008. Analysis Nature mechanic Composite Epoxy With amplifier Fiber Palm Tree (Ijuk) Lamina Model Angle Oriented Random (Random). *Journal of Technoscintia Technology*. ISSN: 1979-8415 Vol. 1 No. 1 August 2008.

#### **Lampiran 6. Dokumentasi**



Pembuatan Spesimen



Pengujian Tarik



Pengujian Impak



**SURAT PERJANJIAN**  
**PELAKSANAAN PENELITIAN DASAR (UNIVERSITAS)**  
**DANA DIPA UNNES TAHUN 2022**  
**Nomor: 46.8.4/UN37/PPK.3.1/2022**

Pada hari ini Jumat tanggal delapan bulan April tahun 2022, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. **Prof. Dr. Sucihatiningsih DWP, M. Si** : **Pejabat Pembuat Komitmen** Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang yang berkedudukan di Semarang, berdasarkan Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor : B/307/UN37/HK/2022 tanggal 25 Maret 2022, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama KPA Universitas Negeri Semarang, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
2. **Dr Heri Yudiono S. Pd., M. T** : Dosen pada FT Universitas Negeri Semarang, dalam hal ini bertindak sebagai Pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Dasar (Universitas) Tahun Anggaran 2022 untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**;

**PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dasar (Universitas) dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut.

**PASAL 1**  
**DASAR HUKUM**

Perjanjian penugasan ini berdasarkan kepada:

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Indonesia;
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Semarang.
4. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 60/PMK.02/2021 tentang Standar Biaya Masukan Tahun Anggaran 2022;
5. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 112/PMK.02/2020 tentang Standar Biaya Keluaran Tahun Anggaran 2021;
6. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 203/PMK.05/2020 tentang Tata Cara Pembayaran dan Pertanggungjawaban Anggaran Penelitian atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara;
7. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor B/303/UN37/HK/2022 tanggal 24 Maret 2022, tentang Pengangkatan Ketua dan Sekretaris Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang;

8. Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor B/307/UN37/HK/2022 tanggal 25 Maret 2022, tentang Pengangkatan Pejabat Perbendaharaan/Pengelola Keuangan Tahun Anggaran 2022 Universitas Negeri Semarang;
9. Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor B/347/UN37/HK/2022 tanggal 8 April 2022 tentang Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Batch II Universitas Negeri Semarang Tahun 2022;
10. Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang (UNNES) Nomor DIPA : DIPA-023.17.2.677507/2022, tanggal 17 November 2021.

## **PASAL 2 RUANG LINGKUP**

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan Penelitian Dasar (Universitas) tahun 2022 dengan judul "KETANGGUHAN DAN KEKUATAN KOMPOSIT LAMINA LIMBAH KARUNG GONI SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF BUMPER MOBIL";
- (2) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi dan keuangan atas pekerjaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan berkewajiban menyerahkan semua bukti-bukti pengeluaran serta dokumen pelaksanaan lainnya dalam hal diperlukan oleh **PIHAK PERTAMA**.

## **PASAL 3 DANA PENELITIAN**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 2 adalah sebesar Rp. 30.000.000,00 ( tiga puluh juta Rupiah) sudah termasuk pajak;
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran UNNES Nomor DIPA-023.17.2.677507/2022, tanggal 17 November 2021.

## **PASAL 4 TATA CARA PEMBAYARAN**

- (1) **PIHAK PERTAMA** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu  $70\% \times \text{Rp. } 30.000.000,00 = \text{Rp. } 21.000.000,00$  ( dua puluh satu juta Rupiah), yang akan dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah mengunggah hasil revisi proposal yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang dan RAB penelitian ke SIPP;
  - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu  $30\% \times \text{Rp. } 30.000.000,00 = \text{Rp. } 9.000.000,00$  ( sembilan juta Rupiah), dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** setelah mengunggah Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang pada SIPP **paling lambat tanggal 08 Nopember 2022**;
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening BTN atas nama HERI YUDIONO dengan nomor rekening 108901500021591;

