

PEMANFAATAN *WEB* TARANTULA SEBAGAI *FILLER* BIOKOMPOSIT

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh
Imam Subarkah / 1042042

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
2023/2024**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN *WEB* TARANTULA SEBAGAI *FILLER*
BIOKOMPOSIT

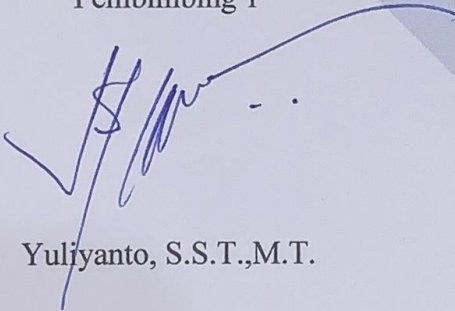
Oleh:

Imam Subarkah / 1042042

Laporan proyek akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

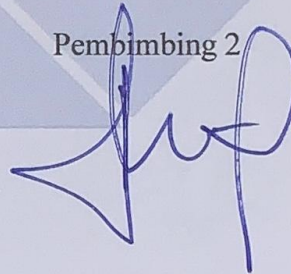
Menyetujui,

Pembimbing 1



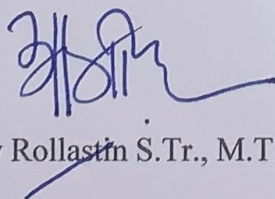
Yuliyanto, S.S.T.,M.T.

Pembimbing 2



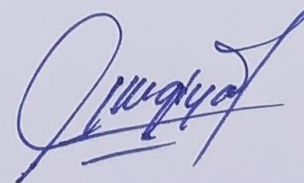
Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng.

Penguji 1



Boy Rollastin S.Tr., M.T.

Penguji 2



Sugiarto, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertandatangan di bawah ini,

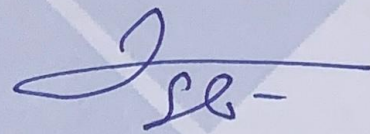
Nama : Imam Subarkah

NPM : 1042042

Dengan Judul : **Pemanfaatan *Web* Tarantula Sebagai *Filler*
Biokomposit**

Menyatakan bahwa laporan proyek akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila ternyata dikemudian hari melanggar pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 4 Desember 2023



Imam Subarkah

ABSTRAK

Eksperimen yang dilakukan sejumlah ilmuwan menyemprot Laba-laba jenis *Pholcidae* dengan campuran air dan jenis karbon *nanotube*, juga lempeng *graphene*. Karbon *nanotube* dan lempeng *graphene* ternyata mampu membuat serat benang sutra yang dihasilkan Laba-laba *Pholcidae* sekuat benang Kevlar. Untuk meningkatkan *value* serat hewani yang selaras dengan salah satu prinsip manufaktur, dan dari sifat mekanik *Web* Tarantula yang sudah diketahui, maka dari itu penelitian ini memanfaatkan *Web* Tarantula sebagai *reinforcement* material komposit. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi volume HGM-Epoxy dan serat Tarantula terhadap kekuatan bending dengan standar ASTM D 790 dan kekuatan impact dengan standar ISO 179 dengan variasi fraksi volume *web* 10%, 20%, 30% dan fraksi volume matriks homogen 20% HGM, 80% Epoxy dan 30% HGM, 70% Epoxy, yang diolah menggunakan metode penelitian eksperimental.

Hasil penelitian ini menunjukkan hasil pengujian bending didapat nilai terkecil 22,3 MPa dari fraksi volume 10% *Web* Tarantula dan 90% Matriks dan nilai terbesar 30,6 MPa dari fraksi volume 20% *Web* Tarantula dan 80% matriks. Hasil pengujian bending didapat nilai terkecil 16,3 MPa dari fraksi volume 30% *Web* Tarantula dan 70% Matriks dan nilai terbesar 32,7 MPa dari fraksi volume 10% *Web* Tarantula dan 90% Matriks. Dari hasil pengujian impact didapat nilai harga impact didapat nilai harga impact spesimen *Web* Tarantula 10% dan 20% sama yakni 14,648 kJ/m², sedangkan spesimen *Web* Tarantula 30% memiliki harga impact yang lebih tinggi yakni 17,815 kJ/m². Dari hasil spesimen yang telah diuji menunjukkan ketiga spesimen tersebut memiliki sifat elastis yang baik. Hasil pengujian impact menunjukkan selisih nilai impact spesimen dengan *web* 30%, HGM 30%, Epoxy 70% fraksi volume spesimen yang lain sebesar 3,167 kJ/m².

Kata kunci: Komposit, *Web* Tarantula, HGM-Epoxy, Bending, Impact

ABSTRACT

Experiments carried out by a number of scientists sprayed Pholcidae spiders with a mixture of water and carbon nanotubes, as well as graphene plates. Carbon nanotubes and graphene plates are apparently capable of making the silk fibers produced by Pholcidae spiders as strong as Kevlar threads. To increase the value of animal fiber in line with one of the manufacturing principles, and based on the known mechanical properties of Tarantula Web, this research uses Tarantula Web as a composite material reinforcement. The aim of this research was to determine the effect of variations in volume fraction of HGM-Epoxy and tarantula fiber on bending strength with ASTM D 790 standards and impact strength with ISO 179 standards with variations in web volume fractions of 10%, 20%, 30% and matrix volume fraction of 20% HGM, 80% Epoxy and 30% HGM, 70% Epoxy, which are processed using experimental research methods.

The results of this research show that the bending test results obtained the smallest value of 22.3 MPa from a volume fraction of 10% Tarantula web and 90% Matrix and the largest value of 30.6 MPa from a volume fraction of 20% Tarantula web and 80% matrix. The bending test results obtained the smallest value of 16.3 MPa from a volume fraction of 30% Tarantula web and 70% Matrix and the largest value of 32.7 MPa from a volume fraction of 10% Tarantula web and 90% matrix. From the impact testing results, it was found that the impact price of the 10% and 20% tarantula web specimens was the same, namely 14,648 kJ/m², while the 30% tarantula web specimen had a higher impact price, namely 17,815 kJ/m². The results of the specimens that have been tested show that the three specimens have good elastic properties. The impact test results show that the difference in the impact value of the specimen with web 30%, HGM 30%, Epoxy 70% volume fraction of other specimens is 3.167 kJ/m².

Key words: Composite, Tarantula Web, HGM-Epoxy, Bending, Impact

KATA PENGANTAR

Bissmillahirahmanirahim,

Assalamu 'allaikum Warohmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya penelitian yang berjudul **“Pemanfaatan Web Tarantula Sebagai Filler BioKomposit”** dapat penulis selesaikan dengan baik. Shalawat serta salam juga tidak lupa penulis haturkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW.

Tujuan penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai syarat untuk menyelesaikan Studi Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (POLMAN BABEL).

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu mendukung serta mendoakan penulis sepanjang waktu, juga sudah menjadi donatur tetap dalam penelitian ini. Ayah, Sukardi yang selalu mampu menjadi tempat bertukar pikiran, *role model* pemimpin dan pejuang bak Serigala Alpha yang dingin namun tak akan tinggal diam saat keluarganya diusik. Ibu, Novi Kusumawati yang tiada henti membujuk Tuhannya agar selalu melindungi dan memberi kekuatan pada putra sulungnya ini agar mampu *survive* atas tugas, cobaan, dan rintangan yang dihadapi.
2. Seluruh anggota keluarga besar dan para sahabat yang turut memberi dukungan kepada penulis sedari keberangkatan pertama kali ke Pulau Bangka hingga pada selesainya segala rangkaian pembelajaran, penelitian, hingga pengabdian, serta mendoakan keselamatan penulis dari mafia tambang dan para kaki tangannya yang bukan sekali mengancam keselamatan raga dan sukma penulis dalam melakukan pengabdian sosial membela masyarakat nelayan dan turut memperjuangkan Teluk Kelabat Dalam agar tetap menjadi Zona Zero Tambang sesuai dengan Perda No. 3 Tahun 2020 Tentang Rencana Zonasi Wilayah

Pesisir dan Pulau-pulau Kecil (RZWP3K) Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Wilayah Teluk Kelabat Dalam merupakan kawasan zero tambang sebagaimana yang tercantum pada pasal 26b yang mengatur Zona Perikanan Budi Daya dan pasal 29a yang mengatur Zona Perikanan Tangkap. Yang perda tersebut juga merupakan turunan dari Pasal 25b UU Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Nelayan, Pembudidaya Ikan, Rumput Laut, Udang Tambak Laut, dan Penambak Garam mengenai Jaminan Kepastian Usaha.

3. Organisasi Pelajar Islam Indonesia (PII) yang menjadi wadah pertama penulis bertumbuh dan mengembangkan potensi diri yang penulis miliki.
4. Organisasi Himpunan Mahasiswa Islam (HMI MPO) yang memupuk kepekaan juga membuka mata dan telinga penulis terhadap isu dan ketimpangan sosial yang terjadi di sekitar penulis.
5. Seluruh entitas asing yang kemudian bertemu, kenal hingga menjadi keluarga baru penulis dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Politeknik Manufaktur Bangka Belitung periode 2021/2022 Kabinet Nyala Reformasi yang telah berjuang menerjang segala halang, menangis dan tertawa di dalam kebersamaan hingga akhir (demisioner).
6. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama pada penelitian ini yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis dalam melaksanakan rangkaian penelitian ini hingga selesai.
9. Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah rela meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis hingga selesainya rangkaian penelitian ini.
10. Bapak Zaldy Kurniawa, S.S.T., M.T. selaku dosen wali yang telah banyak membimbing serta memberi arahan baik kepada penulis selama mengenyam pendidikan tinggi di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

11. Para dosen dan pegawai Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah mentransfer segala keilmuan di bidangnya maupun pengalaman pribadi yang dapat menjadi salah satu media pembelajaran, juga yang telah melakukan pelayanan akademik maupun non akademik selama penulis menunaikan ibadah belajar di Bangka Belitung selama empat tahun ini.
12. Sanak, sedulur, seperadik kelas TMM B angkatan 2020 yang selalu saling support dalam menjalani kehidupan perkuliahan selama empat tahun di Kota Sungailiat yang menyenangkan ini.
13. Pada para Tarantula sebagai makhluk *Arthropoda* (hewan dengan tubuh berbuku-buku) yang penulis pelihara baik yang telah gugur diserang koloni semut merah dalam perjuangan memproduksi *web* maupun yang masih hidup hingga kini, yang telah bekerjasama memproduksi jaring/web dengan optimal sehingga penulis dapat memanen *web* tersebut dan dapat melanjutkan penelitian ini.
14. Juga pada nona sebagai fase muqoddimah sebelum penulis menuju konklusi, juga sebagai punggung bukit sebelum pendaki menapaki puncak sejati, yang semoga kelak menjadi plot utama dari histori hidup penulis.

Dengan segala upaya yang mampu dilakukan, penulis berusaha menyelesaikan Penelitian dan penulisan Laporan Tugas Akhir ini semaksimal mungkin. Namun sebagai seorang manusia, penulis juga menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan baik pada Penelitian juga pada penulisan Laporan Tugas Akhir ini.

Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan masukan dan saran yang dapat membawa penulis pada versi diri yang lebih pada masa yang akan datang.

Demikianlah yang dapat penulis sampaikan, Akhir kata penulis ucapkan Yakin Usaha Sampai,

“Wassalamu ’allaikum Warohmatullahi Wabarakatuh”

Sungailiat, 4 Desember 2023

DAFTAR ISI

Halaman:

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penelitian.....	4
1.5.1 BAB I PENDAHULUAN	4
1.5.2 BAB II LANDASAN TEORI.....	4
1.5.3 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	4
1.5.4 BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	4
1.5.5 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Komposit.....	5
2.2 <i>Web</i> Tarantula	6
2.3 Matriks	8
A. <i>Hollow Glass Microsphere</i> (HGM)	8
B. Epoxy.....	9
2.4. Pengujian Spesimen.....	10
2.4.1 Pengujian Bending	10
2.4.2 Pengujian Impak	11

2.5 Penelitian Terdahulu.....	13
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Pengumpulan Data.....	16
3.2 Perumusan Masalah dan Tujuan	16
3.3 Rancangan Eksperimen.....	17
3.4 Alat dan Bahan	17
3.4.1 Bahan Penelitian	17
3.4.2 Alat Penelitian.....	20
3.5 Pembuatan Spesimen Uji	23
3.6 Validasi Sampel.....	23
3.7 Pengujian Spesimen.....	24
3.7.1 Pengujian Bending	24
3.7.2 Pengujian Impak	24
3.8 Analisis dan Pengolahan Data Hasil Pengujian	24
3.9 Kesimpulan	24
BAB IV PEMBAHASAN	26
4.1 Pengolahan Spesimen	26
4.1.1 Spesimen Dicetak.....	26
4.1.2 Validasi Spesimen.....	27
4.1.3 Pengujian Spesimen	27
4.2 Pengolahan Data Hasil Uji Spesimen	29
4.2.1 Hasil Pengujian Bending	30
4.2.2 Hasil Pengujian Impak	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46
DAFRAT PUSTAKA	48

DAFTAR TABEL

Halaman:

