PEMBUATAN PRODUK KOMPOSIT *HAND GUARD* MOTOR *TRAIL* BERPENGUAT *CHOPPED CARBON FIBER* MENGGUNAKAN METODE *COMPRESSION MOLDING*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Noval Farhan Tiosyah
No. Mahasiswa : 18525062
NIRM : 1805130054

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PEMBUATAN PRODUK KOMPOSIT *HAND GUARD* MOTOR *TRAIL* BERPENGUAT *CHOPPED CARBON FIBER* MENGGUNAKAN METODE *COMPRESSION MOLDING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Noval Farhan Tiosyah

No. Mahasiswa : 18525062

NIRM : 1805130054

Yogyakarta,

Pembimbing I,

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc., IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PEMBUATAN PRODUK KOMPOSIT *HAND GUARD* MOTOR *TRAIL* BERPENGUAT *CHOPPED CARBON FIBER* MENGGUNAKAN METODE *COMPRESSION MOLDING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : **Noval Farhan Tiosyah**

No. Mahasiswa : **18525062**

NIRM : **1805130054**

Tim Penguji

FAISAL ARIF NURGESANG, MSC.	
Ketua	Tanggal: 30/8/2025
Ir. M. Ridlwan, ST. MT. IPP	
Anggota I	Tanggal: 28/08/2025
Rahmat Riza, ST., MSc.ME	
Anggota II	Tanggal: 28/08/2025

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. Muhammad Khafid., S.T., M.T., IPP

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan ketulusan yang mendalam, tugas akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Kepada orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan doa, terimakasih atas segala pengorbanan, kasih sayang serta segala bentuk tanggung jawab.
2. Dosen pembimbing, bapak Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc., IPP, yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Segenap civitas akademik kampus Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, staf pengajar, karyawan dan seluruh mahasiswa. Semoga selalu diberikan kesehatan dan semangat dalam beraktivitas menjalani hari-harinya di kampus tercinta ini.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya bertanda tangan dibwah ini, Noval Farhan Tiosyah selaku penulis Tugas Akhir yang berjudul "PEMBUATAN PRODUK KOMPOSIT *HAND GUARD* MOTOR *TRAIL* BERPENGUAT *CHOPPED CARBON FIBER* MENGGUNAKAN METODE *COMPRESSION MOLDING*" menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang saya buat merupakan karya sendiri dan bukan dari plagiasi karya tulis orang lain. Seluruh kutipan atau gambar yang ada pada karya tulis ini telah saya sertakan sitasi dan sumber pustakanya. Apabila dikemudian hari saya dianggap melakukan pelanggaran hak cipta atau yang saya tulis pada karya ilmiah ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dan hukum dengan ketentuan yang berlaku.

Yogyakarta, 29 agustus 2025



Noval Farhan Tiosyah

(18525062)

HALAMAN MOTTO

”*At the end of the day nobody knows how hard you hustle for your goals, how lonely you feel at times, how much sleep you lose at times or daily pressure you face. That’s why you have to remember to do it for yourself, what ever that things*.”

(Penulis)

’Selesaikan apa yang sudah kamu mulai”

(Agung Nugroho Adi, S.T., M.T..)

”Kamu harus jauh lebih sukses dari papa”

(Orang Tua Penulis)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul " PEMBUATAN PRODUK KOMPOSIT *HAND GUARD* MOTOR *TRAIL* MENGGUNAKAN CHOPPED CARBON FIBER MENGGUNAKAN METODE *COMPRESSION MOLDING*" ini dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Keluarga saya yang saya cintai, orang tua saya, Kakak saya dan adik saya. Segala ucapan terima kasih tidak akan cukup untuk mereka yang telah membuat penulis sampai sejauh ini.
2. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafid, S.T., M.T., IPP, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin UII yang telah memberikan izin serta fasilitas dalam pelaksanaan penelitian ini.
3. Bapak Agung Nugroho Adi, S.T., M.T.. selaku kemahasiswaan Program Studi Teknik Mesin UII yang selalu mengingatkan dan memberikan motivasi yang berarti.
4. Bapak Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc. IPP, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan dan bimbingan selama menjadi dosen pembimbing tugas akhir.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama masa studi.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin UII Angkatan 2018 dan semua pihak yang telah membantu dalam berbagai bentuk selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
7. kepada UII (Universitas Islam Indonesia) yang telah menerima penulis dengan segala kekurangan penulis, terimakasih sudah menjadi tempat persinggahan terbaik, Terima kasih telah menjadi tempat untuk penulis berkembang sampai sejauh ini.

8. Seluruh teman kontrakan TB. Manunggal yang sudah menjadi teman penulis dimasa-masa terendah sejauh ini.
9. Seluruh anggota JB sudah menjadi teman seperjuangan yang sangat banyak membantu semasa perkuliahan.
10. Untuk Ilyas, Luqman, Unyil dan Bintang sudah membantu selama proses pembuatan produk Tugas Akhir.
11. Terima kasih untuk semua pihak terlibat yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
12. Terakhir, untuk diri saya sendiri yang sudah melewati segala lika-liku dan dinamika selama ini, sudah bisa melewati masa sulit yang saya hadapi, terima kasih untuk tidak menyerah sehebat apapun hantamannya, hanya dilembar persembahan dan skrispi ini saya bisa meluapkan isi hati saya yang nantinya skripsi ini akan bersifat permanen yang akan selalu dikenang oleh saya. 7 tahun kuliah bukan hal yang akan saya sesali, mungkin ini adalah awal dari perjalanan saya untuk masa depan yang akan indah, penulis akan berjanji akan meraih cita-cita yang penulis impikan suatu saat nanti. Penulis akan berjanji penulis akan melampaui apa yang ayah penulis capai selama ini dan akan jauh terus terbang tinggi.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan dapat menjadi referensi bagi pengembangan lebih lanjut serta memberikan kontribusi bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

ABSTRAK

Penelitian ini memproduksi *hand guard* motor dari material komposit *chopped carbon fiber* dan resin epoksi menggunakan metode *compression molding*. Tiga variasi komposisi dibuat dengan perbandingan karbon dan matriks yaitu 46:54, 56:44, dan 67:33. Proses produksi diawali dengan pencampuran bahan, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan *compression molding* yang sudah disiapkan. Produk kemudian menjalani proses *curing* selama 24 jam pada suhu ruang hingga mengeras sempurna. Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik produk meliputi uji defleksi dan pengukuran ketebalan. Uji defleksi penting dilakukan karena handguard harus mampu menahan beban aerodinamis saat motor melaju cepat. Komposisi Penelitian ini memberikan kontribusi dalam menentukan komposisi optimal material komposit untuk aplikasi otomotif.