**Pasal 5**  
**JANGKA WAKTU**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 sampai selesai 100%, adalah terhitung sejak **Tanggal 08 April 2022** dan berakhir pada **Tanggal 08 Nopember 2022**;

**Pasal 6**  
**TARGET LUARAN**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib seperti tersebut di bawah:  
**Luaran Wajib :**
  - a. Jurnal Internasional/Jurnal Internasional Bereputasi/Jurnal Nasional Terakreditasi S1/S2 (Draft)
  - b. Monograf/ Book Chapter Internasional/ Book Chapter Nasional (Belum ber-ISBN)
- (2) **Semua anggota peneliti** harus dimasukkan ke luaran wajib penelitian dan pada artikel **disebutkan nomor kontrak pada bagian "ucapan terimakasih"**;
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**.

**Pasal 7**  
**HAK DAN KEWAJIBAN**

- (1) **PIHAK PERTAMA** mempunyai kewajiban:
  - a. memberikan dana penelitian kepada **PIHAK KEDUA**
  - b. melakukan pemantauan dan evaluasi
  - c. melakukan penilaian luaran penelitian
- (2) **PIHAK KEDUA** mempunyai kewajiban:
  - a. Mengunggah dan mengisi dokumen sebagai berikut:
    1. Revisi proposal yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang;
    2. RAB penelitian;
    3. Instrumen penelitian;
    4. Laporan Kemajuan;
    5. Laporan Akhir;
    6. Catatan harian berikut bukti-bukti kegiatan atau pengeluaran dana;
    7. Laporan penggunaan anggaran (70 % dan 100%);
    8. Artikel Ilmiah dan;
    9. Profil penelitian;
  - b. Menyerahkan hasil penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** melalui Berita Acara Serah Terima (BAST);
  - c. Pengunggahan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a, dilaksanakan paling lambat tanggal **08 Nopember 2022**;
  - d. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan *hardcopy* dokumen sebagaimana pada ayat (2) huruf a, masing-masing 1 (satu) eksemplar paling lambat tanggal **31 Desember 2022**;
  - e. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** luaran wajib sebagaimana pada pasal 6;
  - f. **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah bukti luaran wajib sebagaimana pada Pasal 6 paling lambat pada Tanggal **31 Agustus Tahun 2023** dengan status **PUBLISHED**.
- (3) **PIHAK PERTAMA** berhak menerima dokumen hasil unggahan di laman SIPP dan dokumen *hardcopy* sebagai berikut:
  1. Revisi proposal yang sudah disahkan oleh Pejabat yang berwenang;
  2. RAB penelitian;
  3. Instrumen penelitian;
  4. Laporan Kemajuan;

5. Laporan Akhir;
  6. Catatan harian berikut bukti-bukti kegiatan atau pengeluaran dana;
  7. Laporan penggunaan anggaran (70 % dan 100%);
  8. Artikel Ilmiah dan;
  9. Profil penelitian;
- (4) **PIHAK PERTAMA** berhak untuk mendapatkan dari **PIHAK KEDUA** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6;
- (5) **PIHAK KEDUA** berhak mendapatkan dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 8** **MONITORING DAN EVALUASI**

- (1) **PIHAK PERTAMA** dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2022;
- (2) **PIHAK KEDUA** selaku Ketua Pelaksana **wajib hadir** dalam kegiatan Monitoring dan Evaluasi internal, jika berhalangan wajib memberikan kuasa kepada anggota tim peneliti dalam judul yang sama.