Tabel 2.1 Spesifikasi HGM Y 12000 (Ashari, 2017).....	9
Tabel 2.2 Perbandingan Epoxy dan Polimer lainnya (Widyanpratama, 2016)	10
Tabel 3.1 Fraksi Volume Web 10%, 20%, 30% HGM 20%, Epoxy 80%.....	17
Tabel 3.2 Fraksi Volume Web 10%, 20%, 30% HGM 30%, Epoxy 70%.....	17
Tabel 4.1 Fraksi Massa Web, HGM, Epoxy Pengujian Bending.....	31
Tabel 4.2 Hasil Uji Bending dengan HGM 20%, Epoxy 80%	31
Tabel 4.3 Hasil Uji Bending dengan HGM 30%, Epoxy 70%	32
Tabel 4.4 Modulus Elastisitas Spesimen Uji Bending dengan 20% HGM, 80% Epoxy	34
Tabel 4.5 Modulus Elastisitas Spesimen Uji Bending dengan 30% HGM, 70% Epoxy	35
Tabel 4.6 Hasil Regangan Spesimen Uji Bending dengan 20% HGM, 80% Epoxy	36
Tabel 4.7 Hasil Regangan Spesimen Uji Bending dengan 30% HGM, 70% Epoxy	37
Tabel 4.8 Fraksi Massa Web, HGM, Epoxy Pengujian Impak.....	41
Tabel 4.9 Hasil Uji Impak dengan HGM 20% Epoxy 80%	41
Tabel 4.10 Hasil Uji Impak dengan HGM 30% Epoxy 70%	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman:
Gambar 2.1 (A) Arboreal, (B) Terrestrial, (C) Burrower	7
Gambar 2.2 Scane Fiksi Ilmiah Kekuatan <i>Web</i> Pada Film <i>Spiderman-2</i>	8
Gambar 2.3 <i>Web</i> Tarantula	8
Gambar 2.4 Spesimen Uji Bending sebelum diberi beban (Habibi, 2017).....	11
Gambar 2.5 Spesimen Uji Bending setelah diberi beban (Habibi, 2017).....	11
Gambar 2.6 Ilustrasi Uji Impak	12
Gambar 3.1 Diagram Alir	15
Gambar 3.2 (A) Lapak Kaki 8, Bandar Lampung, Lampung, (B) Bukit Maras, Desa Berbura. Prov. Kep. Bangka Belitung, (C) BintangExo Animal, Palembang, Sumatera Selatan	16
Gambar 3.3 Web Tarantula	18
Gambar 3.4 Hollow Glass Microsphere.....	18
Gambar 3.5 Epoxy	19
Gambar 3.6 Larutan Homogen HGM-Epoxy.....	19
Gambar 3.7 Wax	20
Gambar 3.8 Mesin Uji Bending.....	20
<i>Gambar 3.9 Timbangan Digital</i>	21
Gambar 3.10 Alat Uji Impak	21
Gambar 3.11 Cetakan Spesimen Uji Bending.....	22
Gambar 3.12 Cetakan Spesimen Uji Impak	22
Gambar 3.13 Gelas Ukur.....	22
Gambar 3.14 Jangka Sorong	23
Gambar 3.15 Desain Ukuran Spesimen	23
Gambar 4.1 Proses Pencetakan Spesimen.....	27
Gambar 4.2 (A) Spesimen Invalid, (B) Spesimen Valid	27
Gambar 4.3 Spesimen Uji Bending Yang Telah Tervalidasi Sebelum Diuji, (A) HGM 20%, Epoxy 80%, (B) HGM 30%, Epoxy 70%	28
Gambar 4.4 Proses Pengujian Bending Dengan Beban 20N	28

Gambar 4.5 Spesimen Uji Bending Setelah Diuji, (A) HGM 20%, Epoxy 80%, (B) HGM 30%, Epoxy 70%	28
Gambar 4.6 Proses Pengujian Impak Charpy	29
Gambar 4.7 (A) Spesimen Uji Impak Sebelum Diuji, (B) Spesimen Uji Impak Setelah Diuji	29
Gambar 4.8 Diagram Hasil Uji Bending dengan HGM 20%, Epoxy 80%.....	32
Gambar 4.9 Diagram Hasil Uji Bending dengan HGM 30%, Epoxy 70%.....	33
Gambar 4.10 Diagram Modulus Elastisitas Spesimen Uji Bending dengan HGM 20%, Epoxy 80%	34
Gambar 4.11 Diagram Modulus Elastisitas Spesimen Uji Bending dengan HGM 30%, Epoxy 70%	36
Gambar 4.12 Diagram Hasil Regangan Spesimen Uji Bending dengan 20% HGM, 80% Epoxy	37
Gambar 4.13 Diagram Hasil Regangan Spesimen Uji Bending dengan 20% HGM, 80% Epoxy	38
Gambar 4.14 Analisis Kurva	38
Gambar 4.15 Analisis Kurva	39
Gambar 4.16 (A) Web10%, HGM30%, Epoxy70%, (B) Web20%, HGM30%, Epoxy70%, (C) Web30%, HGM30%, Epoxy70%	40
Gambar 4.17 (A) Web10%, HGM20%, Epoxy80%, (B) Web20%, HGM20%, Epoxy80%, (C) Web30%, HGM20%, Epoxy80%	40
Gambar 4.18 Diagram Hasil Uji Impak dengan HGM 20%, Epoxy 80%	42
Gambar 4.19 Diagram Hasil Uji Impak dengan HGM 30% Epoxy 70%	43
Gambar 4.20 (A) Web10%, HGM20%, Epoxy80%, (B) Web20%, HGM20%, Epoxy80%, (C) Web30%, HGM20%, Epoxy80%	44
Gambar 4.21 Web10%, HGM30%, Epoxy70%, (B) Web20%, HGM30%, Epoxy70%, (C) Web30%, HGM30%, Epoxy70%	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman:
LAMPIRAN 1. Daftar Riwayat Hidup	52
LAMPIRAN 2. Perhitungan Rasio Komposit	53
LAMPIRAN 3. Perhitungan Fraksi Massa <i>Web</i> , HGM, Epoxy	54
LAMPIRAN 4. Perhitungan Manual Harga Impak	58
LAMPIRAN 5. Hasil Pengujian Bending	60
LAMPIRAN 6. Kurva Total Hasil Pengujian Bending & Impak	64
LAMPIRAN 7. Poster	65
LAMPIRAN 8. Submit Jurnal	66
LAMPIRAN 9. Cek Plagiasi	67
LAMPIRAN 10. Form Bimbingan Proyek Akhir	68
LAMPIRAN 11. Form Monitoring Proyek Akhir	71

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Percobaan yang telah dilakukan Universitas Trento di Italia, beberapa ilmuwan mencoba memberikan campuran air, karbon *nanotube* dan lempeng *graphene* dengan cara di semprotkan pada Laba-laba. Setelah percobaan dilakukan kemudian menunggu Laba-laba mulai mengulurkan *web*-nya, setelah itu dilakukan pengujian kekuatan untuk mengukur kekuatan dari *web* yang di keluarkan. Dari hasil data yang didapatkan serat yang dihasilkan menghasilkan kekuatan sekuat kevlar dengan kekuatan yang dihasilkan 5,4 GPa dan nilai modulus young 47,8 GPa. Dengan hasil lebih tinggi dari benang Kevlar dan menjadi nilai terkuat yang di ukur dari serat *Web* Laba-laba dan Tarantula jenis apapun. (Permana D. E., 2016.)

Beberapa ilmuwan mengemukan bahwa *Web* Tarantula memiliki kekuatan lebih dari baja dan memiliki kekerasan lebih dari kevlar bahkan kekuatan *Web* Tarantula lima kali lebih kuat dari baja dengan volume yang sama. Nilai kekuatan tarik dari baja dan *Web* Tarantula di uji dengan volume yang sama kekuatan baja dapat menahan 0,2 GPa, sedangkan *Web* Tarantula mampu menahan kekuatan tarik hingga 1 Gpa. Ukuran *Web* Tarantula umumnya hanya berdiameter 0,003 mm per helai, yang jika dibandingkan dengan diameter rambut manusia maka akan ditemukan sebuah fakta bahwa sehelai *Web* Tarantula berdiameter 20 kali lebih tipis dari sehelai rambut manusia. Kekuatan absolut *Web* Tarantula adalah material yang mampu untuk menahan kekuatan tarik. Berbeda dari material baja yang terdiri dari susunan material keras, *Web* Tarantula tersusun dari protein. Protein tersebut disebut dengan *spidroin* yang terdiri dari susunan asam amino, alanine, dan glisin. Asam amino di untaikan terus menerus untuk menghasilkan untaian panjang seperti DNA. Begitu pula seperti alanine dan glisin yang tersusun menjadi beta kristal dan amorf. Susunan yang terjadi menjadikan *alanine* memiliki peran yang penting untuk kekuatan serat Tarantula, begitu pula *glisin* memiliki peran yang sama dalam kelenturan serat. (Utami, S.N., 2021)

Bahkan, dari beberapa penelitian dari Universitas Arizona di Amerika Serikat. *Web* Tarantula diproduksi menjadi material rompi anti peluru. *Web* Tarantula mempunyai gabungan nilai sifat mekanis dan elastis yang unik sehingga menjadikannya material terkuat. Kekuatan elastis dan mekanik yang tersusun dalam serat *Web* Tarantula yang didapatkan oleh tim peneliti memberikan kemudahan untuk dapat melihat pemodelan untuk mengetahui interaksi kekuatan mekanis dan susunan molekul serat yang dihasilkan *Web* Tarantula. (Amri Mahmud Al Fathon tnr, 2016)

Selama ini serat hewan sering digunakan hanya untuk produk tekstil, maka dari itu untuk meningkatkan *value* serat hewani yang selaras dengan salah satu prinsip manufaktur, dan dari sifat mekanik yang sudah diketahui *Web* Tarantula dapat dimanfaatkan sebagai *reinforcement* pada unsur penyusun komposit.

Komposit merupakan material yang memiliki sifat baru dari gabungan dua unsur dengan sifat dari masing-masing material berbeda dari satu dengan yang lainnya baik dari unsur kimia maupun fisika dan tetap berdiri sendiri dalam hasil akhir dari material. (Nayiroh, N., 2013)

Namun, sebuah komposit tidak akan berhasil dibentuk jika hanya menggunakan *reinforcement* dari serat *Web* Tarantula saja, perlu adanya campuran matriks agar komposit yang dibuat dapat menyatu dengan sempurna. Pada penelitian ini akan digunakan matriks *Hollow Glass Microspher* (HGM)-Epoxy, HGM dipilih sebab menghasilkan bobot yang lebih ringan, konduktivitas termal rendah, dan memiliki kekuatan tahan terhadap tegangan kompresi yang tinggi. (Ritonga, W., 2014)

Sedangkan Epoxy memiliki kekakuan dan kekuatan yang tinggi, memiliki ketahanan terhadap kelelahan, keretakan dan penyerapan air yang rendah. (Nugraha, I.W.W., dkk, 2021)

HGM dan Epoxy ini sebelumnya pernah diteliti menggunakan penguat serat daun nanas untuk dilakukan uji balistik, namun hasil yang didapat belum cukup baik, berdasarkan standar NIJ0101.06, standar kegagalan dari rompi anti peluru berdasarkan penetrasi tidak di perbolehkan lebih dari ketebalan rompi. (Rahmatullah, G.M., 2021)

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan sebagai awal pengembangan material anti peluru berbasis komposit dengan *filler Web Tarantula* untuk meningkatkan pertahanan militer dan pengembangan teknologi di Indonesia guna menyusul ketertinggalan dari negara lain yang telah lebih dahulu menyadari dan memanfaatkan daya efektivitas material *Web Tarantula* sebagai material bionik yang baik namun tak lupa untuk selalu menjaga kesetimbangan alam, maka dengan ini penulis mengambil judul, “Pemanfaatan *Web Tarantula* Sebagai *Filler Bio Komposit*.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, permasalahan umum yang dikaji adalah sebagai berikut,

- 1 Bagaimana pengaruh *Web Tarantula* pada komposit HGM-Epoxy terhadap kekuatan bending?
- 2 Bagaimana pengaruh *Web Tarantula* pada komposit HGM-Epoxy terhadap kekuatan impak?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut,

- 1 Mengetahui kekuatan bending pada komposit HGM-Epoxy dengan penguat *Web Tarantula*.
- 2 Mengetahui kekuatan impak pada resin HGM-Epoxy dengan penguat *Web Tarantula*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian untuk menghindari proses yang menyimpang dari tujuan yang telah dibuat, maka diperlukan batasan-batasan. Berikut batasan yang diberikan dalam penelitian ini yaitu:

1. Material dasar serat *Web Tarantula* sebagai *reinforcement*, campuran (homogen) *Hollow Glass Microsphere* (HGM) & Epoxy sebagai matriks atau pengikat.

2. Serat *Web* Tarantula yang digunakan sebagai *filler* dibatasi oleh jenis Laba-laba/Tarantula tertentu, yang berkonsentrasi jaring tinggi (*heavy webber*), diantaranya adalah *Pterinochilus murinus*, *Monocentropus balfouri*, *Psalmopoeus pulcher* dan *Selencosmia sumatrana / Selencosmia javanensis*.
3. *Web* Tarantula yang dipakai untuk membentuk komposit, dicampur dan tidak memperhitungkan presentase campuran *web* dari tiap jenis Tarantula.
4. Serat *Web* Tarantula hanya dibersihkan dari kotoran (*cocopead*) secara manual menggunakan tangan kosong, pinset dan kuas.