Kata Kunci : komposit, *woven carbon fiber*, *hand guard*, *compression molding*, uji impak

ABSTRACT

This study manufactures motorcycle handguard covers using chopped carbon fiber *composite material and epoxy resin through compression molding method. Three composition variations were created with different fiber-to-matrix ratios: 46:54, 56:44, and 67:33. The production process began with material mixing, followed by placement into prepared compression molding dies. The products then underwent a 24-hour room temperature curing process until completely hardened.Testing was conducted to determine product characteristics, including deflection testing and thickness measurement. Deflection testing is crucial as handguards must withstand aerodynamic loads during high-speed motorcycle operation. This research contributes to determining the optimal composite material composition for automotive applications.*

.

Keywords; *composite, woven carbon fiber, hand guard, compression molding, impact test*

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Pengesahan DOSEN Pembimbing ii
Lembar Pengesahan DOSEN PENGUJI ..... **Error! Bookmark not defined.**
LEMBAR PERSEMBAHAN iv
HALAMAN MOTTO v
KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH vi
Abstrak viii
Abstract ix
Daftar Isi x
Daftar Tabel xii
Daftar Gambar xiii
Daftar Notasi xiv
Bab 1 Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
Bab 2 TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Kajian Pustaka 7
2.2 Dasar Teori 10
2.2.1 *Hand guard* Sepeda Motor 10
2.2.2 Komposit 10
2.2.3 Compression Molding 12
2.2.4 *Chopped Carbon fiber* 13
2.2.5 Uji Defleksi 15
2.2.6 Fraksi *Volume* 16
2.2.7 Resin 17
Bab 3 METODE PENELITIAN 18

3.1 Alur Penilitian 18
3.2 Alat dan Bahan 19
3.3 Penentuan Kriteria Produk 24
3.4 Desain Eksperimen 24
3.5 Proses Pembuatan Produk 25
3.5.1 Persiapan Bahan Produk 26
3.5.2 Persiapan Cetakan Produk 26
3.5.3 Pembuatan Campuran Resin dan Katalis 26
3.5.4 Proses (*Stacking)* produk 27
3.5.5 Proses *Compression Molding* Produk 28
3.5.6 Proses Pelepasan Produk (*Ejecting)* 29
3.5.7 Proses *Finishing* Produk 30
3.6 Proses Pengukuran Dimensi Ketebalan Produk 31
3.7 Uji Defleksi 33
3.8 Analisis Hasil Produk 35
Bab 4 Hasil dan pembahasan 36
4.1 Pengaruh Jumlah Fraksi Volume Karbon dan Resin terhadap Ketebalan dan Massa Produk 36
4.2 Pengaruh Jumlah Fraksi Volume Karbon dan Resin Terhadap Kekakuan Produk 37
4.3 Hasil Produk dan Pemasangan Produk 38
4.4 Kendala-Kendala Yang Terjadi Pada Proses Pembuatan Produk 40
Bab 5 Penutup 42
5.1 Kesimpulan 42
5.2 Saran 43
DAFTAR PUSTAKA 44
LAMPIRAN 49

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat 19
Tabel 3-2 Bahan 23
Tabel 3-3 Komposisi pembuatan Produk 24
Tabel 3-4 Massa Karbon dan Matriks 25
Tabel 3-5 Standar Pengujian Defleksi 34
Tabel 4-1 Hasil Pengukuran Ketebalan Produk 36
Tabel 4-2 Hasil Pengukuran Massa Produk 37
Tabel 4-3 Hasil Pengujian Defleksi 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *Hand guard* motor 10
Gambar 2.2 Ilustrasi Material Komposit 11
Gambar 2.3 *Compression Molding* 12
Gambar 2.4 Sebelum terjadi deformasi 15
Gambar 2.5 Setelah terjadi deformasi 15
Gambar 3.1 Alur Penelitian 18
Gambar 3. 2 Proses Pembuatan Produk 25
Gambar 3.3 *Molding* 26
Gambar 3.4 Pembuatan Campuran Resin dan Katalis (*Hardener*) 27
Gambar 3.5 Proses Pemberian *Wax* 27
Gambar 3.6 Proses *Stacking Karbon* 28
Gambar 3.7 Proses *Compression Molding* 29
Gambar 3.8 Pelunakan Produk Dalam *Oven* 29
Gambar 3.9 Pelepasan Produk Dari *Mold* 30
Gambar 3.10 Pemotongan Sisa karbon dan Resin Yang Keluar 30
Gambar 3.11 Bagian Permukaan A 31
Gambar 3.12 Bagian Permukaan B 31
Gambar 3.13 Bagian Permukaan C 32
Gambar 3.14 Pengukuran Ketebalan Produk 32
Gambar 3.15 Penimbangan Massa Produk 33
Gambar 3.16 Pengujian Defleks 33
Gambar 4.1 Hasil *Finishing* 39
Gambar 4.2 Pemasangan Produk *Hand Guard* 39
Gambar 4.3 *Void* Pada Produk 40
Gambar 4.5 Pemberian *Wax* Berlebihan 41

DAFTAR NOTASI

CF = *Carbon Fiber*

ρ = Massa jenis (g/ mm^3)

m = Massa (g)

v = Volume (mm^3)

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan sepeda motor di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, Selain karena harga yang relatif terjangkau, motor juga menawarkan efisiensi dalam hal waktu dan kemudahan mobilitas, terutama di tengah kondisi lalu lintas yang padat. Sepeda motor masih menjadi pilihan utama masyarakat Indonesia dalam memenuhi kebutuhan mobilitas harian. Hal ini tidak lepas dari keunggulannya yang praktis, hemat bahan bakar, dan mudah digunakan dalam kondisi lalu lintas yang padat. Dibandingkan kendaraan pribadi lainnya, sepeda motor lebih terjangkau secara ekonomi dan efisien dalam menempuh jarak dekat maupun menengah. Dengan aksesibilitas dan ketersediaan motor di berbagai lapisan masyarakat turut memperkuat posisinya sebagai alat transportasi yang paling diminati di Indonesia. Peningkatan jumlah pengguna motor setiap tahunnya menjadi bukti nyata akan tingginya ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan ini (Wijayanti, 2018).

Peningkatan jumlah pengguna sepeda motor dari tahun ke tahun menunjukkan tingginya ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan Namun, tren ini juga menimbulkan konsekuensi serius dalam aspek keselamatan berkendara. Terkait dengan peningkatan jumlah pengguna sepeda motor, tentu saja hal tersebut sangat sejalan dengan meningkatnya angka kecelakaan lalu lintas, di mana pengendara motor menjadi kelompok paling rentan mengalami cedera maupun fatalitas. Oleh karena itu, perlindungan dan keselamatan bagi pengendara sepeda motor perlu mendapatkan perhatian khusus dalam pengembangan desain maupun kebijakan keselamatan lalu lintas, Kecelakaan lalu lintas tidak terlepas dari peran peningkatan jumlah kendaraan bermotor (Azizah, 2016).