#### **Pasal 9** **PENILAIAN LUARAN**

Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

#### **Pasal 10** **PENGGANTIAN KETUA PELAKSANA**

- (1) Apabila **PIHAK KEDUA** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **PIHAK PERTAMA**;
- (2) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari **PIHAK PERTAMA**;
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke **Kas BLU UNNES**;
- (4) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

#### **Pasal 11** **SANKSI**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Kontrak Penelitian telah berakhir, **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya dan atau **terlambat** mengirim dan mengunggah laporan Kemajuan, catatan harian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) dan Laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan **sanksi denda sebesar 1‰ (satu permil)** untuk setiap hari keterlambatan sampai dengan **setinggi-tingginya 5% (lima persen)** dihitung dari tanggal jatuh tempo (**08 Nopember 2022 s.d. 31 Desember 2022**);

- (2) Apabila sampai dengan batas waktu tanggal **31 Desember 2022**, **PIHAK KEDUA** tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7, maka **PIHAK KEDUA** dikenai sanksi denda berupa mengembalikan dana 30% dari dana penelitiannya ke Kas BLU UNNES dan sanksi administratif tidak dapat mengajukan proposal penelitian untuk sumber dana DIPA PNPB UNNES (LPPM) dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut;
- (3) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat memenuhi luaran yang telah dijanjikan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (1) sampai dengan tanggal **31 Agustus 2023** maka:
  - a. **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi denda berupa mengembalikan dana biaya publikasi sebesar 5% dari total dana penelitian ke Kas BLU UNNES;
  - b. **PIHAK KEDUA** tidak dapat mengajukan proposal penelitian untuk sumber dana DIPA PNPB UNNES (LPPM) UNNES dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut baik sebagai Ketua maupun Anggota.

## **Pasal 12** **PEMBATALAN PERJANJIAN**

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **PIHAK KEDUA**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima dari **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya akan disetor ke **Kas BLU UNNES**;
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **PIHAK PERTAMA**.

## **Pasal 13** **PAJAK**

- (1) Ketentuan pengenaan pajak pertambahan nilai dan/atau pajak penghasilan dalam rangka pelaksanaan kegiatan penelitian ini wajib dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA** sesuai dengan peraturan perundang-undangan di bidang perpajakan;
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyerahkan bukti pembayaran pajak kepada **PIHAK PERTAMA**.

## **Pasal 14** **PERALATAN DAN/ALAT HASIL PENELITIAN**

- (1) Hak kekayaan intelektual yang dihasilkan dari Pelaksana Penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan;
- (2) Setiap publikasi, makalah dan/atau ekspos dalam bentuk apa pun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini wajib mencantumkan **PIHAK PERTAMA** sebagai pemberi dana;
- (3) Pencantuman nama **PIHAK PERTAMA** sebagaimana dimaksud pada ayat (2), paling sedikit mencantumkan nama Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNNES;
- (4) Hasil penelitian berupa peralatan dan/atau peralatan yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik negara, dan dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga melalui Berita Acara Serah Terima (BAST).

**Pasal 15**  
**INTEGRITAS AKADEMIK**

- (1) Pelaksana penelitian wajib menjunjung tinggi integritas akademik yaitu komitmen dalam bentuk perbuatan yang berdasarkan pada nilai kejujuran, kredibilitas, kewajaran, kehormatan, dan tanggung jawab dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan;
- (2) Penelitian dilakukan sesuai dengan kerangka etika, hukum dan profesionalitas, serta kewajiban sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- (3) Penelitian dilakukan dengan menjunjung tinggi standar ketelitian dan integritas tertinggi dalam semua aspek penelitian.

**Pasal 16**  
**KEADAAN MEMAKSA (*FORCE MAJEURE*)**

- (1) **PARA PIHAK** dibebaskan dari tanggung jawab atas keterlambatan atau kegagalan dalam memenuhi kewajiban yang dimaksud dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian disebabkan atau diakibatkan oleh kejadian di luar kekuasaan **PARA PIHAK** yang dapat digolongkan sebagai keadaan memaksa (*force majeure*);
- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (*force majeure*) dalam Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blokade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian;
- (3) Apabila terjadi keadaan memaksa (*force majeure*) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan keadaaan memaksa (*force majeure*), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak berwajib dan **PARA PIHAK** dengan etiket baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

**Pasal 17**  
**PENYELESAIAN SENGKETA**

Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Tinggi Semarang.

