PEMBUATAN DAN UJI TEKAN PIPA BERBAHAN

FIBER CARBON TWILL 220 Gsm

SKRIPSI

OLEH:

MAROJAHAN SIMANJUNTAK

218130016

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

PEMBUATAN DAN UJI TEKAN PIPA BERBAHAN *FIBER CARBON TWILL* 220 Gsm

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :

MAROJAHAN SIMANJUNTAK
218130016

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi	:	Pembuatan dan Uji Tekan Pipa Berbahan *Fiber Carbon Twill* 220 gsm (gram squre per meter)
Nama Mahasiswa	:	Marojahan Simanjuntak
NIM	:	21.813.0016
Fakultas	:	Teknik

Disetujui Oleh

Komisi Pembimbing

Prof.Dr.Dadan Ramdan. M.eng., M.Sc.

Pembimbinng

Dr.Eng Supriatno, ST.,MT.

Dekan

Dr. Isnandi ST.,MT.

Kaprodi

Tanggal Lulus: 07 Maret 2025

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 07 Maret 2025

Marojahan Simanjuntak

218130016

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah

Sebagai sivitas Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Marojahan Simanjuntak
NPM	: 21.813.0016
Program Studi	: Teknik Mesin
Fakultas	: Teknik
Jenis Karya	: Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Nonrksklusif** ***(Non-exclusive Royalty-Free Right)*** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Pembuatan dan Uji Tekan Pipa Berbahan *Fiber Carbon Twill* 220 gsm (gram per square meter). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Unversitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data *(database)*, merawat, dan memublikasi tugas akhir saya Selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 07 Maret 2025

Yang menyatakan

(Marojahan Simanjuntak)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

ABSTRAK

Serat karbon telah meluas diberbagai bidang karena sifat-sifatnya yang unggul dalam hal kekakuan, keringanan, kekuatan dan ketahanan terhadap korosi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menggunakan bahan yang beredar dipasaran dan pengumpulan data setelah melakukan pengujian. Proses pembuatan pipia menggunakan metode infus, metode tersebut dapat mempengaruhi kepadatan setiap lepisan, dan dapat dibentuk menjadi pipa. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat kekuatan yang dimiliki pipa berbahan serat karbon jenis twill 220 gsm di bentuk menjadi pipa. Hasil pengujian pipa menggunakan 9 lapis serat karbon memiliki gaya tahan tekan 1563,6 N , pipa 11 lapis memiliki ketahanan 2786,9 N, dan pipa 13 lapis memiliki ketahanan 3755,6 N.

Kata Kunci: Serat Karbon, korosi, Mesin pompa vakum.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

ABSTRACT

Carbon fiber has been widely used in various fields due to its excellent properties in terms of stiffness, lightness, strength and corrosion resistance. This study uses an experimental method using materials circulating in the market and data collection after testing. The process of making pipes uses the infusion method, this method can affect the density of each layer, and can be formed into pipes. This test aims to determine the strength properties of pipes made of 220 gsm twill carbon fiber formed into pipes. The results of testing pipes using 9 layers of carbon fiber have a compressive strength of 1563.6 N, 11-layer pipes have a resistance of 2786.9 N, and 13-layer pipes have a resistance of 3755.6 N

Keywords : *Carbon Fiber, corrosion, Vacuum Pump Machine.*

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Dalu – Dalu, Pada tanggal 22 Juni 2002 dari Ayah Hormat Simanjuntak dan Ibu Mesdiana Manurung, Penulis merupakan Putra ke tujuh dari delapan bersaudara.

Tahun 2021 Penulis lulus dari SMK Swasta Cinta Rakyat Pematang siantar dan pada tahun 2021 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Tahun Ajaran 2024 penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) di PTPN IV Unit Bah Butong. Pada Tahun Ajaran 2025 penulis Melaksanakan riset di Laboratorium Mekanika Teknik Universitas Sumatera Utara dengan judul tugas akhir ”Pembuatan dan Uji Tekan Pipa Berbahan *Fiber Carbon Twill* 220 gsm (gram squre per meter)”

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya, Sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah mengetahui kekuatan tekan pipa berbahan *carbon fiber*, dengan judul Pembuatan Dan Uji Tekan Pipa Berbahan *Fiber Carbon Twill* 220 gsm.

Terimaksih penulis sampaikan kepada bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan. M.Eng., M.Sc selaku pembimbing dalam pelaksanaan tugas akhir. Ungkapan terimakasih disampaikan kepada Hormat Simanjuntak, Mesdiana Manurung sebagai orangtua, ungkapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Alm Eli Simanjuntak yang pernah berbagi pengalaman dibidang penggunaan serat karbon, serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya, ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada Esra Aruan dan seluruh teman penulis yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Penulis

Marojahan Simanjuntak

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR ISI

PEMBUATAN DAN UJI TEKAN PIPA BERBAHAN *FIBER CARBON TWILL* 220 gsm (gram per square meter) i

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI ii

HALAMAN PERNYATAAN iii

Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah iv

ABSTRAK xiv

RIWAYAT HIDUP vii

KATA PENGANTAR ..... **Error! Bookmark not defined.** viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xiii

DAFTAR LAMPIRAN xv

BAB I PENDAHULUAN 2

1.1 Latar Belakang Masalah 2

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Hipotesis Penelitian 4

1.5 Manfaat Penelitian 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8

2.1 Pipa .....

2.1.1. Sistem Perpipaan 8

2.1.2. Jenis Pipa dan Material Pipa 8

2.2 Carbon Fiber 8

2.2.1. Kualifikasi Serat Karbon (*carbon fiber*) 9

Document Accepted 18/8/25

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan *Carbon Fiber* 10
2.3 Resin 11
2.3.1. Resin *Epoxy* 11
2.3.2. Resin *Vinyl Ester* 12
2.3.3. Resin *Polyester* 12
2.3.4. Resin Akrilik 13
2.4 Proses Manufaktur Komposit 14
2.4.1. Proses Cetakan Terbuka (*Open Mould Process*) 17
2.4.2. Proses Cetakan Tertutup (*Closed Mould Process*) 18
2.5 Uji Kekuatan dan Tekanan 19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 23
3.1.1. Waktu 23
3.1.2. Tempat 23
3.2 Bahan dan Alat 22
3.2.1. Bahan 22
3.2.2. Alat 23
3.3 Metode Penelitian 28
3.4 Populasi dan Sampel 29
3.5 Prosedur Kerja 29
3.5.1. Diagram Alir Penelitian 30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 30
4.1 Hasil 30
4.1.1. Rancangan Pipa 30
4.1.2. Proses Pengolahan Pipa Carbon Fiber 32
4.1.3. Pemilihan *Carbon Fiber* 33
4.1.4. Pemotongan *Carbon Fiber* 34
4.1.5 Proses Pengolesan *Miracle Gloss* dan *Polivinil Alkohol* (PVA) pada *Molding* 35
4.1.6 Proses Penggulungan Serat *Carbon* 36
4.1.7 Proses Penggulungan Kain *peel ply* 37
4.1.8 Proses penggulungan *Flow Mesh* 37

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

4.1.9 Proses Vacuum Infusion 38
4.1.10. Proses Pencopotan Gulungan Kain *peel ply* dan *flow Mesh* 39
4.1.11. Proses Pencopotan Pipa Dari Cetakan 40
4.1.12. Proses Pengeringan Pipa *Carbon* 40
4.1.13. Proses Uji Tekan Pipa *Carbon* 44
4.2 Pembahasan 45
4.2.1. Analisis Data Uji Tekan Pipa *Carbon Fiber* 46
4.3. Grafik Kekuatan Uji Tekan Pada Pipa Carbon 47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 50
5.1. Kesimpulan 50
5.2 Saran 51
DAFTAR PUSTAKA 52
LAMPIRAN 54

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Jadwal Pembuatan Pipa Carbon. 23

Tabel 4. 1. Data Proses Pengujian Pembuatan Pipa Carbon 30

Tabel 4. 2. Analisi Data Uji Tekan Dari Pengujian Pipa Carbon dari Spesimen 1, 2, dan 3. 47

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pipa https://www.primabesi.com/harga-pipa-besi/ 8