Tangan merupakan bagian tubuh yang paling sering mengalami cedera dalam kecelakaan motor karena medan yang ditempuh oleh pengendara berupa material yang kasar seperti kerikil dan pecahan tanah yang berada di depan motor pengendara (Megawati, Sadika, & Muchlis, 2015). Kesadaran akan pentingnya

perlindungan terhadap tangan saat berkendara masih tergolong rendah. Mayoritas pengendara hanya mengandalkan sarung tangan, yang belum tentu mampu melindungi tangan dari benturan langsung.

Penggunaan *hand guard* menjadi salah satu alternatif solusi. *Hand guard* adalah pelindung tangan yang biasanya terpasang di bagian stang sepeda motor. Fungsinya tidak hanya melindungi tangan dari benturan dan terpaan benda asing, tetapi juga meningkatkan kenyamanan saat berkendara di berbagai kondisi cuaca. Meskipun demikian, masih banyak pengendara yang belum memanfaatkan perangkat ini, baik karena alasan estetika, kurangnya informasi, maupun karena desain *hand guard* yang belum sepenuhnya ergonomis atau sesuai dengan kebutuhan pengguna harian, Berdasarkan hal tersebut, pembuatan aksesoris *cover* motor *trail* berbahan dasar komposit diharapkan dapat menjadi nilai tambah tersendiri.

Material komposit merujuk pada gabungan dua atau lebih jenis material yang disatukan membentuk suatu material baru yang memiliki sifat lebih unggul. Ciri utama dari material komposit adalah bagian-bagian penyusunnya masih dapat dikenali secara visual. Keunggulan dari material komposit terletak pada kemampuannya untuk menggabungkan sifat-sifat terbaik dari masing-masing bahan penyusunnya. Bahkan, material komposit sering kali menunjukkan karakteristik baru yang tidak dimiliki oleh satu pun bahan asalnya. Inilah yang membuat material komposit menjadi pilihan utama dalam berbagai aplikasi teknik dan industri, seperti dalam konstruksi pesawat, kendaraan ringan, hingga peralatan olahraga. Selain kuat dan ringan, material ini juga dapat dirancang sesuai kebutuhan spesifik, menjadikannya solusi material yang fleksibel dan efisien (Jones, 1999).

Dalam konteks ini, diperlukan sebuah kajian yang lebih mendalam mengenai efektivitas *hand guard*, baik dari sisi keselamatan maupun kenyamanan. Selain itu, pengembangan desain *hand guard* yang ergonomis, ringan, tahan lama, dan terjangkau juga menjadi penting agar dapat diterima secara luas oleh masyarakat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kesadaran pengendara akan pentingnya perlindungan tangan, serta

mendorong inovasi desain produk yang mendukung keselamatan berkendara secara menyeluruh.

Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Wega Adi Wiguna (2025), telah berhasil membuat produk hand guard dari material *woven carbon fiber* dengan metode *compression molding*, dan menunjukkan bahwa semakin banyak lapisan karbon, maka kekuatan impaknya juga meningkat. Material *woven carbon fiber* memiliki keunggulan dalam kekuatan tarik dan distribusi beban karena struktur anyamannya. Namun, *woven carbon* juga memiliki keterbatasan yaitu kurang fleksibel untuk dibentuk secara detail. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan pendekatan yang berbeda, yaitu menggunakan *chopped carbon fiber* sebagai penguat dalam pembuatan produk hand guard. *Chopped carbon fiber* memungkinkan dapat tersebar lebih merata dalam matriks resin dan lebih fleksibel untuk mengisi cetakan yang kompleks. Dengan menggunakan metode *hand lay-up* dan kombinasi *compression*, *chopped carbon fiber* memberikan keuntungan dalam segi kemudahan produksi dan efisiensi bentuk.

Pendekatan ini juga memungkinkan fleksibilitas dalam menentukan fraksi *volume* antara serat dan resin, yang berpengaruh langsung terhadap ketebalan, massa, dan kekakuan produk akhir. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya melanjutkan kajian dari penelitian sebelumnya, tetapi juga memberikan pendekatan alternatif dengan efisiensi bentuk yang lebih baik, serta pengujian langsung terhadap defleksi mekanik yang merepresentasikan kekakuan produk saat menerima beban. Harapannya, penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan produk pelindung sepeda motor berbahan komposit yang lebih efisien, kuat, dan terjangkau, serta mendorong peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya keselamatan saat berkendara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi fraksi *volume chopped carbon fiber* dan resin terhadap kekuatan mekanik *hand guard*?
2. Metode pembuatan apa yang optimal untuk menghasilkan *hand guard* dengan kekuatan dan kekakuan yang sesuai?
3. Berapa nilai defleksi produk *hand guard* pada berbagai komposisi material?
4. Berapa nilai ketebalan produk *hand guard* terhadap kekakuan?

1.3 Batasan Masalah

Setelah merumuskan permasalahan yang akan diteliti, selanjutnya penulis perlu menetapkan batasan masalah guna memperjelas fokus kajian yang akan dilakukan sehingga tidak menimbulkan permasalahan di luar penelitian yang dilakukan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Jenis material bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Chopped carbon fiber*.
2. Pembuatan produk menggunakan metode *Compression Molding*.
3. Variasi fraksi volume karbon dan resin menggunakan 3 variasi yaitu: 67%:33%, 56%:44%, dan 46%:54%.
4. Suhu *curing* menggunakan suhu ruang.
5. *Mold Release* sebagai bahan untuk mempermudak pelepasan produk dari molding
6. Lama waktu *press* yaitu 24 jam.
7. Pengujian hanya dilakukan pada uji defleksi.
8. Produk *hand guard* ditujukkan untuk jenis sepeda motor yang menggunakan stang lebar/*flat bar*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, antara lain:

1. Menganalisis pengaruh variasi fraksi *chopped carbon fiber* dan resin terhadap nilai defleksi *hand guard* dan ketebalan.
2. Menentukan komposisi material komposit terbaik untuk performa mekanik optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari tujuan penelitian di atas adalah sebagai berikut :

1. Dapat menjadi landasan pengetahuan dalam proses pembelajaran dan mendorong penggunaan metode *compress molding* dengan Chopped carbon fiber dalam industri pembuatan komponen dan sparepart kendaraan.
2. Memberikan solusi material ringan dan kuat untuk produk otomotif khususnya *hand guard* motor.
3. Membantu pengembangan produk komposit dengan komposisi material yang optimal untuk meningkatkan performa dan ketahanan produk.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini disusun secara berurutan untuk mempermudah dalam pembahasan. Penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

   Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

   Bab ini menjelaskan mengenai kajian pustaka, dasar teori, dan sitasi yang digunakan untuk Tugas Akhir.
3. BAB III METODE PENELITIAN

   Bab ini menjelaskan mengenai metodologi penelitian, langkah-langkah, dan metode yang digunakan pada penelitian ini.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

   Bab ini berisi hasil pembahasan berdasarkan rancangan yang telah dilakukan.