1.5 Sistematika Penelitian

Adapun rincian sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

1.5.1 BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dari penelitian dan sistematika penulisan.

1.5.2 BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisi referensi untuk mendukung penelitian tentang teori-teori dasar mengenai definisi material komposit, serat *Web* Tarantula, *Hollow Glass Microsphere* (HGM), dan Epoxy.

1.5.3 BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian menjelaskan dan menyajikan tentang data spesimen yang digunakan, metode pengujian yang digunakan, diagram alir, standard pengujian, metode pengumpulan data dan segala bentuk prosedur yang diperlukan untuk penelitian ini.

1.5.4 BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab analisa data dan pembahasan ini menyajikan dan menjelaskan pembahasan dari hasil data yang telah didapatkan saat pengujian eksperimen.

1.5.5 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran berisi hasil asil dari penelitian yang telah dilakukan dan telah dibahas pada bab-bab sebelumnya serta saran terkait hasil dan temuan dari penelitian yang telah dilakukan untuk dikembangkan kembali pada penelitian-penelitian selanjutnya.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Komposit

Komposit diklasifikasikan menjadi dua kategori berdasarkan material penyusunnya, *reinforcement* and *matrix*. Komposit terdiri dari gabungan dua atau lebih material yang berbeda wujud, sifat mekanik, komposisi dan tidak dapat dipecahkan antara satu sama lain. (Maryanti, B., dkk, 2011)

Komposit masih bisa dibedakan dengan makro karena memiliki karakteristik yang beragam. Hal ini terutama berlaku bila digunakan dengan bahan konvensional seperti logam, polimer, atau keramik. Manfaat komposit bila dibedakan dari bahan konvensional (Pulungan, 2017) :

1. Bahan komposit dapat memiliki sifat terintegrasi, seperti kemampuan untuk mengganti beberapa bahan logam.
2. Bahan komposit memiliki rasio kekakuan terhadap kepadatan yang baik, pada seperlima baja dan setengah aluminium.
3. Material komposit memiliki rasio kerapatan yang kuat hingga 3:5 dibandingkan dengan baja, memungkinkan pesawat terbang dan kendaraan bermotor bergerak lebih cepat dan menggunakan lebih banyak bahan bakar secara efisien.
4. Bahan komposit memiliki kekuatan kelelahan yang baik. Batas daya tahan aluminium dan baja adalah 50% dari nilai kekuatan statis untuk paduan, dan komposit serah karbon/epoksi dapat mencapai 90% dari nilai kekuatan statis.

Ada beberapa jenis komposit berdasarkan penguatnya, yaitu (Muhamad, A., 2022):

- Komposit berpenguat partikel adalah bahan komposit dengan tulangan dalam bentuk fase partikel. Beton, yang biasa digunakan selama konstruksi, adalah salah satu aplikasinya.
- Komposit berpenguat serat adalah komposit yang diperkuat benda dalam bentuk serat. Roda mobil dan motor yang menggunakan serat karbon adalah beberapa aplikasinya.

- *Composites in laminar or sandwich form with structural reinforcement* adalah bahan komposit yang diperkuat oleh lapisan, seperti kayu lapis, yang banyak digunakan dalam industri desain, dan lainnya.
- Komposit Hibrid adalah material komposit dengan lebih dari satu tulangan. Tujuan menggabungkan banyak bala bantuan adalah untuk menciptakan material komposit dengan keunggulan yang lebih baik daripada konstituennya.

Beberapa jenis komposit berdasarkan matriksnya meliputi, (Andaru, A.A., 2017) :

- Menggunakan *polymer* sebagai *matrix*, PMC (*Polymer Matrix Composites*) Sebagai contoh, termoplastik dan termoset.
- Gabungan matriks keramik dengan matriks non keramik, contohnya magnesia, alumunium, dan titanium.
- MMC (*Metal Matrix Composites*) yang menggunakan metal sebagai matriksnya. Contohnya alumina, alumunium titanate, dan *silicon carbide*.

2.2 Web Tarantula

Tarantula merupakan salah satu Hewan *Arthropoda* yang memiliki sisi eksotis tersendiri, sedikit berbeda daripada hewan peliharaan lainnya. Terkhusus di Indonesia, masih banyak masyarakat yang belum menyadari betapa eloknya makhluk berkaki delapan, penghasil *web* ini.

Menurut tempat dan sifatnya, Tarantula dibagi menjadi dua kelompok, *Old World* berasal dari Asia, Eropa, Afrika, dan Australia, dan biasanya hanya memiliki taring sebagai pertahanan utama mereka. Mereka lebih kuat dan bergerak lebih cepat daripada Tarantula *New World*. Contoh Tarantula *Old World*: *Lampropelma*, *Cyriopagopus*, *Pterinochilus*, *Lyrognathus*, and *Selenocosmia*.

Tarantula *New World* berasal dari Amerika Utara, Tengah, dan Selatan. Mereka memiliki berbagai jenis pertahanan, salah satunya adalah bulu *urticating hairs* pada perut (*abdomen*) yang akan dilontarkan pada musuh, bulu yang halus ini dapat menyebabkan iritasi dan terkadang membuat kulit terasa panas. Keahlian kedua Tarantula *New World* adalah berlari dengan cepat untuk menghindar dari

musuhnya, dan keahlian ketiganya adalah menggigit menggunakan taring pada bagian *chelicerae*. (Mingcu, 2017)

Setelah membahas perbedaan antara Tarantula *New World* dan *Old World*, Tarantula dapat dibagi menjadi tiga kategori lagi berdasarkan cara mereka hidup. Tarantula *arboreal* hidup di hutan dan di tempat tinggi di atas tanah. Tarantula *terrestrial* hidup di atas tanah dan dapat berada di celah batu atau lubang pada pohon-pohon rendah. Terakhir, tarantula *burrower* hidup dengan berlindung di bawah permukaan tanah. (Dhimas Ginanjar, 2020)



Gambar 2.1 (A) *Arboreal*, (B) *Terrestrial*, (C) *Burrower*

Walaupun semua jenis Tarantula mampu memproduksi *web* dan membuat cangkang telurnya menggunakan *web* yang ia pintal sendiri, namun tidak semua jenis Tarantula menggunakan *web*-nya untuk membuat sangkar, sebagian jenis Tarantula menggunakan *web* untuk berburu, sedangkan sebagian lainnya hanya memproduksi *web* hanya saat hendak bertelur.

Pada film *Spider-Man 2*, Peter Parker membentangkan jaring/*web* dari tangannya untuk mencegah kereta bawah tanah jatuh. Sekelompok mahasiswa fisika di *Leicester Stone University* di Inggris menghitung bahwa gaya sebesar 300.000 newton cukup untuk menghentikan empat gerbong kereta bawah tanah dengan kapasitas 1.000 orang. Angka ini dihitung dengan memperhitungkan momentum kereta dengan kecepatan penuh dan waktu yang dibutuhkan kereta untuk berhenti setelah jaring/*web* dipasang. *Web Spider-Man* memiliki kekuatan hampir 500 megajoule per meter kubik, hampir sama dengan *Web Laba-laba Darwin* (*Caerostris darwini*), dan sepuluh kali lebih kuat daripada bahan sintetis atau kevlar.

Selain itu, mereka menghitung bahwa *web Spider-Man* memiliki tingkat kekakuan jaring sebesar 3,12 GPa, angka ini menjadi masuk akal, dan bahkan kekuatan paling rendah dari *Web Tarantula* sebenarnya berkisar antara 1,5 dan 1,2 GPa. (Yandi M. Rofiyandi TNR, 2020)



Gambar 2.2 *Scene* Fiksi Ilmiah Kekuatan *Web* Pada Film *Spiderman-2*



Gambar 2.3 *Web* Tarantula

2.3 Matriks

Sebuah komposit tidak akan berhasil dibentuk jika hanya menggunakan *reinforcement*, perlu adanya campuran matriks agar komposit yang dibuat dapat menyatu dengan sempurna. Pada penelitian ini akan digunakan matriks homogen *Hollow Glass Microsphere* (HGM)-Epoxy.

A. *Hollow Glass Microsphere* (HGM)

Dengan rata-rata 18 mikron/butir dan densitas sebesar $0,6 \text{ g/cm}^3$, HGM iM30K adalah jenis HGM yang banyak digunakan dalam pekerjaan di dalam laut,

seperti pengeboran minyak. Mampu menahan tekanan hingga 30.000 Psi dan memiliki 28.000 Psi kekuatan isostatik.

Berikut adalah beberapa manfaat HGM (Safa'at, A., 2017):

- Memiliki ketahanan terhadap suhu tinggi.
- Memiliki rasio strength to density yang tinggi.
- Memiliki kestabilan kimia yang baik.
- Memiliki kekuatan tekan yang tinggi.
- Memiliki konduktivitas termal yang rendah.

Tabel 2.1 Spesifikasi HGM Y 12000 (Ashari, 2017).

<i>Property</i>	Y12000
Bentuk	<i>Hollow sphere with thin walls</i>
<i>Material</i>	<i>Soda lime – borosilicate glass</i>
<i>Appearance</i>	<i>White and Good fluidity</i>
<i>Crush</i>	12000 Psi
<i>True density</i>	600 Kg/m ³
<i>Bulk density to true particle density</i>	63%
<i>Oil absorption</i>	33,5

B. Epoxy

Resin epoxy juga dikenal sebagai struktur *oksirene*, atau cairan kental hampir padat yang digunakan untuk bahan pengikat/lem ketika akan mengeras. Ketika bereaksi dengan pengeras, resin epoxy membentuk polimer *crosslink*. Pengeras untuk sistem pengawetan resin epoxy pada suhu kamar biasanya senyawa poliamida yang terdiri dari dua atau lebih bahan amina. Sistem epoxy bergantung pada reaksi hidrogen atom dalam bahan amina. Dalam kondisi basah, epoxy lebih tahan korosi daripada *polyester*, tetapi tidak tahan terhadap asam. Sifat mekanik, listrik, stabilitas dimensi, dan retensi panas epoxy sangat baik. (Pramono, C., 2019).

Tabel 2.2 Perbandingan Epoxy dan Polimer lainnya (Widyanpratama, 2016)

Resin	Kelebihan	Kekurangan
<i>Polyester</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah digunakan • Resin yang paling murah 	<ul style="list-style-type: none"> • Sifat mekanik sedang • Emisi dan <i>styrene</i> tinggi dalam cetakan terbuka • Waktu kerja terbatas
<i>Vinlyester</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ketahanan kimia yang baik • Sifat mekanik yang lebih baik dari <i>polyester</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Membutuhkan post-curing untuk hasil yang lebih baik • Konten <i>styrene</i> tinggi • Lebih mahal dari <i>polyester</i> • Penyusutan tinggi
<i>Epoxy</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tensile strength</i> 85 Mpa • <i>Compressive</i> 106 Mpa • Ketahanan air baik • Waktu kerja cukup lama • Ketahanan temperatur hingga 140°C - 220°C • Penyusutan rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih mahal dari <i>vinylester</i> • Pencampuran yang sulit • Ketahanan korosi kurang

2.4. Pengujian Spesimen

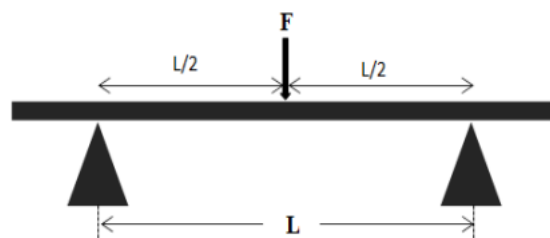
Dalam penelitian ini akan dilakukan dua jenis pengujian yakni bending dan impak.

2.4.1 Pengujian Bending

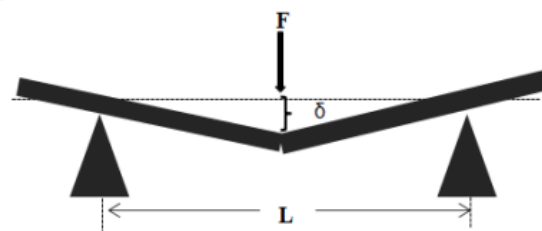
Pengujian bending adalah prosedur yang digunakan secara luas untuk mengevaluasi kekuatan, ketahanan, dan fleksibilitas spesimen komposit saat beban

ditempatkan di area bending *point*/titik bending Metode tiga titik dan empat titik adalah dua metode paling populer untuk melakukan pengujian lentur. Dalam pengujian bending tiga titik, ada tiga titik utama. Dua titik tumpu berada di ujung spesimen dan satu titik pembebanan berada di tengah spesimen datang dari arah atas ke bawah. Pada titik beban, beban maksimum akan diberikan pada material yang sedang diuji, sehingga bagian bawah spesimen terkena tekanan dan mengalami beban bending, sehingga spesimen berubah bentuk dan akhirnya patah. (Ubaidillah, 2019).