Gambar 2. 2. *Carbon Fiber* 9

Gambar 2. 3. Epoxy Resin 12

Gambar 2. 4. Resin Vinyl Ester https://g.co/kgs/4tkYA2m 12

Gambar 2. 5. Resin Polyester https://g.co/kgs/sYV4Lko 13

Gambar 2. 6. Resin Akrilik https://g.co/kgs/hnuW4X4 14

Gambar 2. 7. Proses Manufaktur Komposit 14

Gambar 2. 8. Uji tekan https://images.app.goo.gl/3iQLEE6VWEfmXDQv5 19

Gambar 3. 1. Ilustrasi Fiber Carbon. 22

Gambar 3. 2. Ilustrasi Resin Epoxy. 23

Gambar 3. 3. Ilustrasi Pipa Logam Baja. 23

Gambar 3. 4. Ilustrasi Pelastik Vakum. 24

Gambar 3. 5. Ilustrasi Butyl Vacuum. 24

Gambar 3. 6. Ilustrasi Mesin Vacuum 25

Gambar 3. 7. Ilustrasi Selang Vacuum. 25

Gambar 3. 8. Ilustrasi Neraca. 26

Gambar 3. 9. Ilustrasi Polivinil Alkohol. 26

Gambar 3. 10. Iluastrasi Miracle Gloss. 27

Gambar 3. 11. Ilustrasi Flow Mesh 27

Gambar 3. 12. Ilustrasi Kain Peel Ply. 28

Gambar 3. 13. Ilustrasi Gunting yang Digunakan. 28

Gambar 3. 14. Ilustrasi Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir Seperti Diagram Alir 30

Document Accepted 18/8/25

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 4. 1. Grafik Perancangan Pipa. 32

Gambar 4. 2. Iustrasi Carbon Fiber Twill 220 Gsm. 34

Gambar 4. 3. Ilustrasi Pemotongan Carbon Fiber 35

Gambar 4. 4. Ilustrasi Pengolesan cairan Miracle Gloss dan Polivinil Alkohol Pada Cetakan 36

Gambar 4. 5. Ilustrasi Proses Penggulungan Carbon Fiber 36

Gambar 4. 6. Ilustrasi Proses Penggulungan Kain Peel Ply 37

Gambar 4. 7. Ilustrasi Penggulungan Flow Mesh 37

Gambar 4. 8. Tahapan Proses Infusion Pipa Carbon 38

Gambar 4. 9. Ilustrasi Proses Infusion pada pipa carbon 39

Gambar 4. 10. Ilustrai Proses pencopotan Gulungan Kain Peel Ply Dan Flow Mesh 39

Gambar 4. 11. Proses Pelepasan Pipa Carbon Dari Cetakan 40

Gambar 4. 12. Ilustrasi Proses Pengeringan Pipa Carbon dari Lapisan (A) 9 Lapis, (B) 11 Lapis, dan (C) 13 Lapis. 41

Gambar 4. 13. Ilustrasi Tahap – Tahap Pembuatan Pipa Carbon Seperti Diagaram Alir 44

Gambar 4. 14. Ilustrasi Tahap – Tahap Lapisan. 44

Gambar 4. 15. Ilustrasi Pengujian pipa carbon (Sampel 2) 45

Gambar 4. 16. Grafik Hasil Pengujian 46

Gambar 4. 17. Grafik Uji Tekan Lapis 9 48

Gambar 4. 18. Grafik Uji Tekan Lapis 11 48

Gambar 4. 19. Grafik Uji Tekan Lapis 13 49

Document Accepted 18/8/25

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil dari uji kekuatan tekan pipa carbon Spesimen 1 50

Lampiran 2. Data hasil dari uji kekuatan tekan pipa carbon Spesimen 2 54

Lampiran 3. Data hasil dari uji kekuatan tekan pipa carbon Spesimen 3 55

Lampiran 4. Luas Alas Persegi Panjang 55

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu masalah utama pipa baja yang sering ditemui adalah korosi. Hal ini menimbulkan banyak kerugian, seperti mempercepat umur pipa dan mengganggu aliran karena endapan pipa dapat mengganggu aliran. Teknik penanganan korosi yang telah dikenal selama bertahun-tahun hanya dapat memperlambat proses, bukan mengatasi masalah secara menyeluruh. Membuat pipa dari komposit polimer berpenguat serat adalah cara yang lebih baik. (Akmal, 2020).

Kebutuhan pipa komposit di Indonesia masih bergantung pada impor yang mahal. Pipa komposit sangat kompleks dan biasanya terdiri dari serat karbon fiber dan resin epoxy sebagai matriksnya. Saat ini, komposit banyak digunakan sebagai bahan struktur karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan logam.

Bahan komposit sangat baik untuk struktur yang membutuhkan kombinasi kekuatan, kekakuan tinggi, dan bobot ringan. Ini karena ketahanan terhadap korosi, harga yang terjangkau, dan massa jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan logam (Cahyono dan Laksamana 2020).

Karena kekuatan dan ringannya, material komposit telah digunakan dalam berbagai produk otomotif, terutama pada bodi mobil. Selain itu, rangka sepeda juga dibuat dari komposit, dengan masing-masing jenis memiliki kelebihan dan kekurangan. Kekuatan sepeda secara keseluruhan dapat dipengaruhi oleh perbedaan data properti material ini (Wulandari et al., 2023).

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Saat ini, sepeda telah berkembang menjadi sarana rekreasi, petualangan, dan olahraga. (Ismunandar,1996: 1). Diantara banyak bahan yang memiliki banyak keuntungan, diera komposit yang canggih ini adalah salah satunya. Struktur frame sepeda yang kuat dan ringan hanyalah beberapa keuntungan menggunakan material komposit. Selain itu, harganya yang terjangkau membuat komposit menjadi sangat populer di pasar saat ini. Selain memiliki banyak keuntungan daripada komposit, itu juga kaku dan tidak tahan terhadap beban kejut. Di masyarakat, sepeda sering patah atau bengkok ketika menabrak atau digunakan di medan ekstrim, seperti menaiki gunung. Rangka sepeda sering patah, terutama bagian sambungan saat pengelasan. Oleh karena itu, proses pembuatan struktur rangka sepeda harus diperbaiki, terutama dalam hal teknik pembuatan dan material yang digunakan. Berdasarkan penjabaran di atas, rangka sepeda memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu, untuk mengurangi kekurangan berat, kekuatan, dan kekakuan rangka sepeda daripada rangka sepeda konvensional, jurnal ini akan menjelaskan bagaimana rangka sepeda dibuat dengan mempertimbangkan nilai kekuatan, kekakuan, dan berat yang lebih ringan (Deva Muhammad Sachio & Carolus Bintoro. 2021).

Karena keunggulannya dalam kekuatan, kekakuan, dan keringanan, serat karbon telah digunakan secara luas di berbagai industri. Serat karbon sering digunakan dalam kombinasi dengan bahan lain, baik yang serupa maupun berbeda, untuk membuat komposit yang memiliki karakteristik khusus. Kombinasi bahan ini memberikan keunggulan pada perangkat yang lebih canggih. Komposit serat karbon sekarang dapat digunakan di banyak industri lain berkat kemajuan dalam rekayasa material. Mereka sekarang dapat digunakan dalam bentuk kawat dan

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

dalam aplikasi kecil seperti konversi energi dan perangkat penyimpanan. Polimer yang diperkuat serat karbon (CFRP) terbukti tahan terhadap tegangan dan korosi saat dibangun. Mereka juga menunjukkan tingkat stabilitas dan daya tahan yang luar biasa. Di masa lalu, industri otomotif didominasi oleh logam, tetapi sekarang komposit serat karbon digunakan di bodi dan komponen lainnya (Saifullah et al. 2021).

Serat karbon memiliki keunggulan dalam penampilan, penguatan, dan proses manufaktur, menurut penelitian. Resin epoxy dipilih sebagai matriks karena kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan polimer lain, serta ketahanan korosi yang lebih baik dalam kondisi basah. Selain itu, resin epoxy memiliki sifat mekanik, listrik, stabilitas dimensi, dan kemampuan tahan panas yang luar biasa (Tauvana dan Kawan-kawan 2020).

Berdasarkan hal tersebut sehingga penulis tertarik memilih judul **Pembuatan dan Uji Tekan Pipa Berbahan *Carbon Fiber Twill* 220 gsm (gram squre per meter)**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

a. Apakah dengan *vacuum pump* pipa dapat dirancang?
b. Apakah serat *carbon fiber* dapat dibuat menjadi pipa?
c. Apakah dengan uji tekan dapat mengetahui kekuatan pipa yang dirancang?
d. Apakah pipa berbahan serat *carbon* berfungsi untuk kerangka sepeda?