5. BAB V PENUTUP

   Bab ini berisi kesimpulan, saran, dan manfaat dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penggunaan material komposit dalam dunia otomotif sekarang sudah mulai banyak banyak digunakan dikalangan masyarakat. Komposit merupakan hasil gabungan dari beberapa bahan yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat fisik masing-masing, dengan tujuan menghasilkan material baru yang memiliki karakteristik unik dan berbeda dari sifat asli bahan-bahan penyusunnya. Karena terdiri dari material yang berbeda, maka diperlukan adanya ikatan yang kuat antar permukaannya. Untuk memperkuat ikatan ini, sering kali ditambahkan zat pembasah (*wetting agent*) (Nurkumala & Rizka, 2013). Salah satu produk dari material komposit adalah *hand guard* pada sepeda motor. *Hand guard* memiliki kegunaan untuk melindungi tangan pengemudi dari benturan, serpihan batu atau kondisi lainnya dimana selain protektif juga memberikan fungsi estetika.

Material yang cocok untuk mendukung pembuatan *hand guard* adalah *chopped carbon fiber*. Serat karbon (CF) banyak digunakan sebagai pengisi penguat diberbagai bidang aplikasi, karena kekuatan dan kekakuan spesifiknya yang tinggi. Selain kinerja mekanis yang lebih unggul dibandingkan dengan serat penguat lainnya, CF juga menawarkan sifat menguntungkan lainnya yang semakin diminati. Penelitian terbaru menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan pada konduktivitas termal dan listrik dari komposit polimer yang diperkuat carbon fiber (Unterweger et al., 2020). *Chopped carbon fiber* terbuat dari filamen karbon kristal tipis dan kuat yang digunakan untuk memperkuat material dan lebih tipis dari rambut manusia. Beratnya ringan dan lima kali lebih kuat dari baja serta dua kali lebih kaku. Diameternya sekitar 5–15 mm dan panjangnya bervariasi dalam ukuran 2, 6, 12, 18 mm, sebagian besar tersusun dari atom karbon. Serat ini memiliki kepadatan rendah, ketahanan aus, kekuatan spesifik tinggi, kekakuan, koefisien gesek rendah, konduktivitas termal dan listrik yang sangat baik dibandingkan dengan serat kaca, menjadikannya menarik untuk untuk banyak aplikasi, terutama

dalam industri otomotif (Tanaka et al, 2019) yang cocok untuk digunakan sebagai bahan penguat dalam pembuatan *hand guard* motor.

Compression molding merupakan salah satu fabrikasi yang menawarkan keunggulan kompetitif yang kuat dalam produksi massal suku cadang dan komponen industry, dan keunggulan tersebut tumbuh seiring dengan volume produksi (Ding et al., 2017). Metode ini menggunakan cetakan yang diberi tekanan untuk memastikan resin menyebar merata dan mengikat serat karbon dengan baik (Hafiz, A., Sugiman, & Setyawan, P. D, 2021).

Compression molding memungkinkan memungkinkan penyebaran *chopped carbon* secara merata dalam cetakan, kemudian memberikan tekanan sehingga resin dapat mengisi seluruh rongga cetakan dengan sempurna. Untuk membuat produk yang presisi, waktu relatif singkat, menghasilkan permukaan yang halus di kedua sisi, dan dapat digunakan untuk pembuatan produk dalam jumlah banyak, metode compression molding paling unggul dibandingkan dengan metode lainnya (Nurgesang dan Akbar, 2024).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Wona et al., 2015) tentang pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan bending dan impact. Dalam penelitian ini menggunakan variasi fraksi volume fiber sebesar 20%, 30%, dan 40%. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah kekuatan bending dan impact menglami kenaikan seiring dengan meningkatnya fraksi volume. Bending terbesar diperoleh pada komposit dengan fraksi volume 40% sebesar 93.790 Mpa dan yang terendah pada 20% sebesar 59.160 Mpa. Selanjutnya ada penelitian oleh (Boimau, 2010) yang meneliti terkait pengaruh fraksi volume dan Panjang serat terhadap sifat bending komposit polyester. Penelitian menggunakan variasi 20%, 30%, dan 40%. Dimana hasil yang didapatkan adalah pada fraksi volume 40% tegangan bending sebesar 83,08 Mpa dan terendah pada fraksi volume 20% sebesar 34,53 Mpa. Berdasarkan kedua penelitian tersebut dapat di ambil kesimpulan bahwa semakin meningkat fraksi volume maka tegangan bending juga akan meningkat.

Berdasarkan penelitian Nurgesang dan Akbar (2024) Material komposit serat karbon fiber dan resin epoksi, yang diproduksi menggunakan metode compression molding, sangat diminati di industri otomotif karena sifat kuat dan ringan. Proses curing, yang melibatkan polimerisasi resin, merupakan faktor

krusial bagi keberhasilan produk. Meskipun suhu *curing* tinggi (misalnya 60, 80, dan 100∘C selama 3 jam) mempercepat pengerasan, hal ini menyebabkan cacat *void* karena pengerasan resin yang terlalu cepat. Sebaliknya, curing pada suhu ruang 27∘C dengan waktu yang lebih lama (24 jam) menghasilkan produk yang optimal dengan permukaan halus dan minim cacat. Produk ini menunjukkan kekakuan yang jauh lebih baik dengan defleksi sekitar 0.024-0.030 mm di bawah beban 600 gram, dibandingkan produk asli yang defleksinya mencapai 1.013 mm. Ketebalan komposit ini juga mendekati produk asli, misalnya Komposit 27C24J memiliki ketebalan 2.75 mm, 2.77 mm, 2.76 mm di titik A, B, C, sementara produk asli 2.85 mm, 2.75 mm, 2.66 mm. Hasilnya, produk ini dapat dipasang secara *plug and play* sebagai *cover shockbreaker* Vespa Sprint 150.