Ilustrasi pengujian bending 3 titik dapat dilihat pada Gambar 2.3 dan 2.4 berikut,



Gambar 2.4 Spesimen Uji Bending sebelum diberi beban (Habibi, 2017)



Gambar 2.5 Spesimen Uji Bending setelah diberi beban (Habibi, 2017)

2.4.2 Pengujian Impak

Pengujian impak merupakan pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan nilai ketangguhan komposit. Sifat mekanik komposit yang ingin diperoleh pada uji impak yaitu: tegangan impak. (Herwandi, 2015)

Pengujian benturan menggunakan pemuatan cepat untuk mengukur ketahanan material terhadap beban kejut. Metode pemuatan lambat membedakan pengujian benturan dari pengujian tarik dan kekerasan. Uji benturan juga merupakan upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang sering

ditemui pada alat transportasi atau konstruksi dengan beban yang datang tiba-tiba, tidak selalu lambat. Uji impak dapat menentukan ketangguhan komposit. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui ketangguhan suatu material, atau kemampuannya menyerap energi sebelum pecah (*toughness*). (Zulkifli, Z., dkk, 2020)

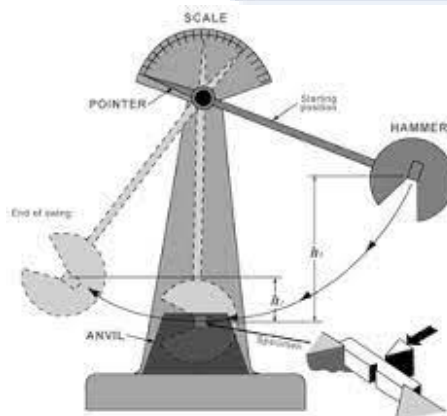
Energi yang diserap oleh material dapat dihitung dengan persamaan energi potensial. (Gunandar, A. W., 2021)

$$E = m.g.(Cos \beta . Cos \alpha) \dots\dots\dots(2.1)$$

Kekuatan impak spesimen uji dapat dihitung dengan persamaan:

$$H1 = \frac{E}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

- Keterangan:
- E : Energi Sebelum Tumbukan (J)
 - H1 : Kekuatan Impak (J/mm²)
 - A : Luas Penampang Spesimen dibawah takikan (mm²)
 - m : Berat Massa Pendulum (m)
 - g : Gaya Gravitasi (m/s²)
 - h1 : Jarak Pendulum Tanpa Benda Uji (o)
 - Cos α : Sudut Pendulum Tanpa Benda Uji (o)
 - Cos β : Sudut Pendulum Pakai Benda Uji (o)
 - l : Panjang Lengan Impak (mm)



Gambar 2.6 Ilustrasi Uji Impak

2.5 Penelitian Terdahulu

Sebagai bahan utama dalam pembuatan helm, komposit HGM 16%, Epoxy 76,5%, dan sisa filter rokok 7,5%. *Charpy impact testing* dilakukan dengan spesimen dengan berbagai ketebalan (3 mm, 4 mm, dan 5 mm). Dalam penelitian ini, spesimen *berthickness* 3 mm menunjukkan tingkat impak *strength* tertinggi secara *average*. Untuk spesimen *berthickness* 4 mm, hasilnya adalah 0.01628 J/mm², dan spesimen *berthickness* 5 mm, hasilnya adalah 0.01025 J/mm². (Mayleni, D., dkk, 2021)

Dalam penelitian ini, komposit yang terbuat dari HGM-Epoxy sebagai matriks dengan penguatan serat rami digunakan. Tujuan penggunaan komposit adalah untuk mencapai sifat mekanik yang unggul jika dibandingkan dengan karakteristik bahan yang membentuknya. Untuk menentukan hubungan antara orientasi serat rami yang dikombinasikan dengan HGM-Epoxy dan kekuatan mekanik, penelitian ini menggunakan uji impak. Orientasi serat acak, dengan nilai 0,0168 J/mm², dan jumlah energi yang diserap sebesar 1,687 Joule, menerima harga impak terendah. (Ari Wista, S. K., 2023)

Ketahanan panas yang unggul dari *hollow glass microsphere* (HGM) dapat meningkatkan kinerja termal komposit. Dengan pembebanan HGM sebesar 20% berat, material komposit yang dibuat menunjukkan konstanta dielektrik yang rendah sebesar 2,59 dan kehilangan dielektrik yang rendah sebesar 0,0145. Pada saat yang sama, kekuatan tarik, kekuatan impak, dan kekuatan lentur masing-masing adalah 42,15 MPa, 24,33 kJ/m² dan 90,82 MPa, yang menunjukkan bahwa material komposit HGM-Epoxy memproses perilaku mekanis yang luar biasa. Hal ini menunjukkan bahwa metode ini merupakan potensi yang menjanjikan untuk membuat material komposit dielektrik rendah. (Zhang, X., dkk, 2022)

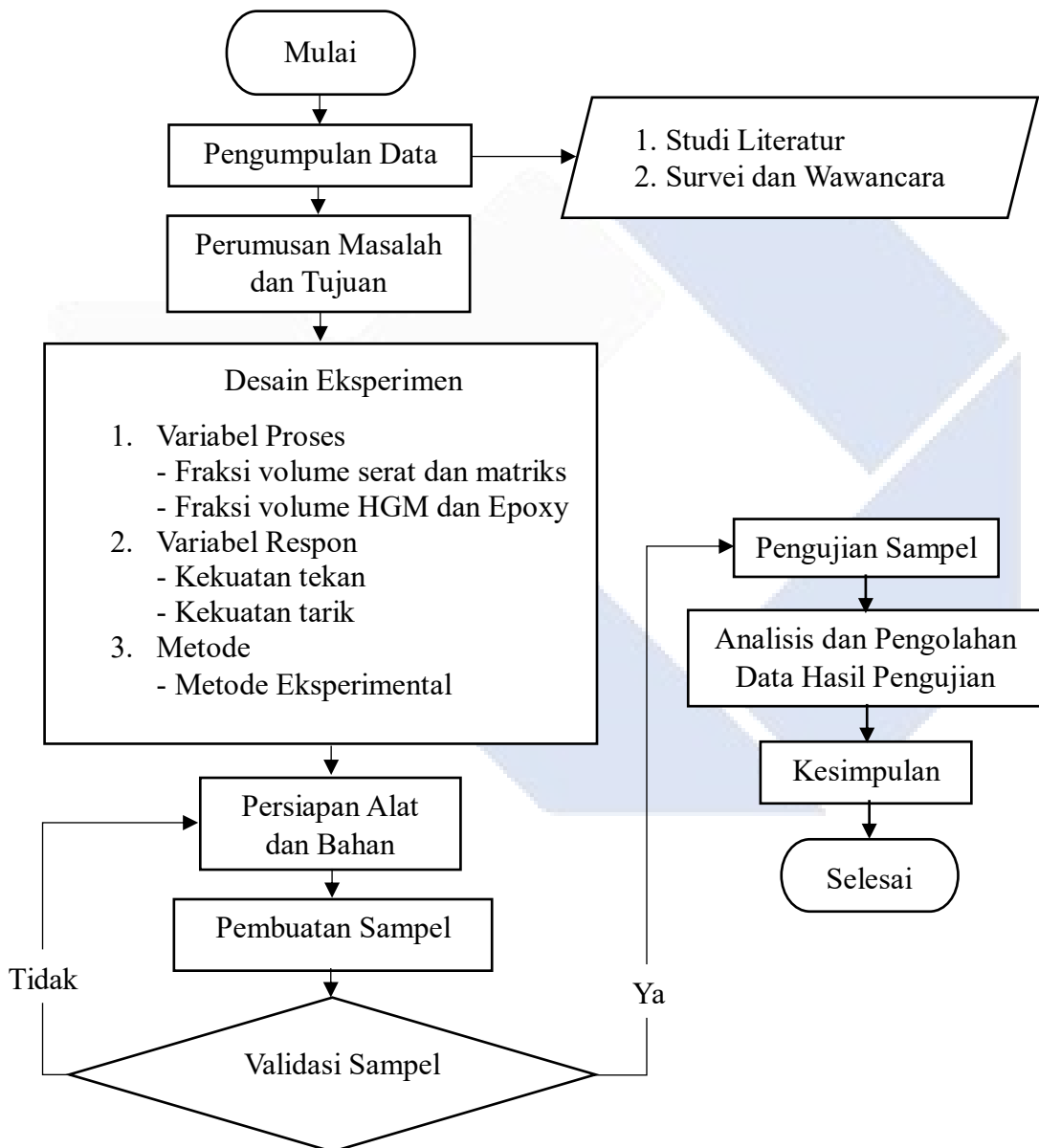
Analisis dampak yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan material komposit Epoksi dengan kandungan partikel HGM 16% pada modifikasi profil balok penguat *bumper*. Uji benturan kecepatan rendah dilakukan pada *bumper* dengan beberapa variasi ketebalan sesuai dengan standar uji Peraturan ECE No. 42. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak elemen hingga untuk melakukan

penelitian berbasis simulasi. Menurut temuan penelitian, profil B1, B2, O, dan C masing-masing memiliki nilai deformasi paling sedikit hingga maksimum. Aman untuk menggunakan profil ketebalan O 6 mm dan profil ketebalan C, O, B1 8 mm berdasarkan nilai tegangan yang diperoleh pada ketebalan 4 mm, 6 mm, dan 8 mm. Kapasitas penyerapan energi setiap profil memiliki nilai persentase lebih besar dari 98%. Pembacaan tegangan 109.08 MPa dan 100.11 MPa menunjukkan bahwa profil B1 dengan ketebalan 7 mm dan 8 mm aman digunakan, berdasarkan tegangan maksimum material 121.29 MPa. *Bumper* dapat menyerap energi hingga 99,94% dan 99,40% dan mengalami deformasi 16,505 mm dan 16,047 mm. (Affandi, M. 2015)

Serat kepompong Ulat Sutera (*Bombyx mori*) menarik bagi biomedis saat ini karena pasokannya yang berlimpah, kekuatan mekanik yang baik, dan biokompatibilitas. Serat kepompong Ulat Sutera termasuk *fibroin*, yang memiliki kekuatan mekanik tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memastikan bagaimana penambahan serat kepompong Ulat Sutera mempengaruhi kekuatan tekan resin komposit yang dapat mengalir. Kekuatan tekan resin komposit yang dapat dialirkan diukur dalam pekerjaan ini menggunakan metodologi kontrol *post-test-only*. 32 sampel penelitian dibagi menjadi dua kelompok: satu kelompok menggunakan resin komposit yang dapat dialirkan tanpa serat kepompong Ulat Sutera ditambahkan, dan kelompok lainnya menggunakan serat kepompong Ulat Sutera ditambahkan. Hasil Independent *T-Test* menunjukkan perbedaan nilai signifikansi 95% yang signifikan ($\alpha = 0,05$) pada kekuatan tekan resin komposit *flowable* antara kedua kelompok yang diuji, menunjukkan bahwa penambahan serat kepompong Ulat Sutera berdampak pada sifat ini menurut perbedaan rata-rata antara kedua kelompok, resin komposit mengalir yang memiliki serat kepompong Ulat Sutera ditambahkan ke dalamnya memiliki kekuatan tekan rata-rata yang lebih tinggi daripada resin komposit mengalir yang tidak memiliki serat ditambahkan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kekuatan tekan resin komposit dapat dipengaruhi dengan cara dimasukkannya serat kepompong Ulat Sutera ke dalam komposit sebagai *filler*. Penambahan serat kepompong Ulat Sutra meningkatkan kekuatan tekan resin komposit *flowable*. (Murdiyanto, D., 2018)

BAB III METODE PENELITIAN

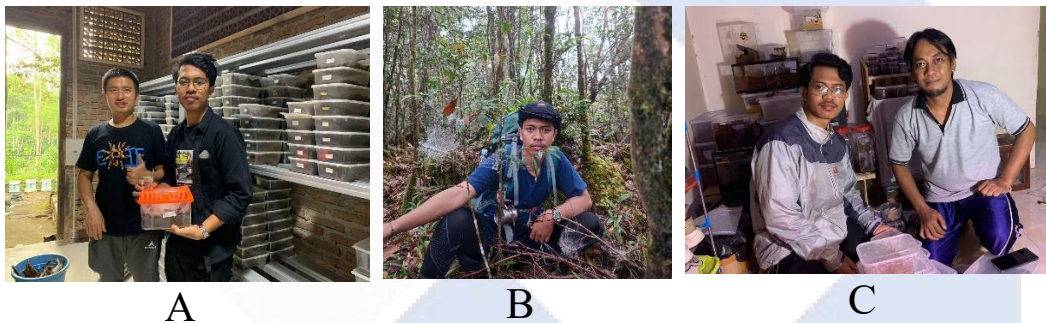
Melalui tinjauan pustaka dari beberapa sumber meliputi website dan jurnal yang bersinggungan dengan objek penelitian, yang digunakan untuk mencari informasi ataupun menambah data yang diperlukan, maka tahapan alur proses penelitian akan diterangkan melalui diagram alir pada Gambar 3.1 sebagai berikut,



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan studi literatur melalui buku, *website*, dan jurnal. Juga mengumpulkan data untuk pemilihan jenis *heavy webbing* dan *care sheet* Tarantula melalui kanal youtube para penghobi dan *breeder* senior Tarantula di Indonesia, wawancara dengan cara mendatangi rumah dan *Tarantula Farm* milik *breeder* Tarantula, Ko Aldo (Lapak Kaki 8) di Bandar Lampung, juga *breeder* sekaligus *owner exotic petshop*, Om Sigit (Bintangexoanimal) di Palembang, juga melakukan ekspedisi secara langsung, pendakian Bukit Maras, Desa Berbura, Kab Bangka, dan melakukan pengamatan secara langsung terhadap Tarantula yang dipelihara sendiri serta mengalami fase *trying error* (kematian dan gagal *webbing* pada beberapa Tarantula yang dipelihara.)