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang akan diteliti, maka tujuan yang hendak dicapai didalam penelitian ini yaitu:

a. Mengetahui dengan *vacuum pump* pipa dapat dirancang.
b. Mengetahui serat *carbon fiber* dapat dibuat menjadi pipa.
c. Mengetahui dengan uji tekan dapat memahami kekuatan pipa yang di rancang.
d. Mengetahui pipa dari serat *carbon* berfungsi untuk kerangka sepeda.

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian adalah asumsi (dugaa) sementara terhadap suatu hal yang dibuat. Umumnya, asumsi ini dibuat untuk menjelaskan suatu hal yang dibutuhkan konfirmasi atau pengecekan, jadi hipotesis dari penelitian ini yaitu:

a. Tidak diragukan lagi, carbon fiber sangat membantu sepeda, terlepas dari jenisnya. Produsen sepeda beralih ke penggunaan karbon karena perbandingan kekuatan dan berat, bentuk rangka yang dapat disesuaikan, dan daya tahan yang tahan lama. Bisa dikatakan sepeda masa kini akan memasuki era karbon karena material lain lebih sulit dibuat dan memiliki keterbatasan dalam hal bentuk dan desain. Carbon fiber dapat dicetak dan dibentuk sesuai keinginan desainer sepeda dengan mudah. Material karbon memiliki banyak keunggulan, seperti membuat rangka sepeda yang aerodinamis, kuat, dan ringan. Dengan waktu, bahan ini mulai digunakan di banyak bagian sepeda, bukan hanya rangka dan rangka. Selain banyak keunggulannya, menggunakan sepeda berbahan karbon

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

juga dapat mengurangi kelelalahan pesepeda (https://sepeda.me/parts/frame-sepeda/01okt).

b. Pompa vakum, juga dikenal sebagai pompa vakum, berfungsi untuk mencapai tekanan vakum tertentu dengan mengeluarkan molekul gas dari ruang tertutup ke luar. Di berbagai industri besar, pompa vakum sangat penting untuk berbagai kebutuhan, terutama untuk bidang radiosurgery, radiopharmacy, dan radiotherapy. Vacuum pump digunakan dalam berbagai industri, membantu dalam proses pengangkutan, pengolahan, dan produksi berbagai bahan. Mereka digunakan dalam proses pembuatan dan perakitan bagian mobil, sepeda motor, sepeda, dan lainnya, terutama untuk sistem pengereman. Mesin ini juga sangat membantu dalam pembuatan dan pencetakan bahan. Salah satunya adalah pembuatan pipa, di mana vacuum pump menyebarkan cairan kimia atau resin yang digunakan untuk membentuk pipa ke dalam cetakan (https://intidayads.com/blog/02okt2024).
c. Ketika digunakan sebagai komponen struktur, serat karbon fiber memiliki kekuatan yang lebih besar daripada baja. Selain sangat ringan, serat karbon tidak hanya tahan terhadap kondisi lingkungan yang sulit, tetapi juga tahan terhadap abrasi dan suhu tinggi. Serat karbon sangat tahan korosi, dan karena kekakuan mereka, banyak digunakan dalam komposit geopolimer. Dengan demikian, serat karbon fiber dapat dibuat menjadi pipa dengan melewati beberapa langkah atau dengan memasukkan serat karbon ke dalam cetakan pipa dan kemudian menggunakan vacuum pump untuk mencampur resin (Suwanto, 2017)
d. Uji tekan dapat mengukur kekuatan pipa yang dirancang dengan mengisi pipa dengan cairan (sebagian besar air, kecuali materialnya tidak sesuai untuk air).

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Untuk mencapai tekanan uji yang dapat diterima, tekan pipa. Tekanan kerja desain pipa biasanya lebih kecil daripada tekanan ini. Tahan tekanan selama waktu yang diperlukan untuk memeriksa pipa untuk mengidentifikasi potensi kebocoran. Kurangi tekanan pada pipa setelah memastikan bahwa pengujian telah selesai dan bahwa pipa memenuhi standar industri dan spesifikasi. Perhatikan bahwa saat bejana diisi dengan air, harus ada ventilasi yang memungkinkan udara keluar. Pewarna fluoresen juga dapat diterapkan pada cairan pengujian untuk membantu proses pemeriksaan dan analisis. Setelah terbukti bahwa pipa memiliki tekanan uji yang dapat diterima, pipa dapat disertifikasi sebagai aman untuk digunakan (https://nigen.com/guide-to-pipeline-hydrostatic-testing/02okt).

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki keunggulan atau manfaat sebagai berikut:

a. Manfaat teoritis dari temuan penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi akademisi dibidang tehnik untuk menghasilkan khususnya yang berkaitan dengan pembuatan dan uji tekan pipa dari serat *carbon fiber*.
b. Manfaat bagi peneliti: Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi konstribusi pemikiran bagi upaya mensosialisasikan mengenai keunggulan dari pipa yang terbuat dari serat *carbon fiber*.

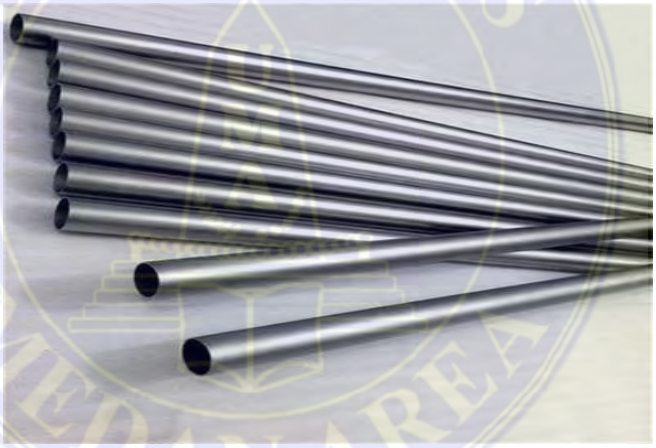
Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pipa

Pipa adalah selongsong bundar, atau silinder berongga, yang banyak digunakan dalam bahan yang digunakan untuk rangka sepeda. Pipa biasanya terbuat dari berbagai bahan sesuai dengan kebutuhan, seperti besi, tembaga, kuningan, plastik, PVC, alumunium, baja, stainless, dan karbon. Bahan-bahan ini biasanya dipilih berdasarkan batas kekuatan tekanan, ketebalan dinding pipa, korosi, dan kekuatan pipa. (Mukti Wibowo 2020)



Gambar 2. 1. Pipa https://www.primabesi.com/harga-pipa-besi/

2.1.1. Sistem Perpipaan

Hampir semua industri menggunakan sistem perpipaan. Salah satu contohnya adalah sistem distribusi yang digunakan untuk membuat kerangka sepeda, dan banyak lagi bagian yang digunakan dalam sistem perpipaan. Karena itu, digunakan secara luas di berbagai bisnis di fasilitas, seperti pabrik LNG, petrokimia, pupuk, nuklir, pabrik sepeda, dan sebagainya(E Sapura, 2015).

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

2.1.2. Jenis Pipa dan Material Pipa

Berdasarkan jenis pipa dan bahan pipa dapat diklasifikasikan sebagai berikut, yaitu :

a. Pipa air: Pipa ini terbuat dari timah hitam yang dilindungi terhadap kerusakan mekanis, sehingga dapat digunakan untuk supply air laut atau saluran sistem bilga. Namun, jangan gunakan pipa ini di ruangan yang rentan terhadap api, karena dapat melebar dan merusak sistem bilga.

b. Pipa minyak: Pipa baja biasanya terbuat dari besi dengan campuran bahan lain, seperti karbon (C) dan mangan (Mn). Bahan gabungan ini adalah yang paling sering digunakan untuk pipa minyak.

c. Pipa gas: Baja karbon adalah material pipa yang paling umum. Spesifikasi ASTM dan ASME *(American Society of Testing and Materials)* untuk pipa jenis ini sangat ketat.

d. Pipa uap: Pipa uap biasanya terbuat dari baja paduan rendah seperti P11 dan P22.

e. Pipa udara: Banyak bahan yang dapat digunakan untuk pipa udara, seperti aluminium, tembaga, kuningan, dan baja tahan karat.

f. Pipa lumpur: Pipa baja ini terbuat dari besi dengan kombinasi karbon (C) dan mangan (Mn).