Dari penelitian Pasinggi (2024) menyebutkan bahwa defleksi dan perputaran sudut berbanding lurus dengan peningkatan beban pada material komposit berpenguat serat beluru. Uji defleksi merupakan salah satu metode penting yang diterapkan untuk mengkarakterisasi sifat mekanis material komposit (Fauzi, 2014). Pengujian ini digunakan untuk menentukan ketahanan material terhadap beban lentur, yang merupakan indikator utama performa pada aplikasi struktural. Melalui uji defleksi, parameter penting seperti modulus elastisitas, kekuatan lentur, dan deformasi material dapat diukur dengan akurat (Naharuddin et al, 2014).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *hand guard* sepeda motor berbahan *chopped carbon fiber* menggunakan resin. Yang diharapkan akan memiliki kekuatan yang tinggi dan tahan terhadap benturan. Dan harapannya dapat menjadi referensi dalam pengembagan *hand guard* menggunakan *chopped carbon fiber* melalui metode *compression molding*.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 *Hand guard* Sepeda Motor

Hand guard disebut juga sebagai *lever guard* sebenarnya adalah aksesoris tambahan pada sepeda motor. Biasanya digunakan pada pelindung motor GP atau *sport* dan untuk tipe motor *adventure*. Part ini berfungsi untuk memberikan proteksi pada tuas rem dan kopling Ketika motor jatuh atau terguling serta memberikan pencegahan agar tuas rem atau kopling tertekan saat berdekatan dengan motor lain. Selain itu, berfungsi juga sebagai pelindung jari-jari yang terhitung saat terjadi benturan keras sehingga tulang jari tetap aman.



Gambar 2.1 *Hand guard* motor
Sumber : www.dayaauto.co.id

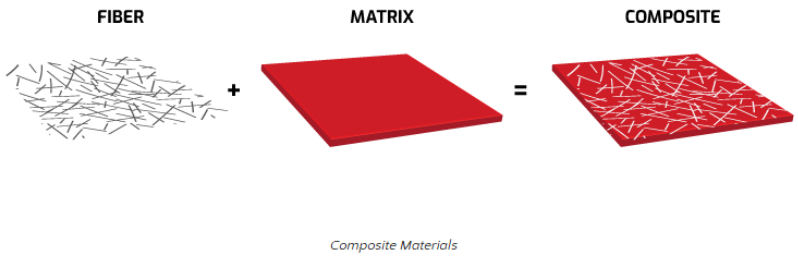
2.2.2 Komposit

Komposit adalah material yang tersusun dari dua atau lebih bahan berbeda yang digabungkan pada skala makroskopis. Material ini terdiri atas dua komponen utama, yaitu matriks sebagai pengikat dan penguat sebagai elemen struktural. Gabungan kedua komponen ini membentuk material baru dengan sifat-sifat yang berbeda dari masing-masing bahan asalnya (Gibson, 1994).

Komposit biasanya terdiri dari dua komponen utama, yaitu serat (*fiber*) sebagai penguat, dan matriks sebagai bahan pengikat. Serat berfungsi memberikan kekuatan mekanik, sementara matriks yang umumnya berupa polimer-berfungsi menjaga posisi serat serta mentransfer beban antar serat. Dalam struktur jadi, elemen individu tetap terpisah dan berbeda, membedakan komposit dari campuran

dan larutan padat (Chandrasekar, 2017). Material ini dirancang dengan menggabungkan karakteristik fisik dari masing-masing komponen penyusunnya untuk membentuk material baru dengan sifat-sifat unik yang tidak dimiliki oleh bahan aslinya secara terpisah. Salah satu kelebihan komposit adalah kemampuannya untuk disesuaikan kekuatannya pada arah tertentu sesuai kebutuhan, yang dikenal dengan istilah *tailoring properties* (Bifel, Maliwemu, & Adoe, 2018).

Gambar 2-1 menggambarkan susunan material komposit yang tersusun atas dua elemen utama, yaitu material penguat (*reinforcement*) yang berfungsi memberikan kekuatan, dan matriks (*matrix*) sebagai media pengikat yang menyatukan seluruh struktur komposit.

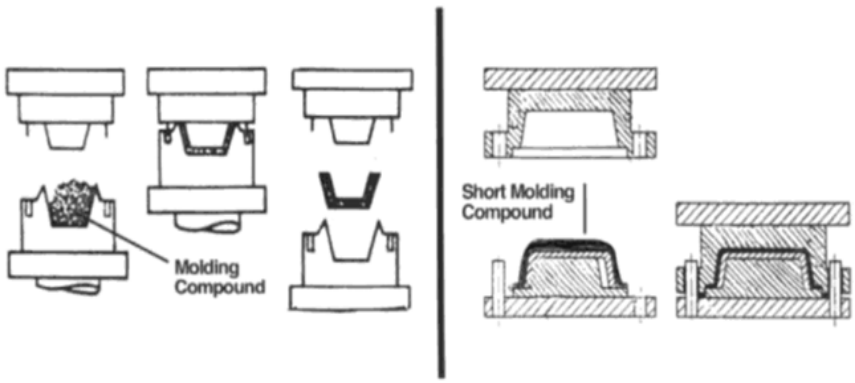


Gambar 2.2 Ilustrasi Material Komposit

Sumber: https://www.theengineeringchoice.com/what-is-composite-material/?utm_source=chatgpt.com

2.2.3 Compression Molding

Compression molding adalah metode produksi untuk fabrikasi material komposit. Dalam metode ini, material yang telah dipanaskan terlebih dahulu ditempatkan ke dalam rongga cetakan terbuka yang dipanaskan, cetakan ditutup dengan sumbat atas dan dikompresi di bawah tekanan yang seragam sehingga polimer bersentuhan dengan semua area cetakan. Kemudian, material cetakan diawetkan di bawah suhu dan tekanan yang ditentukan dan dikeluarkan dari system (Dixit et al., 2016). Produk akhir biasanya memiliki kekuatan mekanik yang tinggi dengan geometri yang kompleks. Untuk mendapatkan produk berkualitas tinggi melalui pencetakan kompresi, mengoptimalkan desain cetakan dan kondisi pemrosesan seperti analisis aliran dan pengawetan sangat penting (Rosato, 2004).