Gambar 3.2 (A) Lapak Kaki 8, Bandar Lampung, Lampung, (B) Bukit Maras, Desa Berbura. Prov. Kep. Bangka Belitung, (C) *BintangExo Animal*, Palembang, Sumatera Selatan

3.2 Perumusan Masalah dan Tujuan

Pada penelitian ini didapatkan permasalahan yaitu bahan baku dari material anti peluru yang mahal dan kurang ramah lingkungan seperti material baja dan serat kevlar. Oleh karena itu diperlukan material rekayasa berbentuk komposit dari serat hewani yang mampu memenuhi sifat mekanis tahan bentur dan elastisitas yang tepat. Salah satu material yang tepat untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah jaring/*web* Tarantula. Selain itu, sejalan dengan program studi Rekayasa Manufaktur, pemilihan *Web* Tarantula dapat menambah *value* yang sebelumnya *web* sebagai material yang tak berharga menjadi material yang memiliki fungsi dan nilai jual.

3.3 Rancangan Eksperimen

Metode eksperimental digunakan pada penelitian ini dengan memadukan *Web* Tarantula dengan Matriks homogen HGM-Epoxy, presentase serat *web* dan matriks HGM-Epoxy dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2 sebagai berikut,

Tabel 3.1 Fraksi Volume *Web* 10%, 20%, 30% HGM 20%, Epoxy 80%

Serat <i>Web</i> Tarantula (%)	Matriks (%)	
	HGM	Epoxy
	10	
20	20	80
30		

Tabel 3.2 Fraksi Volume *Web* 10%, 20%, 30% HGM 30%, Epoxy 70%

Serat <i>Web</i> Tarantula (%)	Matriks (%)	
	HGM	Epoxy
	10	
20	30	70
30		

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Bahan Penelitian

1. *Web* Tarantula

Web Tarantula sebagai bahan utama dalam pembentukan dan pengujian komposit bionik ini didapatkan dari beberapa jenis Tarantula dengan konsentrasi *web* yang tinggi (*heavy webber*), diantaranya adalah jenis *Pterinochilus murinus* atau lebih familiar disebut dengan *Orange Baboon Tarantula* (OBT), *Monocentropus balfouri* atau *Blue Baboon Tarantula*, *Psalmopoeus pulcher* atau *Panama Blonde Tarantula*, dan Tarantula tanah endemik pulau Sumatra, *Selencosmia sumatrana* yang sering disebut Kerabak Lutung oleh masyarakat Bangka, Tarantula

Sumatrana ini masih berkerabat dekat dengan *Selencosmia javanensis* yang berasal dari Pulau Jawa.



Gambar 3.3 *Web Tarantula*

2. Hollow Glass Microsphere

HGM biasanya digunakan sebagai pengisi material komposit dan penguat jenis partikel. Pada penelitian ini digunakan HGM Y 12000, spesifikasi karakteristiknya dapat dilihat pada tabel 2.1.



Gambar 3.4 Hollow Glass Microsphere

3. Epoxy Resin

Epoxy adalah salah satu jenis resin berbahan dasar kimia yang terbentuk dari proses polimerisasi epoksida. Epoxy dapat bereaksi mengkristal atau mengeras jika terjadi kontak dengan beberapa kandungan pada material lain yang disebut dengan pengeras atau hardener atau juga biasa disebut katalis. Salah satu fungsi dari epoxy adalah sebagai perekat

atau pengikat. Epoxy yang digunakan sebagai matriks biasanya berguna untuk menopang dan memberi support pada serat agar lebih baik sifat materialnya.

Spesifikasi karakteristik epoxy dapat dilihat pada tabel 2.2, campuran HGM dan Epoxy yang membentuk larutan homogen dapat dilihat pada gambar 3.6,



Gambar 3.5 Epoxy



Gambar 3.6 Larutan Homogen HGM-Epoxy

4. Wax

Wax biasanya bertekstur seperti pasta atau krim padat, fungsinya adalah untuk melumasi permukaan cetakan agar material komposit yang sudah mengering atau sudah selesai dicetak dapat dilepas dari cetakan dengan lebih mudah dan tidak melekat pada cetakan.



Gambar 3.7 Wax

3.4.2 Alat Penelitian

1. *Universal Testing Machining Zwick Roell Model Z020*

Mesin *Zwick/Roell* adalah alat yang digunakan pada penelitian ini untuk menguji kekuatan banding spesimen komposit berpenguat *Web Tarantula* menggunakan standarisasi pengujian bending ASTM D 790.



Gambar 3.8 Mesin Uji Bending

2. **Timbangan Digital**

Sama seperti timbangan pada umumnya, fungsi timbangan digital pada penelitian ini adalah untuk menimbang berat serat, resin dan, katalis yang digunakan sebagai bahan komposit. Timbangan digital dengan ketelitian hingga 0,00g digunakan untuk menjangkau batasan toleransi terkecil terhadap kesalahan penimbangan material objek penelitian.



Gambar 3.9 Timbangan Digital

3. Alat Uji Impak *Charpy*

Alat uji impak *Charpy* *Gotech GT-7045* digunakan untuk menguji kekuatan impak dengan standar ISO 179 spesimen komposit berpenguat serat *Web Tarantula*.



Gambar 3.10 Alat Uji Impak

4. Cetakan Spesimen

Cetakan yang digunakan adalah cetakan berstandar ASTM D 790 untuk spesimen pengujian bending dan cetakan berstandar ISO 179 untuk mencetak spesimen pengujian impak.



Gambar 3.11 Cetakan Spesimen Uji Bending



Gambar 3.12 Cetakan Spesimen Uji Impak

5. Gelas Ukur

Dalam penelitian ini gelas ukur berfungsi untuk menakar atau mengukur seberapa banyak HGM-Epoxy yang digunakan dalam pembuatan komposit.



Gambar 3.13 Gelas Ukur

6. Jangka Sorong

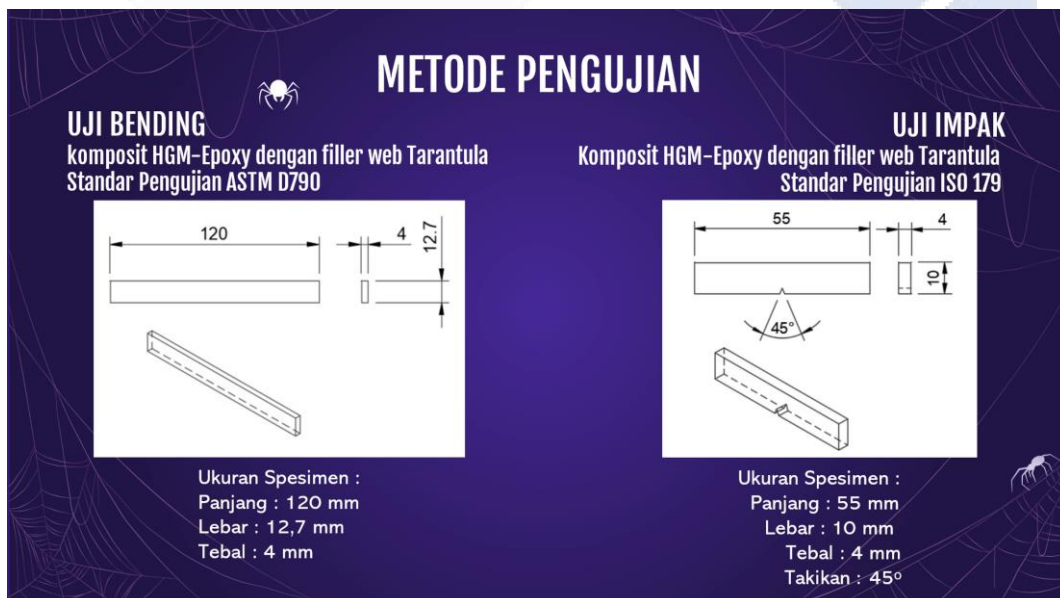
Jangka sorong digunakan dalam proses validasi atau pengecekan ukuran dan ketebalan spesimen komposit yang telah selesai dicetak, sebelum spesimen komposit diuji bending maupun impak.



Gambar 3.14 Jangka Sorong

3.5 Pembuatan Spesimen Uji

Standarisasi ASTM D 790 digunakan untuk membuat spesimen uji bending sedangkan standarisasi ISO 179 digunakan untuk membuat spesimen uji impak. Serat dan matriks dicampur ke dalam cetakan yang telah dioles *wax* sesuai dengan fraksi volume yang ditentukan, kemudian ditunggu hingga spesimen mengering. Jika sudah mengering dan mengeras, spesimen dilepaskan dari cetakan, kemudian dirapihkan bentuknya menggunakan pisau/*cutter*. Setelah spesimen lepas, cetakan dapat digunakan kembali untuk mencetak spesimen komposit lainnya sesuai tahapan sebelumnya.



Gambar 3.15 Desain Ukuran Spesimen

3.6 Validasi Sampel

Validasi spesimen merupakan prosedur pengukuran spesimen yang telah dicetak sebelumnya, untuk menentukan apakah spesimen yang telah dicetak mematuhi standar ASTM D790 untuk pengujian bending dan standarisasi ISO 179

untuk pengujian impact. Jika spesimen memenuhi standar, maka sudah bisa dilakukan proses pengujian spesimen. Namun apabila spesimen tidak memenuhi standar, maka spesimen harus dicetak ulang hingga mendapat spesimen dengan ukuran dan bentuk yang sesuai standar.

3.7 Pengujian Spesimen

Setelah spesimen divalidasi, tahap selanjutnya ialah melakukan proses pengujian bending dan pengujian impact pada spesimen, sesuai dengan standar sebagai berikut,

3.7.1 Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan sesuai dengan standar ASTM D 790 untuk memperoleh data kekuatan bending material komposit *Web Tarantula*. Kekuatan bending bertujuan untuk mendapatkan nilai kekuatan, ketahanan, dan kelenturan spesimen komposit ketika diberikan beban. Pengujian bending menggunakan metode 3 titik.

3.7.2 Pengujian Impact

Pengujian impact dengan standarisasi ISO 179 dilakukan untuk mendapatkan data harga impact material komposit *Web Tarantula*. Tujuan dilakukannya pengujian impact adalah untuk mengetahui seberapa besar kekuatan material spesimen menahan gaya impact yang dibebankan. Pengujian ini bersifat destruktif/merusak, karena spesimen komposit diberikan benturan kejut dari bandul sehingga dapat membuat spesimen patah.

3.8 Analisis dan Pengolahan Data Hasil Pengujian

Analisa dan pengolahan data hasil pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume *Web Tarantula* dengan matriks homogen HGM-Epoxy terhadap kekuatan material komposit pada pengujian bending dan impact, lalu setelahnya dilakukan analisis kekuatan bending dan impact.

3.9 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan konklusi sebagai hasil rumusan masalah serta tujuan penelitian. Hasil penelitian ini dapat dilihat dari analisis hasil pengujian

bending dan impak. Data hasil pengujian yang telah dianalisis dapat dikembangkan kembali pada penelitian-penelitian lanjutan untuk dilihat apakah *Web* Tarantula dapat dikembangkan menjadi material utama maupun campuran pada proses pembuatan material anti balistik.



DAFRAT PUSTAKA

- Permana D. E., Jaring Laba-laba Jadi Material Rompi Anti Peluru , Fimela.com, Jakarta, 2016. https://www.fimela.com/lifestyle/read/2511113/jaring-laba-laba-jadi-material-rompi-anti-peluru#google_vignette
- Utami, S.N. (2021). Benarkah Jaring Laba-Laba Sangat Kuat? Retrieved from Kompas.com: <https://www.kompas.com/skola/read/2021/06/19/114617069/benarkah-jaring-laba-laba-sangat-kuat?page=all>
- Amri Mahbub Al Fathon tnr (2016). Rahasia Jaring Laba-laba: Bisa Jadi Rompi Antipeluru. Retrieved from Tempo.co: <https://tekno.tempo.co/read/747673/rahasia-jaring-laba-laba-bisa-jadi-rompi-antipeluru>
- Nayiroh, N. (2013). Teknologi material komposit. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Ritonga, W. (2014). Pengaruh Variasi Fraksi Volume, Temperature Curing dan Post-curing Terhadap Karakteristik Tekan Komposit Epoxy-Hollow Glass Microspheres IM30K. Laboratorium Metallurgy Teknik Mesin ITS. Indonesia.
- Nugraha, I.W.W., Astika, I.M., & Subagia, I. D. G. A. (2021). Pengujian Tarik dan Kekerasan Permukaan Komposit Anyaman Serat Jute Menggunakan Variasi Viskositas Matrik Resin Epoksi. Jurnal Teknik Mesin Indonesia, 16(2), 38-44.
- Rahmatullah, G.M. (2021). Kajian Eksperimental Material Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas Pada Pengujian Balistik. Laporan Akhir Proyek Akhir, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat., <http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/441/>.