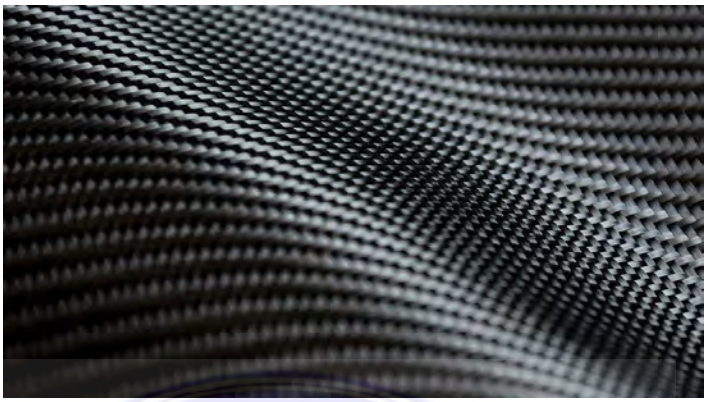
g. Pipa drainase dan lain–lain. (https://www.alvindocs.com/blog/15:52/28sep)

2.2 Carbon Fiber

Pada dasarnya, karbon fiber adalah benang karbon yang sangat tipis, bahkan lebih tipis daripada rambut manusia. Atom karbon terikat bersama untuk

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

membentuk rantai yang panjang, dan karbon fiber dapat diputar dan dijalin seperti kain.



Gambar 2. 2. *Carbon Fiber*

2.2.1. Kualifikasi Serat Karbon (*carbon fiber*)

a) Kekuatan

Serat *carbon* memiliki kekuatan tarik akhir yang biasanya berkisar antara 600-700 KSI (4-4,8 Gpa).

b) Kekakuan

Modulus elastisitas serat *carbon* biasanya 34 MSI (234 Gpa).

c) Bobot

Serat Karbon sangat ringan.

d) Tahan panas

Serat Karbon tahan panas tinggi.

e) Tahan air

Serat Karbon secara umum sangat tahan air.

Serat Karbon memiliki banyak aplikasi, di antaranya:

a. Industri kelautan

b. Industri otomotif

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

c. Industri antariksa

d. Perkuatan struktur

e. Pertahanan nasional

f. Produk sipil kelas atas.

Uji destruktif seperti tegangan, kelelahan, dan penampang mikro dapat digunakan untuk menguji kekuatan serat karbon, yang juga dikenal sebagai serat grafit. Serat karbon lima kali lebih kuat dan dua kali lebih kaku daripada baja. Selain itu, pengujian non-destruktif (NDT), seperti sinar-X, ultrasonik, arus HF Eddy, gelombang radio, atau termografi, juga dapat dilakukan.

2.2.2. Kelebihan dan Kekurangan *Carbon Fiber*

Saat memutuskan untuk menggunakan karbon fiber, Anda harus mempertimbangkan beberapa kelebihan dan kekurangan karbon fiber.

Berikut ini adalah beberapa kelebihan dari *carbon fiber*:

a. Serat Carbon sangat kaku

b. Serat Carbon tahan korosi dan stabil secara kimia

c. Serat Carbon bersifat konduktif listrik

d. Ketahanan lelah dan kekuatan tarik yang lebih baik

e. Tidak mudah terbakar dan konduktivitas termal

f. Tidak beracun, inert secara biologis, dapat ditembus sinar X

Berikut ini merupakan kekurangan dari bahan *carbon fiber*.

a. Kurang lentur jika dibandingkan dengan baja karena memiliki kekakuan yang tinggi. Jika ditekan sampai melampaui batas memiliki resiko pecah.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

b. Harganya terbilang mahal meskipun sesuai dengan kualitasnya yang sangat baik (Bhatt and Goe, 2017).

2.3 Resin

Resin adalah senyawa kompleks yang terdiri dari alkohol, asam resnat, dan resnotannol ester. Memiliki berbagai sifat fisik, seperti kejernihan, kekusaman, kilau, kekerasan, dan bahkan aroma yang khas. Resin dapat ditemukan secara alami atau buatan.

Getah dari berbagai jenis pohon, seperti konifer dan kunjung, dan campuran kimia ini kemudian diproses menjadi bahan perekat yang kuat. Resin harus dibentuk menggunakan cetakan atau secara manual untuk mendapatkan bentuk akhir yang diinginkan. Setelah itu, resin harus dipanaskan agar mengeras dan membentuk objek sesuai cetakan. (https://www.lamudi.co.id/jurnal/resin/16:20/28sep2024)

2.3.1. Resin *Epoxy*

Resin epoxy dengan kandungan karbon, kaca, dan aramid adalah yang paling populer. Resin epoxy juga digunakan oleh para pengrajin untuk membuat karya seni mereka. Namun, dalam dunia industri, resin jenis ini digunakan untuk melekatkan bahan semen dengan mortar, foam yang kaku, dan lantai sampai permukaan berpasir dipadatkan selama proses pengeboran minyak.

Resin epoxy memiliki kualitas yang luar biasa dibandingkan dengan resin jenis lainnya. Resin ini tidak mudah pecah atau tergores dan sangat jernih, yang membuatnya ideal untuk digunakan bersama dengan berbagai bahan lainnya.

Namun, perlu diperhatikan bahwa jenis resin epoxy ini dapat berubah warna menjadi kuning jika terlalu lama berada di suhu yang cukup panas. Ini karena kualitasnya yang tinggi, yang membuatnya dijual dengan harga yang cukup tinggi.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 2. 3. Epoxy Resin

2.3.2. Resin *Vinyl Ester*

Resin jenis ini dibentuk sebagai hasil dari reaksi, yang juga disebut sebagai esterifikasi. Bahan seperti epoxy dengan karboksilat tak jenuh dapat digunakan untuk membuat resin vinyl ester. Resin vinyl ester memiliki keuntungan bahwa mereka tidak mudah retak jika terluka. Komponen mobil, penguat untuk pembangunan jembatan, fascia gedung, dan bahkan peralatan kemiliteran terbuat dari resin vinyl ester. Resin epoxy sedikit lebih mahal daripada vinyl ester ini.

Gambar 2. 4. Resin Vinyl Ester https://g.co/kgs/4tkYA2m

2.3.3. Resin *Polyester*

Resin jenis polyester terlihat bening, tetapi tidak sebening epoxy. Mereka juga mengeluarkan bau yang sangat menyengat, jadi orang yang menggunakannya

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

harus memakai masker. Selain itu, resin ini lebih cepat kering jika digunakan dengan hardener.

Perlu diingat bahwa saat menggunakan resin jenis polyester, tidak boleh menggunakan suhu yang cukup tinggi. Ini karena suhu tinggi dapat menyebabkan kebakaran. Resin polyester dapat digunakan pada casting, lantai, atau pelapis lainnya. Selain itu, perlu diingat bahwa resin polyester jenis ini tidak disarankan untuk digunakan secara kreatif. Ini karena resin polyester akan menjadi lengket jika tidak mendapatkan finishing yang tepat. Resin polyester juga terlihat cukup murah.

Gambar 2. 5. Resin Polyester https://g.co/kgs/sYV4Lko

2.3.4. Resin Akrilik

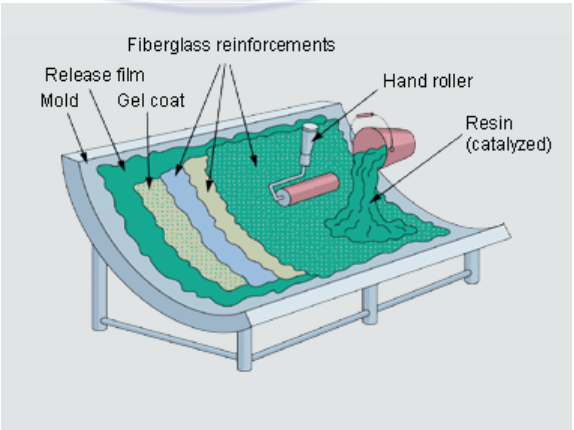
Resin jenis akrilik ini dibuat dari bahan non-metalik dan harus dicampur dengan bahan lain seperti bubuk kering, polimer, katalis, dan sebagainya. Perlu diingat bahwa penggunaan resin jenis ini cukup rumit, jadi sebaiknya dilakukan olehprofesional(https://www.gramedia.com/*bestseller*/resin/#1_*Resin_Epoxy*/17:15wib/28sep2024).

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 2. 6. Resin Akrilik https://g.co/kgs/hnuW4X4

2.4 Proses Manufaktur Komposit

Proses pembuatan atau produksi komposit tersebut sangat penting untuk pembuatan komposit. Komposit adalah kumpulan dua atau lebih bahan yang disusun sedemikian rupa sehingga memperoleh kombinasi sifat fisik dan mekanis yang lebih baik. Komposit memiliki sifat dan karakter yang dipengaruhi oleh material penyusunnya, interaksi antar penyusun, bentuk dan susunan struktural, dan kekuatan dan daya tahan terhadap bobot yang lebih ringan. Komposit terdiri dari dua unsur material, tetapi sifat masing-masing material tidak berubah (Reddy, et al., 2018: 5649).