Gambar 2.3 *Compression Molding*

Compression molding merupakan metode lama dan umum untuk mencetak platik *thermoset*. Dengan metode ini, bahan baku dapat di ubah menjadi produk hanya dengan mengompressnya menjadi bentuk yang diinginkan. Keuntungan yang membuat *compression moding* tetap popular terutama karena pengoperasian yang sederhana yang mendefinisikan *system* tersebut. Rongga yang dipanaskan di isi secara langsung kemudian diberi tekanan selama siklus pengawetan (*cure cycle*). Contoh keuntungannya adalah sebagai berikut :

a) Biaya perkakas rendah karena cetakan yang biasa digunakan sedehana.

b) Hanya sedikit material yang terbuang karena biasanya tidak ada cetakan atau *runner*.

c) Sifat mekanis tetap tinggi karena material hanya menerima sedikit penguyahan dalam prosesnya dan saat menggunakan tulangan, sifat tersebut benar-benar tidak rusak atau pecah.

d) Tekanan penjepitan yang dibutuhakan lebih sedikit dibandingkan sebagaian proses lainnya.

e) Peralatan lebih murah.

f) Erosi rongga akibat aksi pencucian minimal dan maintenance lebih rendah karena Panjang aliran lelehan lebih pendek.

2.2.4 *Chopped Carbon fiber*

Chopped carbon, atau disebut juga sebagai serat karbon yang telah dipotong, terdiri dari serat karbon dengan panjang yang bervariasi, umumnya antara 3 hingga 50 mm, yang berasal dari serat karbon kontinu. Penampilannya mirip dengan potongan serabut yang kecil. *Chopped carbon* umumnya digunakan dengan cara dicampurkan ke dalam matriks polimer seperti *epoxy*, *nylon*, atau *polypropylene*, untuk menghasilkan komposit yang diperkuat dengan serat pendek (Wan & Takahashi, 2016). Serat karbon (*carbon fiber*) dapat memperkuat komposit atau kain yang bukan *woven* untuk menunjukkan keunggulannya dibandingkan logam, seperti bobot yang ringan, kekuatan mekanik yang tinggi, sifat ketahanan korosi/termal yang sangat baik, dan lain sebagainya (Santos et al., 2015). Material komposit polimer yang diperkuat *chopped carbon fiber* digunakan dalam aplikasi potensial di bidang biomedis, elektronik, dirgantara, dan ketahanan korosi bilah turbin pasang surut untuk meningkatkan sifat mekaniknya (Choudhari, et al 2020).

Berdasarkan perbedaan panjang, ada dua kategori *carbon fiber*, yaitu *carbon fiber* kontinu dan *carbon fiber* terpotong (juga dikenal sebagai *carbon fiber* pendek). *Carbon fiber* kontinu selalu muncul ribuan meter dan dililitkan ke dalam gulungan serat untuk kemudahan penyimpanan dan pengangkutan dalam aplikasi komersial. Selain itu, karena satu monofilamen *carbon fiber* hanya berdiameter beberapa mikron, untuk menjaga produksi berkelanjutan dan mengurangi biaya, *carbon fiber* kontinu biasanya dibuat dengan ribuan monofilamen yang dibundel menjadi satu (Liu et al., 2017).

Secara umum, *carbon fiber* kontinu memiliki sifat mekanis yang sangat baik karena kekuatan tinggi dalam arah aksialnya, tetapi memiliki kelemahan signifikan berupa kompatibilitas yang buruk dengan proses selanjutnya, yaitu, memerlukan teknik pemrosesan lanjutan yang unik, seperti metode komprehensif yang dikombinasikan dengan pengepresan cetakan, penggulungan filamen dan *co-curing* (Li et al., 2016), pencetakan tiga dimensi (3D) (Li et al., 2016), dan penyebaran Tarik (El-Dessouky dan Lawrence, 2013), sehingga sangat meningkatkan biaya produksinya dan karenanya memengaruhi aplikasi komersialnya. Sebaliknya, *carbon fiber* cincang yang panjangnya hanya beberapa milimeter—dapat dengan mudah kompatibel dengan teknologi pemrosesan konvensional termasuk pencetakan kompresi (Wan & Takahashi, 2016), pengendapan semprot otomatis (Evans et al., 2016), penyebaran Tarik (Yamashita et al., 2016), pengecoran selip (S. Li et al., 2013), pencampuran leleh (Molazemhosseini et al., 2013), dan pengecoran aduk.

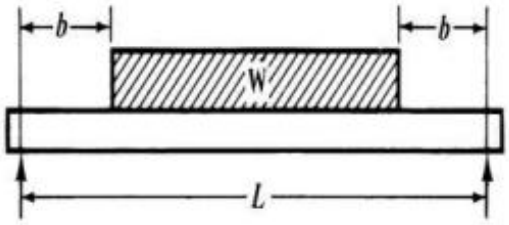
Termoplastik yang diperkuat *chopped carbon fiber* digunakan untuk bagian struktur dan komponen pada sektor otomotif dan pesawat terbang karena sifat mekaniknya yang baik, seperti kekakuan spesifik tinggi, kekuatan spesifik tinggi, kemampuan daur ulang yang tinggi, dan waktu pencetakan yang singkat (Tanaka et al, 2019). Sifat fisik dan mekanik komposit yang diperkuat dengan serat CF cincang atau kain *nonwoven* bergantung pada beberapa faktor serat CF cincang, seperti panjang, integritas untai, dan morfologi patahan. (Rezaei et al., 2009) menemukan bahwa sifat termo-mekanik komposit berhubungan erat dengan distribusi panjang *carbon fiber* yang dipotong.

2.2.5 Uji Defleksi

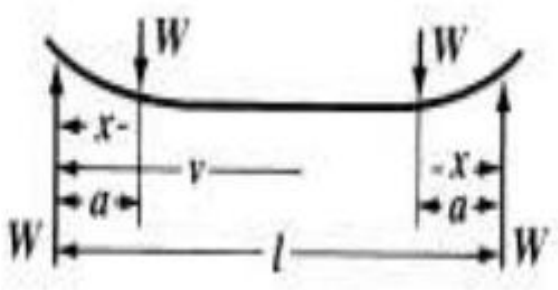
Uji defleksi merupakan salah satu teknik pengujian pada material. Defleksi adalah adanya perubahan bentuk material karena tekanan, baik dari arah vertikal maupun horizontal yang dikenakan pada material uji. Uji defleksi penting karena untuk memahami fleksibilitas suatu material saat di beri beban atau tekanan. Hal ini diperlukan karena termasuk dalam faktor penting dalam merancang suatu konstruksi agar bisa menanggung beban dengan baik dan kokoh (Syifa Aisyah et al., 2024). Defleksi dapat terjadi karena beberapa hal seperti kekakuan batang, gaya yang diberikan, jenis tumpuan, dan jenis beban yang diberikan (Dwi Handayani et al., 2024).

Defleksi dan tegangan yang terjadi pada benda uji harus pada suatu batas uji yang diijinkan, karena jika melewati batas tersebut makan akan terjadi kerusakan pada benda uji. Defleksi di ukur dari permukaan netral awal ke posisi setelah terjadi deformasi (Basori, et al, 2017). Lebih jelasnya dapat di lihat pada gambar di bawah.