- Maryanti, B., Sonief, A. A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh alkalisasi komposit serat kelapa-poliester terhadap kekuatan tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(2), 123-129.
- Pulungan, M. A. (2017). Analisis kemampuan rompi anti peluru yang terbuat dari komposit hgm-epoxy dan serat karbon dalam menyerap energi akibat impact peluru. *Jurnal Inotera*.
- Muhamad, A. (2022). STUDI EKSPERIMEN PENGARUH MATERIAL KOMPOSIT HGM, EPOXY DAN SERAT DAUN NANAS TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN IMPAK (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- Andaru, A. A. (2017). Pengaruh Komposisi Epoksi Terhadap Sifat Mekanik dan Sifat Termal Pada Komposit Serat Kaca/Vinyl Ester/Epoksi Sebagai Kandidat Material Anti Peluru (Body Armor) (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Mingcu, (2017). Tarantula. Retrieved from Spider Lover:
<https://spiderloverpetshop.com/perawatan/tarantula>
- Dhimas Ginanjar, (2020). Tarantula, Si Seram yang Menggemaskan. Retrieved from JawaPos.com:
<https://www.jawapos.com/hobi-kesenangan/01288323/tarantula-si-seram-yang-menggemaskan>
- Yandi M. Rofiyandi TNR, (2020). Jaring Spiderman Kuat Tak Mengada-ada? Retrieved from Tempo.co:
<https://tekno.tempo.co/read/464017/jaring-spiderman-kuat-tak-mengada-ada>
- Safa'at, A. (2017). Aplikasi Komposit Epoxy–HGM–Carbon Fiber Pada Sungkup Helm Untuk Menahan Penetrasi dan Mereduksi Energi Impact. Surabaya: Repository Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Pramono, C., Widodo, S., & Ardiyanto, M. G. (2019). Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matriks Epoxy. *Journal of Mechanical Engineering*, 3(1), 1-7.
- Ubaidillah, A., Sujito, S., & Purwandari, E. (2019). Pengaruh Fraksi Massa terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Binderless dari Ampas Tebu dan Serbuk Kayu Sengon. *Jurnal Sains Dasar*, 8(2), 70-74.
- Wandi, H. (2015). Pengaruh Peningkatan Kualitas Serat Resam Terhadap Kekuatan Tarik, Flexure Dan Impact Pada Matriks Polyester Sebagai Bahan Pembuatan Dashboard Mobil. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 9(2).
- Zulkifli, Z., Dharmawan, I. B., & Anhar, W. (2020). Analisa pengaruh perlakuan kimia pada serat terhadap kekuatan impak charpy komposit serat sabut kelapa bermatriks epoxy. *Jurnal Polimesin*, 18(1), 47-52.
- Gunandar, A.W. (2021). Analisis Kekuatan Tarik dan Impak Bahan Komposit Hibrid Berpenguat Serbuk Kayu Akasia Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Mayleni, D., (2021). ANALISIS KEKUATAN IMPAK PADA MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT LIMBAH FILTER ROKOK SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN CANGKANG HELM. In Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (Vol. 1, No. 01, pp. 55-61).
- ARI WISTA, S. K., (2023). ANALISA KEKUATAN MEKANIS KOMPOSIT HGM-EPOXY, SERAT RAMI DENGAN VARIASI ORIENTASI SERAT (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG).
- Zhang, X., Liu, M., Chen, Y., He, J., Wang, X., Xie, J., & Wang, S. (2022). Bahan komposit mikrosfer resin epoksi/kaca berongga dengan konstanta dielektrik rendah dan kinerja mekanik yang sangat baik. *Jurnal Ilmu Polimer Terapan*, 139 (33), e52787.

Affandi, M. O. C. H. A. M. M. A. D. (2015). Analisa Impact pada Variasi Profil Bumper Reinforcement Beam Komposit Epoxy HGM Menggunakan Software Finite Element (Doctoral dissertation, Thesis).

Murdiyanto, D., & Jasmine, J. (2018). PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KEPOMPONG ULAT SUTRA (*Bombyx mori*) TERDAHAP KEKUATAN TEKAN RESIN KOMPOSIT FLOWABLE. JIKG (Jurnal Ilmu Kedokteran Gigi).



LAMPIRAN 1. Daftar Riwayat Hidup



Nama : Imam Subarkah
Tempat Tanggal Lahir : Baturaja, 5 November 2001
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Pendidikan Terakhir : D IV Teknik Mesin dan Manufaktur
Alamat : Jl. Letnan Cusugandi, Kebun Jeruk, Saung Naga,
Baturaja Barat, Ogan Komering Ulu,
Sumatera Selatan.
Email : isubarkah17@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

SD Xaverius 1 BTA : Tahun 2007 - 2014
SMP N 2 OKU : Tahun 2014 - 2017
SMK N 3 OKU : Tahun 2017 - 2020
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung : Tahun 2020 - 2024

LAMPIRAN 2. Perhitungan Rasio Komposit

Rasio Fraksi Volume Serat dan Matriks

Serat <i>Web</i> Tarantula	Matriks HGM-Epoxy (Homogen)
10%	90%
20%	80%
30%	70%

Rasio Fraksi Volume Serat-Matriks Cetakan Dengan Standarisasi ASTM D 790

Serat <i>Web</i> Tarantula		Matriks	
		HGM	Epoxy
10%	0,167 g	20% x $M_{\text{matriks}} = 1,24 \text{ g}$	80% x $M_{\text{matriks}} = 2,48 \text{ g}$
20%	0,335 g	20% x $M_{\text{matriks}} = 1,24 \text{ g}$	80% x $M_{\text{matriks}} = 2,48 \text{ g}$
30%	0,503 g	20% x $M_{\text{matriks}} = 1,24 \text{ g}$	80% x $M_{\text{matriks}} = 2,48 \text{ g}$
10%	0,167 g	30% x $M_{\text{matriks}} = 1,86 \text{ g}$	70% x $M_{\text{matriks}} = 2,17 \text{ g}$
20%	0,335 g	30% x $M_{\text{matriks}} = 1,86 \text{ g}$	70% x $M_{\text{matriks}} = 2,17 \text{ g}$
30%	0,503 g	30% x $M_{\text{matriks}} = 1,86 \text{ g}$	70% x $M_{\text{matriks}} = 2,17 \text{ g}$

Rasio Fraksi Volume Serat-Matriks Cetakan Dengan Standarisasi ISO 179

Serat <i>Web</i> Tarantula		Matriks	
		HGM	Epoxy
10%	0,06g	20% x $M_{\text{matriks}} = 0,44\text{g}$	80% x $M_{\text{matriks}} = 1,76 \text{ g}$
20%	0,12g	20% x $M_{\text{matriks}} = 0,44\text{g}$	80% x $M_{\text{matriks}} = 1,76 \text{ g}$
30%	0,18g	20% x $M_{\text{matriks}} = 0,44\text{g}$	80% x $M_{\text{matriks}} = 1,76 \text{ g}$
10%	0,06g	30% x $M_{\text{matriks}} = 0,66\text{g}$	70% x $M_{\text{matriks}} = 0,77\text{g}$
20%	0,12g	30% x $M_{\text{matriks}} = 0,66\text{g}$	70% x $M_{\text{matriks}} = 0,77\text{g}$
30%	0,18g	30% x $M_{\text{matriks}} = 0,66\text{g}$	70% x $M_{\text{matriks}} = 0,77\text{g}$

LAMPIRAN 3. Perhitungan Fraksi Massa Web, HGM, Epoxy

A. Pengujian Bending

$$\begin{aligned}V_{\text{cetakan}} &= (P \cdot L \cdot T) + (\pi \cdot r^2 \cdot T) \\&= (11,45 \text{ cm} \cdot 1,25 \text{ cm} \cdot 0,4 \text{ cm}) + \left(\frac{22}{7} \cdot (0,625 \text{ cm})^2 \cdot 0,4 \text{ cm}\right) \\&= 5,725 \text{ cm}^3 + 0,49 \text{ cm}^3 \\&= 6,215 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Level Web 10\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{web}} &= \frac{10}{100} \cdot 6,215 \text{ cm}^3 \cdot 0,27 \text{ g/cm}^3 \\&= 0,167 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Level Web 20\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{web}} &= \frac{20}{100} \cdot 6,215 \text{ cm}^3 \cdot 0,27 \text{ g/cm}^3 \\&= 0,335 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Level Web 30\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{web}} &= \frac{30}{100} \cdot 6,215 \text{ cm}^3 \cdot 0,27 \text{ g/cm}^3 \\&= 0,503 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Level HGM 20\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{HGM}} &= \frac{20}{100} \cdot 6,215 \text{ cm}^3 \cdot 600 \text{ kg/m}^3 \\&= \frac{20}{100} \cdot 6,215 \text{ cm}^3 \cdot 0,6 \text{ g/cm}^3 \\&= 0,746 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Level Matriks Epoxy 80\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} &= \frac{80}{100} \cdot 6,215 \text{ cm}^3 \\&= 4,97 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(\text{Resin 2:1 Katalis}) \quad \text{Resin} &= \frac{2}{3} \cdot 4,97 \text{ cm}^3 \cdot \rho_{\text{Resin}} \\&= \frac{2}{3} \cdot 4,97 \text{ cm}^3 \cdot 1,212 \text{ g/cm}^3 \\&= 4,015 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Katalis} &= \frac{1}{3} \cdot 4,97 \text{ cm}^3 \cdot \rho_{\text{Katalis}} \\ &= \frac{1}{3} \cdot 4,97 \text{ cm}^3 \cdot 1,25 \text{ g/cm}^3 \\ &= 2,071 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Level HGM 30\%} : \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{HGM}} &= \frac{30}{100} \cdot 6,215 \text{ cm}^3 \cdot 0,6 \text{ g/cm}^3 \\ &= 1,119 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Level Matriks Epoxy 70\%} : \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} &= \frac{70}{100} \cdot 6,215 \text{ cm}^3 \\ &= 4,35 \text{ g} \end{aligned}$$

(Resin 2:1 Katalis)

$$\begin{aligned} \text{Resin} &= \frac{2}{3} \cdot 4,35 \text{ cm}^3 \cdot \rho_{\text{Resin}} \\ &= \frac{2}{3} \cdot 4,35 \text{ cm}^3 \cdot 1,212 \text{ g/cm}^3 \\ &= 3,515 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Katalis} &= \frac{1}{3} \cdot 4,35 \text{ g} \cdot \rho_{\text{Katalis}} \\ &= \frac{1}{3} \cdot 4,35 \text{ g} \cdot 1,25 \text{ g/cm}^3 \\ &= 1,812 \text{ g} \end{aligned}$$

B. Pengujian Impak

$$\begin{aligned} V_{\text{cetakan}} &= P \cdot L \cdot T \\ &= 5,5 \text{ cm} \cdot 1 \text{ cm} \cdot 0,4 \text{ cm} \\ &= 2,2 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Level Web 10\%} : \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{web}} &= \frac{10}{100} \cdot 2,2 \text{ cm}^3 \cdot 0,27 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,06 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Level Web 20\%} : \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{web}} &= \frac{20}{100} \cdot 2,2 \text{ cm}^3 \cdot 0,27 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,12 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Level Web 30\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{web}} &= \frac{30}{100} \cdot 2,2 \text{ cm}^3 \cdot 0,27 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,18 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Level HGM 20\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{HGM}} &= \frac{20}{100} \cdot 2,2 \text{ cm}^3 \cdot 0,6 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,264 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Level Matriks Epoxy 80\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} &= \frac{80}{100} \cdot 2,2 \text{ cm}^3 \\ &= 1,76 \text{ g} \end{aligned}$$

(Resin 2:1 Katalis)

$$\begin{aligned} \text{Resin} &= \frac{2}{3} \cdot 1,76 \text{ cm}^3 \cdot \rho_{\text{Resin}} \\ &= \frac{2}{3} \cdot 1,76 \text{ cm}^3 \cdot 1,212 \text{ g/cm}^3 \\ &= 1,422 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Katalis} &= \frac{1}{3} \cdot 1,76 \text{ g} \cdot \rho_{\text{Katalis}} \\ &= \frac{1}{3} \cdot 1,76 \text{ g} \cdot 1,25 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,733 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Level HGM 30\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} \cdot \rho_{\text{HGM}} &= \frac{30}{100} \cdot 2,2 \text{ cm}^3 \cdot 0,6 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,396 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Level Matriks Epoxy 70\% : } \quad \frac{n}{100} \cdot V_{\text{cetakan}} &= \frac{70}{100} \cdot 2,2 \text{ cm}^3 \\ &= 1,54 \text{ g} \end{aligned}$$

(Resin 2:1 Katalis)

$$\begin{aligned} \text{Resin} &= \frac{2}{3} \cdot 1,54 \text{ cm}^3 \cdot \rho_{\text{Resin}} \\ &= \frac{2}{3} \cdot 1,54 \text{ cm}^3 \cdot 1,212 \text{ g/cm}^3 \\ &= 1,244 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Katalis} &= \frac{1}{2} \cdot 1,54 \text{ cm}^3 \cdot \rho_{\text{Katalis}} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,54 \text{ cm}^3 \cdot 1,25 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,642 \text{ g} \end{aligned}$$



LAMPIRAN 4. Perhitungan Manual Harga Impak

A. Diketahui :

$$\begin{aligned} I &= 400 \text{ mm} & g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ \text{Cos } \alpha &= 150^\circ & P &= 8 \text{ mm} \\ \text{Cos } \beta &= 144^\circ & L &= 4 \text{ mm} \\ m &= 2,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