Gambar 2. 7. Proses Manufaktur Komposit

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Menurut Campbell, (2010:1) terdapat 2 unsur penyusun komposit, yaitu *reinforcement* dan matrik.

A. *Reinforcement*

juga dikenal sebagai serat, adalah komponen penting dari komposit. Penguat lebih kuat, kuat, dan kaku daripada komponen lain. Serat, juga dikenal sebagai serat, adalah jenis bahan yang terdiri dari potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat terbagi menjadi dua kategori, yaitu:

1. Serat Alami: Serat dari alam, seperti serat tumbuhan dan hewan, dapat terurai secara alami, yang membuatnya sangat baik.
2. Serat Sintesis (serat buatan manusia) Serat yang terbuat dari bahan sintesis disebut serat sintetsis. Salah satu tujuan pembuatan serat ini adalah untuk memenuhi kebutuhan akan serat yang dapat menahan suhu tinggi, menyerap energi besat dalam tekanan tinggi, dan mudah diubah warna dan bentuk. Komposit dibagi menjadi 4 berdasarkan jenis penguat yang digunakan (Meyrs dan Chawla, 2009: 765), yaitu:

a. Komposit berpenguat partikel—juga dikenal sebagai komposit berpenguat partikel—merupakan komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan tersebar merata di dalam matriknya. Bisa logam atau non-logam.
b. Komposit serat pendek, atau komposit serat pendek, memiliki orientasi yang tidak teratur dan acak. Besar kekuatan komposit tergantung pada serat yang digunakan, karena serat berfungsi sebagai penopang kekuatan komposit.
c. Komposit serat panjang (continuous fiber reinforced) Serat yang digunakan adalah serat panjang yang tidak terputus hingga ujung lamina material komposit.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Serat yang bisa digunakan adalah serat organik/alam (selulosa, polipropilena, ijuk, goni, rami dan bambu), serat kaca, serat carbon, dan serat aramid.

d. Komposit berlapis, juga dikenal sebagai komposit berlapis, dibentuk oleh penguat berbentuk lembaran yang disusun secara tindih secara tuN/mm2. Semua lapisan yang tersusun memiliki struktur unik yang saling menguatkan.

B. Matrik

Fungsi matrik adalah sebagai bagian komposit dengan prosentase volume terbesar (dominan):

1. Mentransfer tegangan ke serat secara merata.
2. Melindungi serat dari gesekan mekanis.
3. Mempertahankan serat pada posisinya.

Berdasarkan matrik penyusunnya, komposit dibagi menjadi 3 (Meyrs dan Chawla, 2009: 765), yaitu:

a. Komposit matrik polimer/*Polymer* Matrik *Composites* (PMC). Komposit ini menggunakan polimer sebagai matrik.
b. Komposit matrik logam/Metal Matrik *Composite* (MMC). Komposit ini menggunakan polimer sebagai matrik.
c. Komposit Matrik Keramik / Ceramic Matrik *Composite* (CMC) Matrik yang digunakan adalah keramik.

Secara garis besar, metode pembuatan material komposit terdiri atas dua cara yaitu (Mawardi,I., & Lubis,H., 2018) :

1) Proses Cetakan Terbuka (*Open Mould Process*)
2) Proses Cetakan Tertutup (*Closed Mould Process*)

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

2.4.1. Proses Cetakan Terbuka (*Open Mould Process*)

a. *Hand Lay Up*

Membuat produk komposit dengan tangan adalah metode yang paling sederhana. Metode ini melibatkan menuangkan resin ke dalam serat berbentuk anyaman dengan tangan kemudian memberi tekanan dan meratakannya dengan kuas atau rol. Samapai ketebalan yang diinginkan, prosedur ini dilakukan berulang kali.

b. *Vacuum Bag*

Proses pembuatan produk komposit dengan menggunakan botol vacuum merupakan peningkatan dari penyiapan manual. Proses vakum digunakan untuk menghilangkan udara yang terperangkap dan berlebih saat resin digunakan. Pompa vakum digunakan untuk menghisap udara dari wadah komposit di mana proses pencetakan akan dilakukan. Artinya, ketika udara ditutup di dalam wadah, udara di luar penutup plastik akan ditekan ke dalam (Mawardi,I., & Lubis,H., 2018).

c. *Pressure Bag*

Proses pressure bag hampir mirip dengan vakum bag, tetapi menggunakan uap bertekanan atau udara yang dimasukkan melalui wadah elastis daripada pompa vakum. Komposit akan ditekan oleh tekanan udara yang masuk ke dalam cetakan. Tekanan umumnya antara 30 dan 50 psi.

d. *Spray Up*

Proses penyemprotan dilakukan dengan menyemprotkan serat (fiber) melalui chopper. Pada saat yang sama, resin yang telah dicampur dengan katalis juga disemprotkan. Setelah penyemprotan selesai, semprotan akan didiamkan dan dibiarkan mengeras sendirian dalam kondisi atmosfer normal.

e. *Filament Winding*

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Setelah dilewatkan melalui wadah yang berisi resin, fiber roving atau single strand akan diputar di sekeliling mandrel yang bergerak dalam dua arah: radial dan tangensial. Proses ini dilakukan berulang kali hingga lapisan serat yang diinginkan dibuat.

2.4.2. Proses Cetakan Tertutup (*Closed Mould Process*)

a. *Compression Moulding*

Kemasan kompresi menggunakan hydraulic sebagai penekannya. Fibre yang dicampur dengan resin dimasukkan ke dalam rongga cetakan dan kemudian dipanaskan.

b. *Injection Moulding*

Injection molding adalah proses pembuatan komposit dengan mengalirkan resin dan serat ke dalam cetakan dengan tekanan tinggi. Resin dan serat dimasukkan ke dalam rongga bagian atas cetakan dengan temperatur yang dijaga agar resin tidak cair. Resin cair dan serat mengalir ke bagian bawah cetakan, dan mandrel melakukan injeksi ke *nozzle.*

c. *Continuous Pultrusion*

Fibre jenis *roving* dimasukkan ke dalam wadah berisi resin secara terus-menerus ke cetakan pracetak dan dirawat. Setelah itu, dibuat pengerolan sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

d. *Sheet Moulding Compound* (SMC)

SMC adalah proses yang dijalankan secara otomatis, yang memungkinkan kontrol resin yang sangat baik. Selain itu, produk ini memiliki kekuatan mekanis yang baik dengan volume produksi, ukuran, dan sifat keseragaman yang tinggi.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

e. Resin *Transfer Moulding*

Setelah serat penguat dipotong dan dibentuk sesuai dengan ukuran yang diinginkan, cetakan ditutup dan resin dan katalis disemprotkan ke dalamnya dengan pompa.

2.5 Uji Kekuatan dan Tekanan

Kapasitas suatu bahan atau struktur untuk menahan beban yang akan mengurangi ukurannya disebut kekuatan tekannya. Memasukkan data pengujian ke dalam kurva tegangan-regangan menunjukkan kekuatan tekan. Pengujian tekan adalah salah satu jenis pengujian yang bertujuan untuk mengukur tegangan, regangan, dan modulus elastisitas suatu bahan dengan melakukan perlakuan dengan beban tekan secara perlahan sampai material komposit retak atau robek. Nilai modulus elastisitas bahan dapat dihitung dengan menggunakan slope garis elastis linier. Jadi, persamaan ini dapat digunakan untuk menulis nilai modulus elastisitas akibat beban statik secara matematis (Zainal Arif dan kawan-kawan, 2018).

Gambar 2. 8. Uji tekan https://images.app.goo.gl/3iQLEE6VWEfmXDQv5

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Waktu

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan November 2024 sampai dengan bulan Desember 2024 detail jadwal Pembuatan Piapa *Carbon* seperti terlihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut.

Tabel 3. 1. Jadwal Pembuatan Pipa Carbon.