Perpindahan vertikal y diartikan sebagai defleksi balok. Dalam penerapan konsep ini, sering kali kita perlu menghitung defleksi pada setiap titik x di sepanjang material. Hubungan tersebut dapat dinyatakan dalam sebuah persamaan yang dikenal sebagai persamaan kurva defleksi (kurva elastis) material.



Gambar 2.4 Sebelum terjadi deformasi



Gambar 2.5 Setelah terjadi deformasi

2.2.6 Fraksi *Volume*

Fraksi *volume* merupakan perbandingan antara *volume* suatu komponen dengan total *volume* campuran dalam material komposit. Dimana nilai tersebut menunjukkan seberapa besar kontribusi *volume* komponen terhadap struktur material. Biasanya dinyatakan dalam persen (%) dan dipergunakan secara luas dalam bidang rekayasa material untuk mendesain sifat mekanik komposit, seperti *strength, stiffness,* dan *density* (Harper, 1996). Kadar serat dalam komposit merupakan salah satu aspek penting, terutama pada komposit yang diperkuat serat. Untuk mencapai komposit berkekuatan tinggi, distribusi serat dan matriks harus merata selama proses pencampuran untuk meminimalkan *void* (Zulkifli et al, 2018). Parameter yang dibutuhkan untuk menghitung fraksi *volume* adalah berat jenis resin, berat jenis serat, berat komposit, dan berat serat. jumlah kandungan serat merupakan aspek krusial yang memerlukan perhatian khusus (Harper, 1996). Sebelum melakukan perhitungan terhadap fraksi *volume* dari matriks dan penguat, langkah awal yang dilakukan adalah menentukan *volume* dari produk komposit yang akan dikaji. Penentuan *volume* ini menjadi krusial karena nilai volume akan digunakan sebagai dasar dalam perhitungan parameter-parameter lainnya yang berkaitan dengan karakteristik material. Untuk mempermudah dan meningkatkan akurasi dalam perhitungan *volume*, peniliti memanfaatkan aplikasi *Solid Works* untuk mempermudah melakukan perhitungan. Setelah itu langkah selanjutnya menentukan massa dari produk dengan persamaan

$$\rho = \frac{v}{m} \qquad (2.1)$$

$$m = \rho \times v \qquad (2.2)$$

Setelah diperoleh nilai massa produk dari hasil perhitungan sebelumnya, langkah berikutnya adalah menentukan fraksi *volume* dari komponen matriks dan penguat. Pada penelitian ini, fraksi *volume* ditentukan dengan mengacu pada proporsi massa masing-masing material terhadap massa total produk komposit.

2.2.7 Resin

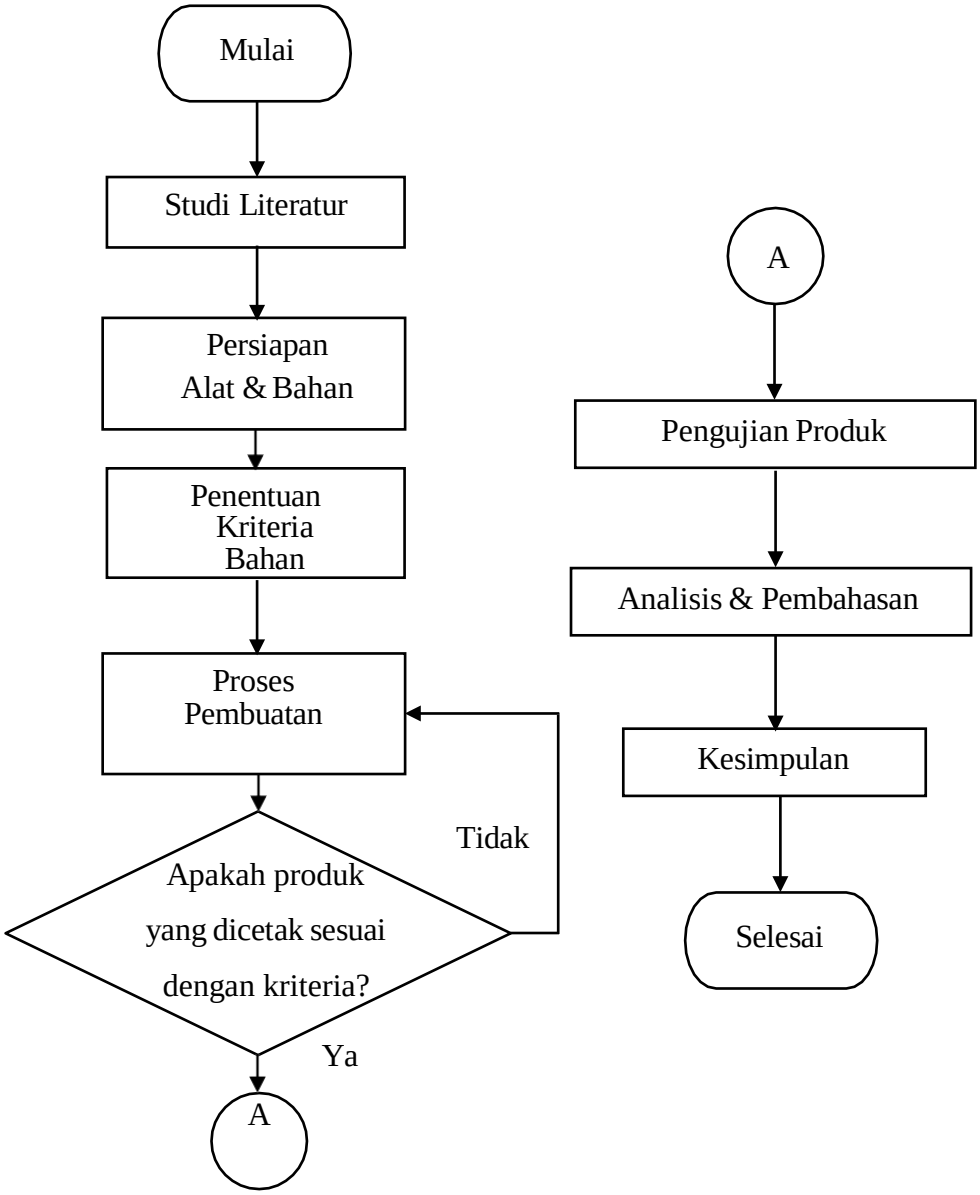
Resin epoksi merupakan bahan baku yang sangat serbaguna untuk produk industri, mulai dari bilah kincir angin hingga komponen kedirgantaraan yang sangat canggih seperti sayap atau badan pesawat hingga pelapis dan perekat untuk konstruksi. Resin ini digunakan dalam jumlah besar dalam enkapsulasi generator dan dalam mikroelektronika serta perekat elektronik yang diawetkan dengan sinar UV. Perekat struktural untuk aplikasi otomotif atau kedirgantaraan, pembuatan kapal, atau konstruksi bilah kincir angin sebagian besar didasarkan pada resin epoksi (Sprenger, 2013).