Jawab :

$$\begin{aligned} h_0 &= I (1 - \text{Cos } \alpha) \\ &= 400 \text{ mm} (1 - \text{Cos } 150^\circ) \\ &= 400 \text{ mm} (1 - (-0,86)) \\ &= 400 \text{ mm} (1,86) \\ &= 746,4101 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_1 &= I (1 - \text{Cos } \beta) \\ &= 400 \text{ mm} (1 - \text{Cos } 144^\circ) \\ &= 400 \text{ mm} (1 - (-0,809)) \\ &= 400 \text{ mm} (1,809) \\ &= 723,606 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= m \cdot g \cdot (h_0 - h_1) = 2,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (746,4101 \text{ mm} - 723,606 \text{ mm}) \\ &= 2,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 22,8041 \text{ mm} \rightarrow 0,0228041 \text{ m} \\ &= 0,5701025 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 \\ &= 0,5701025 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= P \cdot L = 8 \text{ mm} \cdot 4 \text{ mm} \\ &= 32 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= \frac{E}{A} = \frac{0,5701025 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2} \\ &= 0,017815 \text{ J/mm}^2 \end{aligned}$$

B. Diketahui :

$$I = 400 \text{ mm}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Cos } \alpha = 150^\circ$$

$$P = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Cos } \beta = 145^\circ$$

$$L = 4 \text{ mm}$$

$$m = 2,5 \text{ kg}$$

Jawab :

$$h_0 = I (1 - \text{Cos } \alpha)$$

$$= 400 \text{ mm} (1 - \text{Cos } 150^\circ)$$

$$= 400 \text{ mm} (1 - (-0,86))$$

$$= 400 \text{ mm} (1,86)$$

$$= 746,4101 \text{ mm}$$

$$h_1 = I (1 - \text{Cos } \beta)$$

$$= 400 \text{ mm} (1 - \text{Cos } 145^\circ)$$

$$= 400 \text{ mm} (1 - (-0,82))$$

$$= 400 \text{ mm} (1,82)$$

$$= 727,660 \text{ mm}$$

$$E = m \cdot g \cdot (h_0 - h_1) = 2,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot (746,4101 \text{ mm} - 727,660 \text{ mm})$$

$$= 2,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 18,7501 \text{ mm} \rightarrow 0,0187501 \text{ m}$$

$$= 0,4687525 \text{ kg m}^2/\text{s}^2$$

$$= 0,4687525 \text{ J}$$

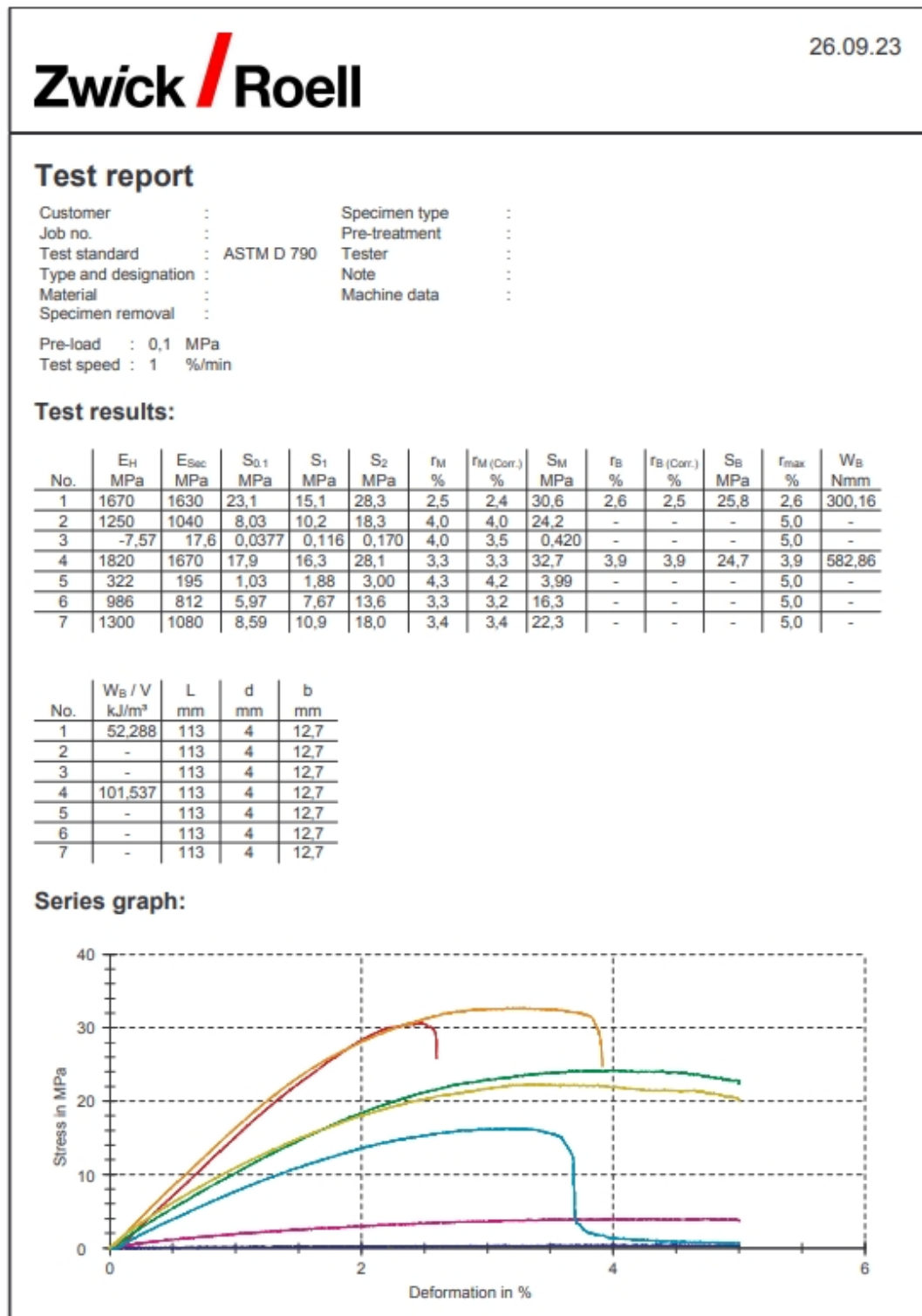
$$A = P \cdot L = 8 \text{ mm} \cdot 4 \text{ mm}$$

$$= 32 \text{ mm}^2$$

$$H = \frac{E}{A} = \frac{0,4687525 \text{ J}}{32 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,0146485 \text{ J/mm}^2$$

LAMPIRAN 5. Hasil Pengujian Bending



Statistics:

Series n = 7	E _H MPa	E _{Sec} MPa	S _{0.1} MPa	S ₁ MPa	S ₂ MPa	f _M %	f _{M (Corr.)} %	S _M MPa	f _B %	f _{B (Corr.)} %	S _B MPa	f _{max} %	W _B Nmm	W _B / V kJ/m ³
x	1050	921	9,24	8,89	15,6	3,5	3,4	18,6	3,3	3,2	25,3	4,5	441,51	76,913
s	674	641	8,48	6,16	11,0	0,61	0,59	12,5	0,93	0,97	0,729	0,93	199,91	34,824
v	-	69,58	91,85	69,27	70,58	17,45	17,26	67,01	28,61	30,19	2,89	20,71	45,28	45,28

Series n = 7	L mm	d mm	b mm
x	113	4	12,7
s	0,000	0,000	0,000
v	0,00	0,00	0,00

Test report

Customer : Specimen type :
 Job no. : Pre-treatment :
 Test standard : ASTM D 790 Tester :
 Type and designation : Note :
 Material : Machine data :
 Specimen removal :

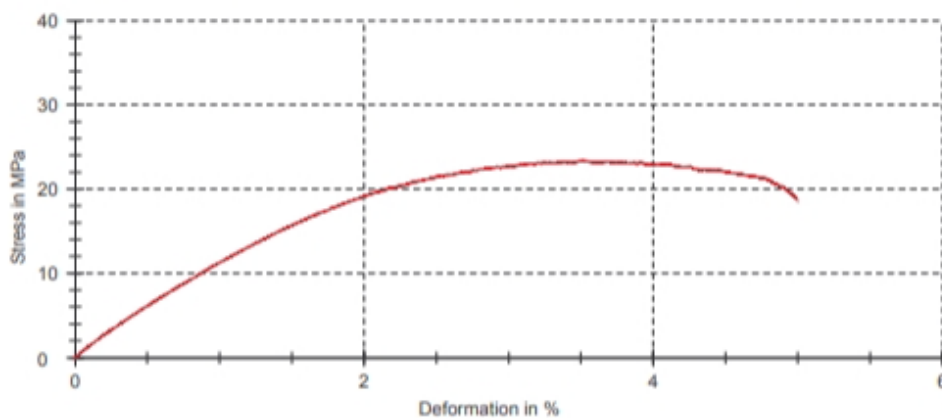
Pre-load : 0,1 MPa
 Test speed : 1 %/min

Test results:

No.	E _H MPa	E _{Sec} MPa	S _{0.1} MPa	S ₁ MPa	S ₂ MPa	f _M %	f _{M (Corr.)} %	S _M MPa	f _B %	f _{B (Corr.)} %	S _B MPa	r _{max} %	W _B Nmm	W _B / V kJ/m³
1	1270	1120	10,2	11,3	19,1	3,5	3,5	23,4	-	-	-	5,0	-	-

No.	L mm	d mm	b mm
1	113	4	12,7

Series graph:

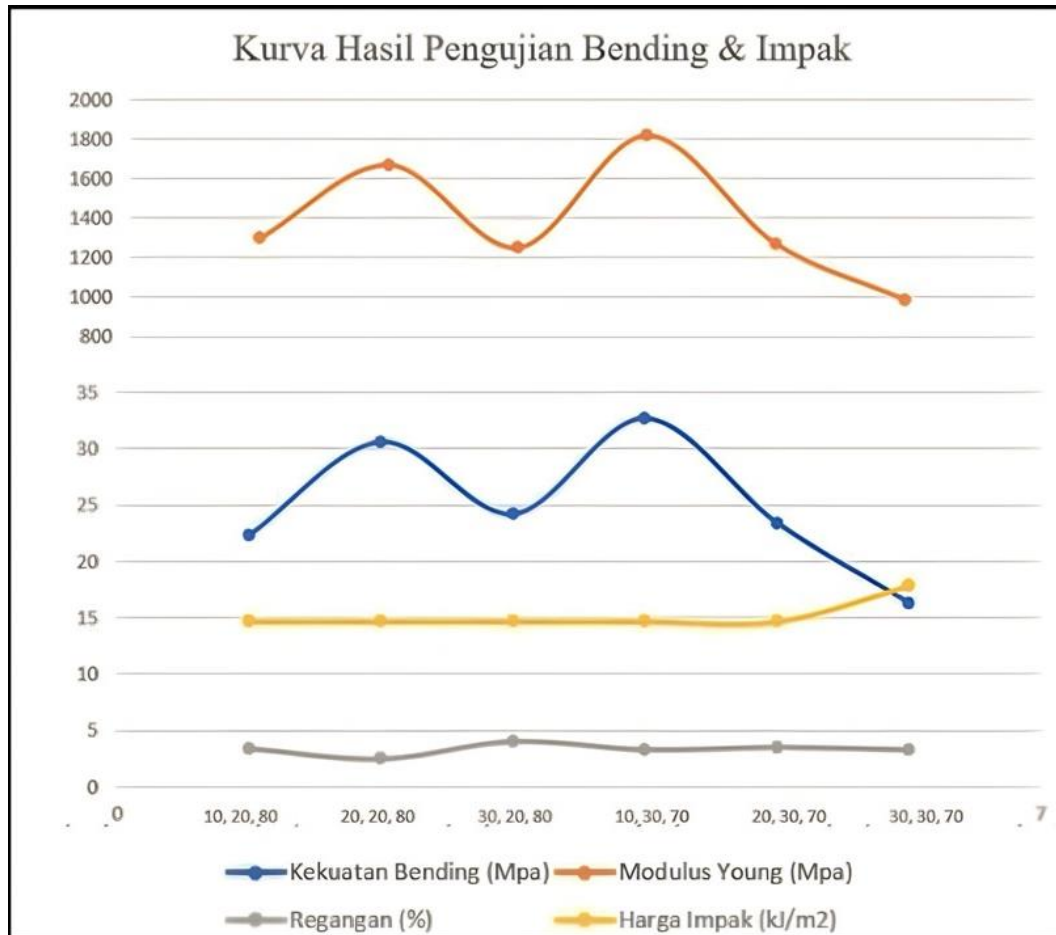


Statistics:


Series n = 1	E _H MPa	E _{Sec} MPa	S _{0.1} MPa	S ₁ MPa	S ₂ MPa	f _M %	f _{M (Corr.)} %	S _M MPa	f _B %	f _{B (Corr.)} %	S _B MPa	r _{max} %	W _B Nmm	W _B / V kJ/m³
x	1270	1120	10,2	11,3	19,1	3,5	3,5	23,4	-	-	-	5,0	-	-
s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Series	L	d	b
n = 1	mm	mm	mm
x	113	4	12,7
s	-	-	-
v	-	-	-

LAMPIRAN 6. Kurva Total Hasil Pengujian Bending & Impak



LAMPIRAN 7. Poster



**PROYEK AKHIR
TAHUN 2024**

Pembimbing

Yuliyanto, S.S.T., M.T.

M. Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng.