Aktifitas	2024																								2025			
	Nov.				Des.				Des.				Des.				Des.				Des.				Jan.				Jan.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	2	3	4	1	2	3	4
Pengumpulan Alat dan Bahan																															
Pembuatan Pipa																															
Pengeringan Pipa																															
Penyelesaian pembuatan Pipa																															
Pengujian Pipa																															
Analisis Data																															
Penyelesaian Laporan																															
Perbaikan Laporan																															

3.1.2. Tempat

Pembuatan pipa dilaksanakan di Universitas Medan Area yang berada di Jalan Kolam No.1 Medan Estate, Medan, Sumatera Utara dan Pengujian pipa dilaksanakan di Universitas Sumatera Utara yang berada di Jalan Dr. T. Mansur No 9, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20222.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan

a. Carbon Fiber

Pada dasarnya, karbon fiber adalah benang karbon yang sangat tipis, bahkan lebih tipis daripada rambut manusia. Atom karbon terikat bersama untuk membentuk rantai karbon yang panjang. Benang karbon fiber memiliki spesifikasi 3K Twill 220 gram (anyaman 5.5 benang per cm) warna hitam mengkilap dan dapat diputar dan dijalin seperti kain. Dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Gambar 3. 1. Ilustrasi Fiber Carbon.

b. Resin Epoxy

Resin adalah senyawa kompleks yang terdiri dari alkohol, asam resnat, dan resnotannol ester. Memiliki berbagai sifat fisik, seperti kejernihan, kekusaman, kilau, kekerasan, dan bahkan aroma yang khas. Resin dapat ditemukan secara alami atau buatan.Dapat dilihat pada Gambar 3.2.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 3. 2. Ilustrasi Resin Epoxy.

3.2.2. Alat

a. Pipa

Pipa adalah selongsong bundar, atau silinder berongga, yang banyak digunakan untuk bahan rangka sepeda. Pipa biasanya terbuat dari berbagai macam bahan sesuai dengan kebutuhannya, seperti besi, tembaga, kuningan, plastik, PVC, alumunium, stainless, baja, dan karbon. Dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Gambar 3. 3. Ilustrasi Pipa Logam Baja.

b. Plastik Vakum

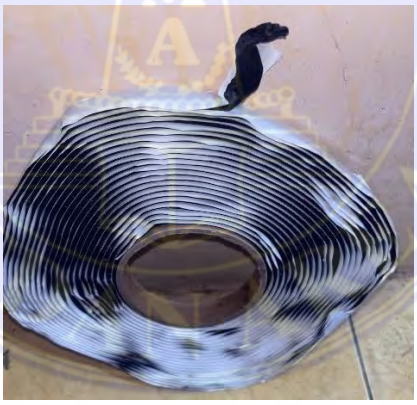
Plastik vakum karbon digunakan dalam teknik lapis skinning karbon untuk membantu penempelan dan menghasilkan anyaman karbon yang rapat. Dapat dilihat pada Gambar 3.4.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 3. 4. Ilustrasi Pelastik Vakum.

a. *Butyl* Vakum (*Sealant* Tape Vakum)

Buthyl vakum, yang terbuat dari karet sintetis, digunakan sebagai sealant untuk vakum bagging dan infusion. Anda juga dapat menggunakannya sebagai perekat untuk mika lampu untuk mencegah embun atau air masuk. Memiliki daya rekat yang tinggi dan tahan lama, dan sangat lembut untuk menutupi celah yang paling kecil. Dapat di lihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5. Ilustrasi Butyl Vacuum.

b. Mesin Vakum

Mesin vakum menyedot atau menghilangkan udara dalam sebuah ruangan, dalam hal ini kemasan plastik, sehingga kandungan udara di dalamnya menjadi lebih sedikit. Dapat dilihat pada Gambar 3.6.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 3. 6. Ilustrasi Mesin *Vacuum*

c. Selang Vakum

Selang vakum adalah sambungan yang dapat disesuaikan yang mengarahkan vakum dari pengumpul otomatis ke berbagai bagian. Dapat dilihat pada Gambar 3.7.

Gambar 3. 7. Ilustrasi Selang Vacuum.

d. Neraca

Timbangan, juga disebut neraca, adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa suatu benda dengan ketelitian massanya pada timbangan. Alat-alat ini sangat beragam dan masing-masing memiliki kegunaannya sendiri. Untuk mengukur berat dan volume resin epoxy dan katalisis, neraca penelitian ini digunakan. Dapat dilihat Pada Gambar 3.8.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Gambar 3. 8. Ilustrasi Neraca.

e. *Polivinil Alkohol (PVA)*

Polivinil alkohol adalah polimer sintetis yang dapat larut dalam air. Dalam penelitian ini, PV digunakan untuk mempermudah pencopotan bahan uji dari molding karena memiliki sifat biocompatible, tidak beracun, dan mudah dalam proses. Dapat dilihat pada Gambar 3.9.

Gambar 3. 9. Ilustrasi Polivinil Alkohol.

f. *Miracle Gloss*

Produk pelepas cetakan, juga dikenal sebagai wax mold release, digunakan untuk mencegah karet dan plastik lengket pada cetakan dan juga digunakan untuk mengkilapkan permukaan. Miracle Gloss dapat digunakan dalam banyak bidang, seperti:

1. Kerajinan prakarya

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

2. Cetakan fiberglass
3. Cetakan silicone
4. Penghiasan dan finishing resin fiber
5. Perawatan mobil, motor, kapal, dan pesawat

Dapat dilihat pada Gambar 3.10. *Iluatrasi Miracle Gloss.*

Gambar 3. 10. Iluastrasi Miracle Gloss.

g. *Flow Mesh*

Jaring lembaran berbahan pelastik PE dapat menahan suhu hingga 120 derajat Celcius, dan digunakan untuk mengalirkan resin ke seluruh permukaan laminasi selama proses vacuum infusion. Pada ilustrasi *Flow Mesh* dapat dilihat pada Gambar 3.11.

Gambar 3. 11. Ilustrasi Flow Mesh

h. Kain *Peel Ply*

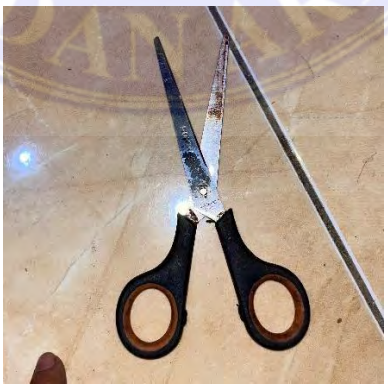
UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Kain peel ply, yang dibuat dari polyester dan memiliki karakter tidak melekat dengan resin, berfungsi sebagai media untuk memisahkan serat karbon dari kain flanel selama proses vaccum bagging atau vacuum infusion. Dapat dilihat pada Gambar 3.12.

Gambar 3. 12. Ilustrasi Kain Peel Ply.

i. Gunting

Gunting, alat pemotong dengan ketajaman dua sisi yang digunakan dengan tangan, digunakan dalam penelitian ini untuk memotong serat karbon, selang vakum, pelastik vakum, mesh aliran, dan kain pel play. Dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13. Ilustrasi Gunting yang Digunakan.

3.3 Metode Penelitian

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan menggunakan survei untuk mengumpulkan data tentang subjek penelitian. Setelah data dikumpulkan, langkah selanjutnya dalam penelitian dapat diputuskan.

3.4 Populasi dan Sampel

Fokus penelitian ini adalah pembuatan pipa serat karbon dan uji tekannya. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat karbon fiber yang digunakan untuk pembuatan pipa. Alat pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Mesin Pengujian Tekan (CTM).

3.5 Prosedur Kerja

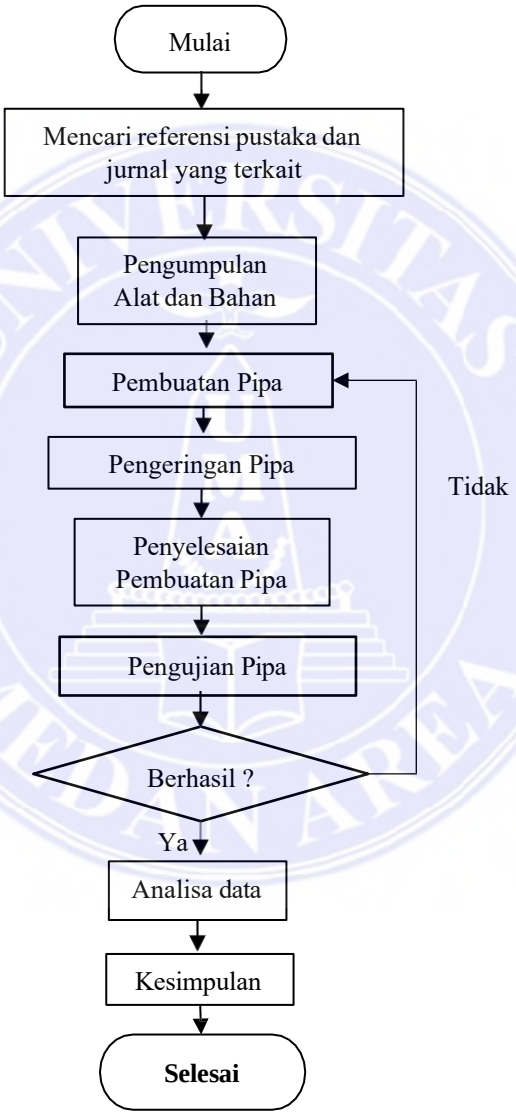
Prosedur yang dilakukan dalam penlitian ini meliputi :

a. Mencari informasi dari buku dan jurnal sebagai pembelajaran *literatur* dan melakukan diskusi dengan pembimbing.
b. Persiapan alat dan bahan memilih dan mencari bahan bahan apa saja yang digunakan.
c. Melakukan pembahasan dan kesimpulan.