**Pasal 18**  
**LAIN-LAIN**

- (1) **PIHAK KEDUA** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri;
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **PARA PIHAK**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.



**Pasal 19**  
**PENUTUP**

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **PARA PIHAK** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 4 (empat) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

**PIHAK PERTAMA**



**Prof. Dr. Sucihatiningsih DWP, M. Si**  
NIP. 196812091997022001

**PIHAK KEDUA**



**Dr Heri Yudiono S. Pd., M. T**  
NIP. 196707261993031003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Gedung Prof. Dr. Retno Sriningsih Satmoko, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Telp/Fax (024) 8508087, (024) 8508089

Laman: <http://lppm.unnes.ac.id> Email: [lppm@mail.unnes.ac.id](mailto:lppm@mail.unnes.ac.id)

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr Heri Yudiono S. Pd., M. T  
NIP : 196707261993031003  
Unit Kerja : FT  
Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa Penelitian saya berjudul:

“KETANGGUHAN DAN KEKUATAN KOMPOSIT LAMINA LIMBAH KARUNG GONI SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF BUMPER MOBIL ”

yang dibiayai oleh DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) Universitas Negeri Semarang Nomor: DIPA-023.17.2.677507/2022, tanggal 17 November 2021, dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Dana DIPA UNNES Tahun 2022 Nomor 46.8.4/UN37/PPK.3.1/2022, tanggal 08 April 2022, adalah bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke **Kas BLU UNNES**.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Semarang, 08 April 2022

Mengetahui,  
Ketua LPPM UNNES

Yang menyatakan,  
Ketua Pelaksana



**Prof. Dr. R BENNY RIYANTO M.Hum.**  
NIP. 196204101987031003



**Dr Heri Yudiono S. Pd., M. T**  
NIP. 196707261993031003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Gedung Prof. Dr. Retno Sriningsih Satmoko, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Telp/Fax (024) 8508087, (024) 8508089

Laman: <http://lppm.unnes.ac.id> Email: [lppm@mail.unnes.ac.id](mailto:lppm@mail.unnes.ac.id)

**PERNYATAAN KESANGGUPAN PELAKSANAAN PENELITIAN**

NOMOR: B/2400/UN37.3.1/PG/2022

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr Heri Yudiono S. Pd., M. T

Alamat : Jl. Cimandiri II/9 Semarang

Sehubungan dengan pembayaran uang yang diterima dari Kuasa Pengguna Anggaran Universitas Negeri Semarang (UNNES) Kode Satker (677507) sebesar Rp. 30.000.000,00 ( tiga puluh juta Rupiah), berdasarkan Kontrak Penelitian:

Tanggal : 08 April 2022

Nomor : 46.8.4/UN37/PPK.3.1/2022

Pekerjaan : Penelitian Penelitian Dasar (Universitas) Dana DIPA UNNES Tahun 2022  
KETANGGUHAN DAN KEKUATAN KOMPOSIT LAMINA LIMBAH KARUNG GONI  
SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF BUMPER MOBIL

Nilai Kontrak : Rp. 30.000.000,00

Dengan ini menyatakan bahwa Saya bertanggungjawab penuh untuk menyelesaikan prestasi pekerjaan sebagaimana diatur dalam Kontrak Penelitian tersebut di atas.

Apabila sampai dengan masa penyelesaian pekerjaan sebagaimana diatur dalam Kontrak Penelitian tersebut di atas saya lalai / cidera janji / wanprestasi dan / atau terjadi pemutusan Kontrak Penelitian, saya bersedia untuk mengembalikan / menyetorkan Kembali uang ke **Kas BLU UNNES** sebesar nilai sisa pekerjaan yang belum ada prestasinya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Semarang, 20 April 2022

Mengetahui,  
Ketua LPPM UNNES

Yang menyatakan  
Ketua Pelaksana,



Prof. Dr. R BENNY RIYANTO M.Hum.  
NIP. 196204101987031003



Dr Heri Yudiono S. Pd., M. T  
NIP : 196707261993031003