Mahasiswa

Imam Subarkah
NIM: 1042042

PEMANFAATAN WEB TARANTULA SEBAGAI FILLER BIKOMPOSIT

LATAR BELAKANG

Penelitian ini dilakukan sebagai awal pengembangan material anti balistik berbasis komposit dengan filler Web Tarantula untuk meningkatkan pertahanan militer dan pengembangan teknologi Indonesia dari negara lain yang telah lebih dahulu menyadari dan memanfaatkan daya efektivitas material Web Tarantula sebagai material bionik yang baik namun tak lupa untuk selalu menjaga kesetimbangan alam.

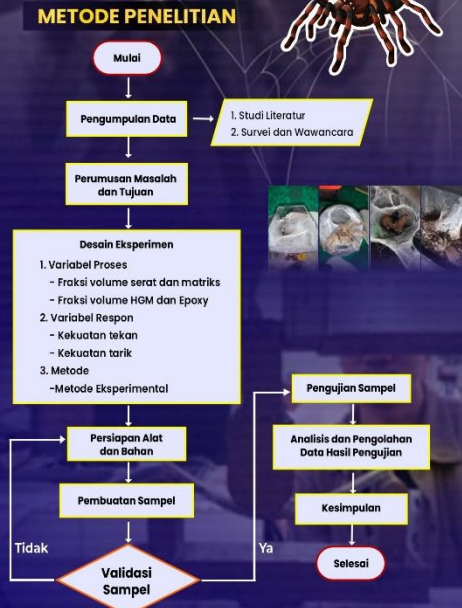
Menurut para ilmuwan mengemukakan bahwa Web Tarantula lebih keras dari kevlar dan lima kali lebih kuat dari baja dengan volume yang sama. Nilai kekuatan tarik baja dan Web Tarantula di uji dengan volume yang sama kekuatan baja dapat menahan 0,2 Gpa, sedangkan Web Tarantula mampu menahan kekuatan tarik hingga 1 Gpa.

Beberapa peneliti dari Arizona State University (ASU) di Amerika Serikat, memproduksi Web Tarantula menjadi material rompi anti peluru. "Web Tarantula mempunyai gabungan nilai sifat mekanis dan elastis yang unik sehingga menjadikannya material terkuat."

Untuk meningkatkan value serat hewani yang selaras dengan salah satu prinsip manufaktur, dan dari sifat mekanik Web Tarantula yang sudah diketahui, maka muncul lah sebuah gagasan untuk memanfaatkan Web Tarantula sebagai reinforcement material biokomposit.

Sebuah komposit tidak akan berhasil dibentuk jika hanya menggunakan reinforcement dari serat Web Tarantula saja, maka dari itu perlu adanya campuran matriks agar komposit yang dibuat dapat menyau dengan sempurna. Pada penelitian ini akan digunakan matriks Hollow Glass Microspher (HGM)-Epoxy, HGM dipilih sebab menghasilkan bobot yang lebih ringan, konduktivitas termal rendah, dan memiliki kekuatan tahan terhadap tegangan kompresi yang tinggi. Sedangkan Epoxy memiliki kekakuan dan kekuatan yang tinggi, memiliki ketahanan terhadap kelelahan, keretakan dan penyerapan air yang rendah.

METODE PENELITIAN



```


graph TD
    A[Mulai] --> B[Pengumpulan Data]
    B --> C[Perumusan Masalah dan Tujuan]
    C --> D[Desain Eksperimen]
    D --> E[Persiapan Alat dan Bahan]
    E --> F[Pembuatan Sampel]
    F --> G{Validasi Sampel}
    G -- Tidak --> E
    G -- Ya --> H[Pengujian Sampel]
    H --> I[Analisis dan Pengolahan Data Hasil Pengujian]
    I --> J[Kesimpulan]
    J --> K[Selesai]
    
```

Desain Eksperimen


- Variabel Proses
 - Fraksi volume serat dan matriks
 - Fraksi volume HGM dan Epoxy
- Variabel Respon
 - Kekuatan tekan
 - Kekuatan tarik
- Metode
 - Metode Eksperimental

HASIL SPESIMEN


Spesimen Uji Bending




Proses Pencetakan Spesimen



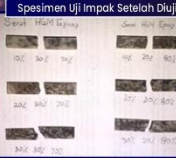
Spesimen Uji Bending Setelah Diuji



Spesimen Uji Impak



Spesimen Uji Impak Setelah Diuji



KESIMPULAN



1. Dari hasil spesimen yang telah diuji menunjukkan kekuatan bending pada spesimen komposit Web Tarantula dengan matriks homogen HGM-Epoxy pada spesimen 30% Web, 20%HGM, 80%Epoxy memiliki kekuatan bending sebesar 24,2Mpa, spesimen 10% Web, 20%HGM, 80%Epoxy memiliki kekuatan bending sebesar 22,3Mpa dan spesimen 20%Web, 30%HGM, 70%Epoxy memiliki kekuatan bending sebesar 23,4Mpa, ketiga spesimen tersebut memiliki sifat elastis yang baik karena ketika tiga sampel spesimen tersebut menerima beban tekan, sampel tidak putus, sedangkan sampel lain nilai kekuatan bendungnya dapat dikatakan kurang baik sebab ada yang terlalu getas/brittle sehingga spesimen patah tidak pada setelah mencapai nilai optimalnya, ada juga spesimen invalid (kesalahan fraksi volume matriks) memiliki kekuatan elastisitas yang tinggi namun kekuatan bendungnya sangat lemah.

2. Hasil pengujian impak menunjukkan bahwa pemanfaatan web sebagai filler yang dikombinasikan dengan matriks homogen HGM-Epoxy tidak memberi nilai kekuatan impak yang signifikan, dapat dilihat pada spesimen 10%, 20%, dan 30% Web bermatriks 20% HGM, 80% Epoxy, dan pada spesimen dengan 10%, 20% Web dengan 30% HGM, 70% Epoxy tidak menunjukkan perubahan nilai impak, dari ketiga spesimen tersebut didapatkan nilai impak yang sama yakni 14,648 kJ/m². Sedangkan spesimen 30% Web dengan matriks 30% HGM dan 70% Epoxy memberikan pengaruh terhadap kekuatan impak sebesar 17,815 kJ/m² walaupun nilai tersebut tidak signifikan mempengaruhi kekuatan impak.

LAMPIRAN 8. Submit Jurnal



JITT :
JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG
Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : 3026-0213

SURAT KETERANGAN
Nomor : 063/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“PENGARUH *WEB* TARANTULA SEBAGAI *FILLER* BIO KOMPOSIT
PADA PENGUJIAN IMPAK”**


Atas nama :

Penulis : **IMAM SUBARCAH, YULIYANTO, MUHAMMAD HARITSAH
AMRULLAH**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 25 Oktober 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 22 November 2023
Kepala P3KM,

Dr. Parulian Silalahi, M.Pd
NIP. 1964-0102-2021-211-001

LAMPIRAN 9. Cek Plagiasi

Cek Turnitin Barkah

ORIGINALITY REPORT

10 %	10 %	1 %	1 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES


1	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	7 %
2	id.123dok.com Internet Source	1 %
3	spiderloverpetshop.com Internet Source	1 %
4	garuda.ristekbrin.go.id Internet Source	1 %
5	teknologiseo.blogspot.com Internet Source	1 %

Exclude quotes On
Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%

LAMPIRAN 10. Form Bimbingan Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>22 / 23</u>		
			
JUDUL	Pemanfaatan Web Tarantula Sebagai Filler Bio Komposit		
Nama Mahasiswa	Imam Subarkah NIRM: 1042042		
Nama Pembimbing	1. <u>Yulianto, S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng.</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	20 Maret 2023	Membahas tuntutan pengujian seminar proposal	[Paraf]
2	5 April 2023	Membahas presentase serat dan matriks yang akan dipakai untuk membentuk spesimen	[Paraf]
3	14 April 2023	Membahas metode penelitian dan pengujian beserta alat uji	[Paraf]
4	5 Mei 2023	Mencari dan menghitung massa jenis serat serta menghitung presentase total serat yg digunakan	[Paraf]
5	15 Juni 2023	Merevisi perhitungan presentase serat & matriks	[Paraf]
6	12 Mei 2023	Membahas tujuan penelitian, standarisasi Pengujian beserta referensi	[Paraf]
7	19 Mei 2023	Menjawab pertanyaan-pertanyaan pada bimbingan pertama, membahas presentase serat juga penghitungan massa jenis serat. (Online)	[Paraf]
8	6 Juli 2023	Membahas progres penelitian dan proposal penelitian.	[Paraf]
9			
10			

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

Pedoman **Proyek Akhir** | Hal. 41


FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

	FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR • TAHUN AKADEMIK 2023/2024		
	JUDUL Pemanfaatan Web Tarantula Sebagai Filler Bio Komposit.....		
Nama Mahasiswa Imam Subarkah..... NIRM: 1042042.....			
Nama Pembimbing 1. <u>Yulianto, S.S.T., M.T.</u> 2. <u>Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng</u> 3. _____			
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	22/8/23	Merevisi presentase fraksi volume	YL
2	23-24/8/23	Memvalidasi hasil perhitungan presentase fraksi volume	YL
3	4-8/9/23	Menghitung presentase web HGM & Epoksi, sesuai volume cetakan bending & impak	YL
4	26-29/9/23	Mencetak spesimen bending	YL
5	25-29/9/23	Mencetak spesimen impak	YL
6	2-3/10/23	Menguji bending spesimen komposit	YL
7	4-5/10/23	Menguji impak spesimen komposit	YL
8	9-12/10/23	Membahas jurnal	YL
9	5/9/23	Membahas kalkulasi presentase fraksi volume web & matriks yang dipakai.	MHA
10	1/10/23	Membahas jurnal	MHA

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir



 <p style="text-align: center;">FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023/2024</p>			
JUDUL	Pemanfaatan Web Terantula Sebagai Filler Bio Komposit		
Nama Mahasiswa	Imam Suberkah NIRM: 1042042		
Nama Pembimbing	1. Yulyanto, S.S.T., M.T. 2. Muhammed Haritsah Amrullah, S.S.T., M. Eng. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	17/11/23	Penulisan Laporan	[Signature]
2	20/11/23	Penulisan Laporan	[Signature]
3	28/11/23	Penulisan Laporan	[Signature]
4	1/12/23	Penulisan Laporan	[Signature]
5	4/12/23	Penulisan Laporan	[Signature]
6	14/11/23	Penulisan Laporan	[Signature] MHA
7	20/11/23	Penulisan Laporan	[Signature] MHA
8	29/11/23	Penulisan Laporan	[Signature] -MHA
9	30/11/23	Penulisan Laporan	[Signature] MHA
10	4/12/23	Penulisan Laporan	[Signature] MHA

Catatan:

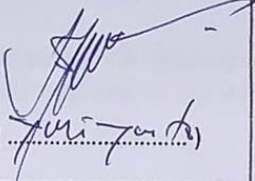
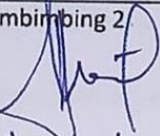
- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

LAMPIRAN 11. Form Monitoring Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir


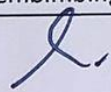
		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
JUDUL		Pemanfaatan Web Terentah Sebagai Filter Bio Komposit	
Nama Mahasiswa		1. Imam Subarkah /NIRM: 1042042 2. /NIRM: 3. /NIRM: 4. /NIRM: 5. /NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
1	6/7-2023	50 %	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

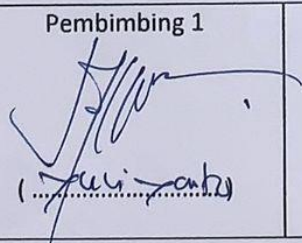
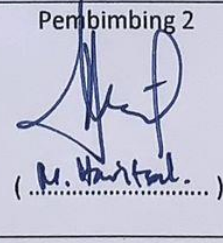
Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (.....)	 (M. Hanifah, A)	(.....)

Pedoman Proyek Akhir | Hal. 43


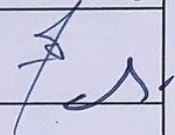
FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023 / 2024	
		JUDUL Manfaat Web Teranula Sebagai Filler Bio Komposit	
Nama Mahasiswa		1. Imam Subarkah /NIRM: 1042042	
		2. /NIRM:	
		3. /NIRM:	
		4. /NIRM:	
		5. /NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
II	12/09-2023	progres PA 20%	

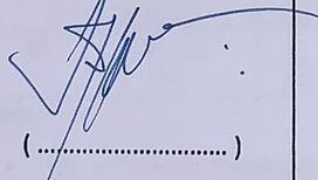
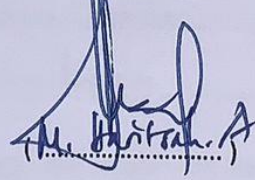
KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: ~~SIAP~~ / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (.....)	Pembimbing 2  (.....)	Pembimbing 3 (.....)

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2023/2024</u>	
		JUDUL <u>Pemanfaatan Web Torrentule Sebagai Filler Bio Komposit</u>	
Nama Mahasiswa		1. <u>Imam Subarkah</u> /NIRM: <u>1042042</u>	
		2. /NIRM:	
		3. /NIRM:	
		4. /NIRM:	
		5. /NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
III	4/12-2023	Progress JA . 90 %	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP /~~BELUM~~ (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (.....)	Pembimbing 2  (.....)	Pembimbing 3 (.....)