Document Accepted 18/8/25
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

3.5.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir adalah representasi utama yang digunakan untuk dasar tindakan. Untuk memudahkan proses pembuatan pipa karbon, diagram alir diperlukan, seperti halnya dalam perancangan dan penelitian.



UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

(a). Berdasarkan hasil penelitian, pengaliran resin epoxy dan penyempurnaan lapisan gulungan serat karbon membutuhkan penggunaan pompa vakum. Pompa vakum juga sangat mempengaruhi kepadatan setiap lapisan, terutama lapisan serat karbon, sehingga pipa menjadi kokoh.

(b). Pipa juga dapat dibentuk dengan serat karbon selama proses pengukuran hingga ukuran, bentuk, dan susunan benang pipa tidak berubah, serat karbon hanya mengikuti bentuk cetakan.

(c). Dengan menggunakan mesin uji universal Test Machine, atau UTM, hasil penelitian pada pipa dapat menunjukkan beban maksimal yang dapat ditahan oleh pipa karbon sampai pipa patah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tiga jenis pipa karbon memiliki lapisan dan ketahanan yang berbeda. Spesimen nomor satu memiliki 9 lapisan serat karbon dengan kekuatan tekan 1563,6 N; spesimen nomor dua memiliki 2787,6 N, dan spesimen nomor tiga memiliki 3755,6 N.

(d). Menurut nilai kekuatan tekan yang diperoleh dari tiga jenis pipa, pipa serat karbon di lapisan 11 juga dapat digunakan sebagai kerangka sepeda.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
---
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terhadap sifat fisik untuk pipa pada lapisan yang terbaik.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pembuatan pipa carbon fiber menggunakan metode yang berbeda.

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

DAFTAR PUSTAKA

Arif, Z., Husaini, H., Ali, N., & Mulyati, S. (2018). Pengaruh Pembebanan Tekan Terhadap Kekuatan Material Komposit diperkuat Serat Ampas Tebu. *JURUTERA-Jurnal Umum Teknik Terapan*, *5*(01), 1-8.

Bhatt, P., & Goe, A. (2017). *Carbon fibres: production*, *properties and potential use*. Mater. Sci. Res. India, 14(1), 52-57.

Cahyono, M. A., & Laksamana, L. (2020). *Pull And Bending Force Carbon Fiber Composite*. *Jurusan Teknik Dirgantara-Sekolah Tinggi Teknologi Adisujipto*, *1*(2).

Cahyono, S. B., & Chawla, A. S. (2020). *The determinants of firm financing structures across sectors: an evidence from Indonesian listed companies. Investment management and financial innovations*, (16, Iss. 1), 100-118.

https://www.alvindocs.com/blog/15:52/28sep2024

https://www.lamudi.co.id/jurnal/resin/16:20/28sep2024

https://www.gramedia.com/best-seller/resin/#1_Resin_Epoxy/17:15wib/28sep2024

https://sepeda.me/parts/frame-sepeda/01okt2024

https://intidayads.com/blog/02okt2024

https://nigen.com/guide-to-pipeline-hydrostatic-testing/02okt2024

Heterogeneous Catalyst Derived from Chicken Bones." *Renewable Energy* 76(April): 362–68. Law, Chung K. 2020. *Combustion Physics*. New York: *United States of America by Cambridge University Press*, New York.

Herlansyah, S., Sentana, A., & Supriyono, T. (2019). *PERANCANGAN SEPEDA LIPAT CUSTOM* (*Doctoral dissertation*, Fakultas Teknik Unpas).

Jalaluddin, J., Akmal, S., Nasrul, Z. A., & Ibrahim, I. (2020). *Analisa Laju Korosi Baja Karbon ST-37 dalam Larutan Asam Sulfat dengan Penambahan Inhibitor Ekstrak Daun Tembakau. Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, *8*(2), 53-72.

Reddy, M. I., Varma, U. P., Kumar, I. A., Manikanth, V., & Raju, P. K. (2018). *Comparative evaluation on mechanical properties of jute, pineapple leaf fiber and glass fiber reinforced composites with polyester and epoxy resin matrices. Materials Today: Proceedings*, *5*(2), 5649-5654.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25

Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Saputra, E., Purwanto, D., Rahim, S. R. U., & Bakhtiar, A. I. (2022). *Peningkatan Performa Panel Surya Dengan Sistem Pendingin Untuk Mereduksi Panas Permukaan*. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, *23*(1), 28-35.

Sultana, N., Hasan, M., Habib, A., Saifullah, A., Azim, A. Y. M. A., Alimuzzaman, S., & Sarker, F. (2023*). Short jute fiber preform reinforced polypropylene thermoplastic composite: experimental investigation and its theoretical stiffness prediction. ACS omega*, *8*(27), 24311-24322.

Suwanto, K. E. (2017). Pengaruh Penambahan Kalsium Oksida Dan Serat Karbon Terhadap Sifat Mekanik *Komposit Geopolimer*.

Sachio, D. M., & Bintoro, C. (2021). Pembuatan Rangka Sepeda Karbon *Epoxy* Komposit Dengan Modifikasi Teknik *Lay-Up* Pada Metode Laminasi Basah. *INOVTEK-SERI MESIN*, *2*(1).

Tauvana, A. I., Syafrizal, S., & Subekti, M. I. (2020). *Pengaruh matrik resin-epoxy terhadap kekuatan impak dan sifat fisis komposit serat nanas. Jurnal Polimesin*, *18*(2), 99-104.

Treacy, M. J., Ebbesen, T. W., & Gibson, J. M. (20218). *Exceptionally high Young's modulus observed for individual carbon nanotubes. nature*, *381*(6584), 678-680.

Wibowo, M. (2020). *PENGARUH JUMLAH TUBE DAN DEBIT ALIRAN TERHADAP EFEKTIVITAS HEAT EXCHANGER* (Doctoral *dissertation,* Universitas Muhammadiyah Metro).

Wijaya, I. (2020). *ANALISA UJI TARIK DAN UJI IMPAK KOMPOSIT PENGUAT KARBON, CAMPURAN EPOXY-KARET SILIKON 30%, 40%, 50%, RAMI, ANYAMAN KAWAT MATRIK EPOXY* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).

Wulandari, F. (2023). *Analisa Sifat Mekanis Pada Material Komposit Serat Karbon Dan Resin Epoxy Dengan Variasi Laminasi* (Doctoral dissertation, ITN MALANG).

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

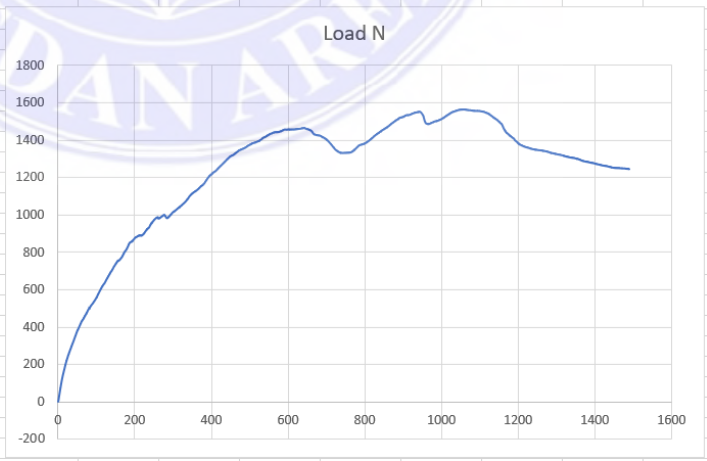
LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil dari uji kekuatan tekan pipa carbon Spesimen 1

Grafik kekuatan yang dihasilkan dari data uji tekan pipa lapis 9. Dapat dilihat pada gambar di bawah:

R1053

	A	B	C
1045	1043	20,77854	1559,562638
1046	1044	20,79854	1560,253467
1047	1045	20,8185	1560,716006
1048	1046	20,83844	1561,051585
1049	1047	20,85842	1561,51174
1050	1048	20,87836	1561,743606
1051	1049	20,89826	1561,841359
1052	1050	20,9182	1562,308666
1053	1051	20,93812	1562,638285
1054	1052	20,95802	1562,845116
1055	1053	20,97796	1562,740806
1056	1054	20,99792	1562,557221
1057	1055	21,01786	1563,29037
1058	1056	21,03776	1563,532368
1059	1057	21,05772	1563,570516
1060	1058	21,07768	1563,557403
1061	1059	21,09762	1563,308251
1062	1060	21,11754	1562,872535
1063	1061	21,13744	1562,662127
1064	1062	21,15738	1562,141771
1065	1063	21,17734	1561,865201
1066	1064	21,1973	1561,191658
1067	1065	21,21726	1561,071255
1068	1066	21,2372	1560,620041
1069	1067	21,25712	1560,265388
1070	1068	21,2771	1559,653239
1071	1069	21,29704	1559,534624
1072	1070	21,317	1559,488131
1073	1071	21,33696	1559,649662
1074	1072	21,35694	1559,578136
1075	1073	21,37686	1559,28428



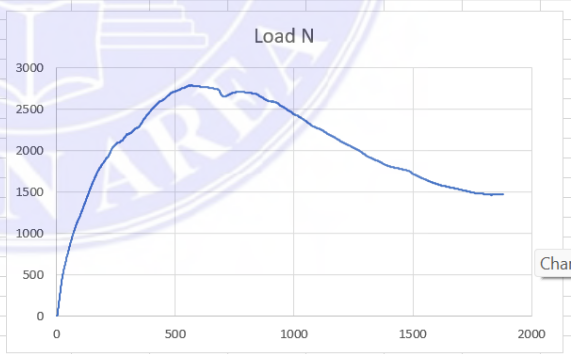
UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Lampiran 2. Data hasil dari uji kekuatan tekan pipa carbon Spesimen 2

Grafik kekuatan yang dihasilkan dari data uji tekan pipa lapis 11. Dapat dilihat pada gambar di bawah:

R578

	A	B	C
561	559	11,1269	2784,90382
562	560	11,14684	2783,689059
563	561	11,1668	2784,540227
564	562	11,18676	2784,709506
565	563	11,20674	2785,906386
566	564	11,22666	2786,98167
567	565	11,24658	2787,659981
568	566	11,26656	2787,677863
569	567	11,28652	2786,918488
570	568	11,30648	2786,585889
571	569	11,32644	2786,638342
572	570	11,34638	2786,321241
573	571	11,36634	2785,646506
574	572	11,38624	2784,596256
575	573	11,40616	2783,468519
576	574	11,4261	2782,067788
577	575	11,44606	2779,705024
578	576	11,466	2778,703651
579	577	11,4859	2778,48311
580	578	11,50584	2778,349594
581	579	11,52574	2778,710803
582	580	11,54566	2778,549868
583	581	11,56558	2779,010023
584	582	11,58556	2778,981413
585	583	11,6055	2779,159037
586	584	11,62546	2779,288977
587	585	11,64542	2779,459449
588	586	11,66532	2779,746748
589	587	11,68524	2779,722906

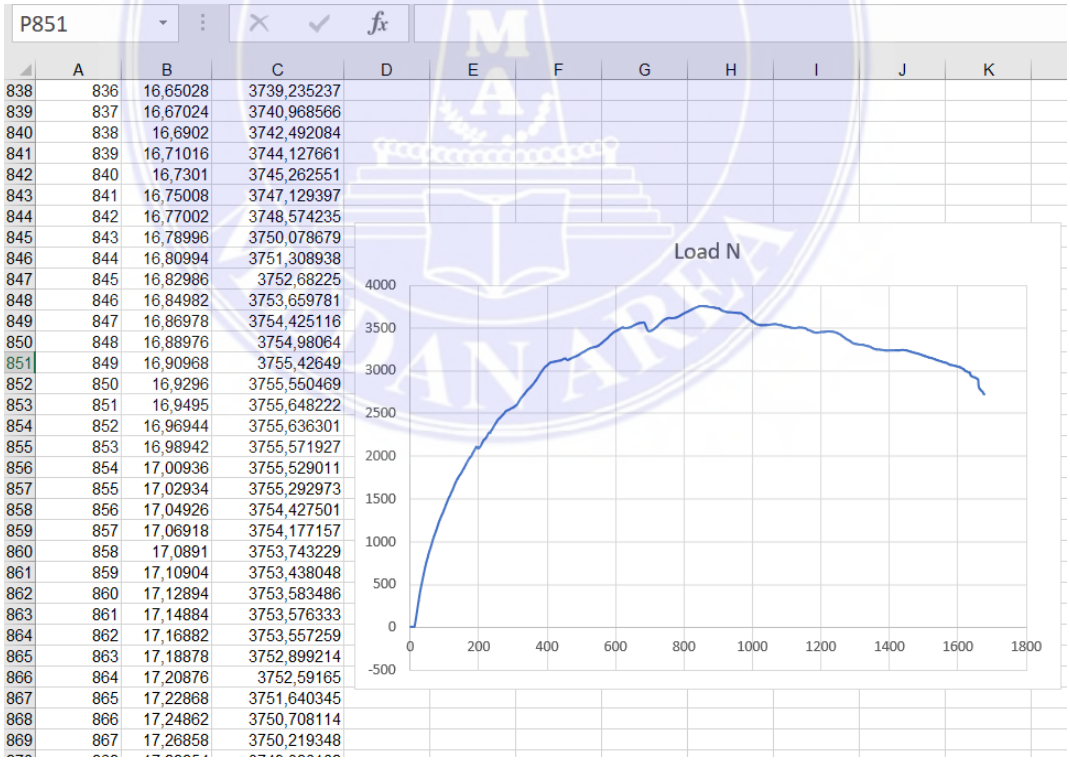


© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Lampiran 3. Data hasil dari uji kekuatan tekan pipa carbon Spesimen 3

Grafik kekuatan yang dihasilkan dari data uji tekan pipa lapis 13. Dapat dilihat pada gambar di bawah:



	A	B	C
838	836	16,65028	3739,235237
839	837	16,67024	3740,968566
840	838	16,6902	3742,492084
841	839	16,71016	3744,127661
842	840	16,7301	3745,262551
843	841	16,75008	3747,129397
844	842	16,77002	3748,574235
845	843	16,78996	3750,078679
846	844	16,80994	3751,308938
847	845	16,82986	3752,68225
848	846	16,84982	3753,659781
849	847	16,86978	3754,425116
850	848	16,88976	3754,98064
851	849	16,90968	3755,42649
852	850	16,9296	3755,550469
853	851	16,9495	3755,648222
854	852	16,96944	3755,636301
855	853	16,98942	3755,571927
856	854	17,00936	3755,529011
857	855	17,02934	3755,292973
858	856	17,04926	3754,427501
859	857	17,06918	3754,177157
860	858	17,0891	3753,743229
861	859	17,10904	3753,438048
862	860	17,12894	3753,583486
863	861	17,14884	3753,576333
864	862	17,16882	3753,557259
865	863	17,18878	3752,899214
866	864	17,20876	3752,59165
867	865	17,22868	3751,640345
868	866	17,24862	3750,708114
869	867	17,26858	3750,219348

Lampiran 4. Luas Alas Persegi Panjang

Lebar = 5 mm = 5 x 10^{-2} m

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25

Panjang = 95 mm = 95 x 10^{-2} m
Luas = P X L = 95 x 10^{2} = 475 x 10^{-4} m^2
= 0,0475 m^2

1. $P = \frac{f}{a} = \frac{1563{,}6\ N}{0{,}0475\ m^2} = 32.917{,}9\ {}^{N}/_{m^2}$
2. $P = \frac{f}{a} = \frac{2787{,}6\ N}{0{,}0475\ m^2} = 58.686{,}3\ {}^{N}/_{m^2}$
3. $P = \frac{f}{a} = \frac{3755{,}6N}{0{,}0475\ m^2} = 79.065{,}3\ {}^{N}/_{m^2}$

UNIVERSITAS MEDAN AREA
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang
1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Document Accepted 18/8/25
Access From (repository.uma.ac.id)18/8/25