Resin epoksi pertama kali ditemukan di Amerika Serikat oleh ilmuwan Swiss Dr Castan dan Dr Greenlee pada tahun 1936. Epoksi merupakan salah satu material berkinerja tinggi yang paling mudah disesuaikan dan paling banyak dijual. Karena sifatnya yang fleksibel, epoksi menggantikan banyak material tradisional (Sakib & Iqbal, 2021).

Resin epoksi digunakan dalam berbagai aplikasi karena sifat-sifatnya, seperti stabilitas termal, respons mekanis, kepadatan rendah, dan resistansi listrik, tetapi keuletan rendah dan kemampuan tahan kerusakan membatasi penggunaannya (Tang et al., 2014).

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penilitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan selama proses pembuatan produk *hand guard* motor. Tabel 3-1 menunjukan peralatan yang di gunakan dan Tabel 3-2 menunjukkan bahan-bahan yang digunakan selama proses pengerjaan produk *hand guard*.

Tabel 3-1 Alat

No	Nama Alat	Fungsi	Gambar
1.	Kuas	Alat untuk proses *hand lay up* (pelapisan bahan)	
2.	Wadah gelas	Alat untuk menempatkan dan mencampur resin	
3.	Besi *round bar*	Sebagai alat berat untuk pembebanan saat uji defleksi	

4.	Timbangan digital	Alat untuk menimbang bahan	
5.	Mini *grinder*	Alat untuk proses *finisihing* produk secara lebih detil	
6.	Cetakan (*mold*) produk	Alat untuk membentuk produk	
7.	Mikrometer Sekrup	Alat untuk mengukur ketebalan produk	

8.	Perkakas	Alat untuk membantu proses *eject* (pelepasan produk/spesimen dari cetakan)	
9.	Mesin Gerinda	Alat untuk memotong produk	
10.	Bor	Alat untuk pengeboran produk	
11.	Amplas	Alat untuk proses finishing produk	

13.	Mesin *Compression Molding*	Alat untuk mencetak produk menggunakan penekanan	
14.	Dial Indikator	Alat untuk pengujian defleksi	
15.	Sarung Tangan Latex	Alat pelindung tangan pada saat melakukan pembuatan produk.	
16.	Pelindung Wajah (*face shield*)	Alat pelindung wajah saat proses *finishing*	

Tabel 3-2 Bahan

No	Nama Bahan	Fungsi	Gambar
1.	*Chopped Carbon fiber*	Bahan penguat pembuatan produk komposit	
2.	Resin E*poxy*	Bahan dasar dari pembuatan produk komposit sebagai perekat	
3.	*Harderner*	Bahan atau zat yang ditambahkan ke resin untuk merubah resin menjadi padat	
4.	*Mold Release*	Bahan yang digunakan untuk mempermudah produk lepas dari cetakan atau *mold*	

3.3 Penentuan Kriteria Produk

Sebelum proses pembuatan produk, langkah awal yang perlu dilakukan adalah Menentukan Kriteria produk, tahap ini mencakup beberapa aspek yang penting menjadi acuan dalam proses pembuatan produk:

1. Produk dapat dipasang pada *holder*/stang *hand guard*.
2. Produk Minim kecacatan.
3. *Hand guard* digunakan melindungi tangan dari benturan dan gesekan, oleh karena itu produk harus mampu menahan gaya eksternal tanpa mengalami kerusakan makan akan dilakukan pengujian defleksi.
4. Produk dapat terlihat tampilannya secara acak sesusai dengan sifat *chopped carbon fiber*.

3.4 Desain Eksperimen

Desain eksperimen yaitu rancangan awal yang bertujuan untuk menjadi acuan saat pembuatan produk. Berikut merupakan desain eksperimen dalam pembuatan spesimen variasi .

Tabel 3-3 Komposisi pembuatan Produk

Variasi Produk (CM)	Fraksi Volume		Tekenan dari *Compression Molding* (Ton)	Waktu Curing (Jam)	Suhu Curing (℃)
	Chopped Carbon Fiber (%)	Matriks (%)			
67C33M	67	33	1 ton	24	27
56C44M	56	44	1 ton	24	27
46C54M	46	54	1 ton	24	27

Produk dibuat sebanyak 3 kali salah satunya yaitu 67C33R, untuk 67C merupakan fraksi *volume chopped carbon fiber* yaitu 67%, 33M merupakan fraksi volume resin yaitu 33%.

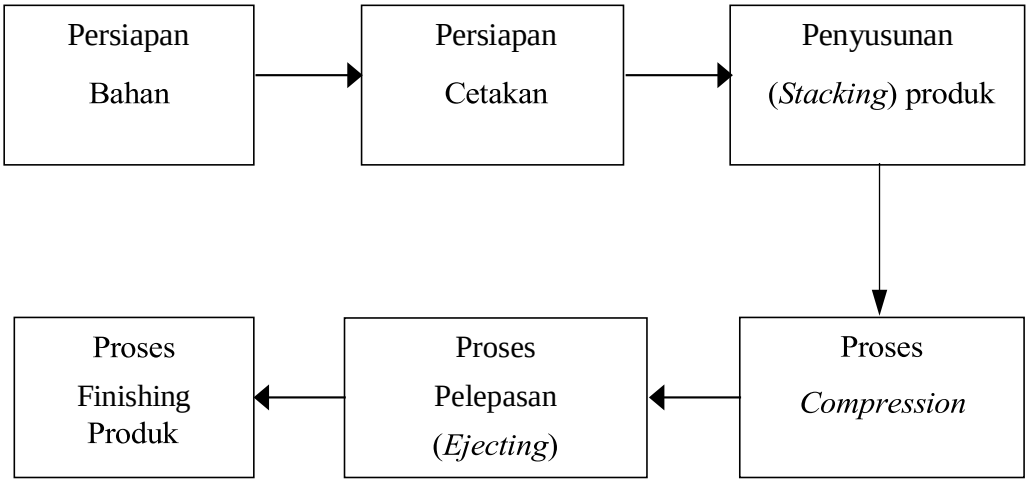
Tabel 3-4 Massa Karbon dan Matriks

Kode Produk	Massa Karbon (gr)	Massa Resin dan Hardener (gr)
67C33M	62.65	31.65
56C44M	53.70	42.19
46C54M	44.75	52.74

Tabel berikut merupakan masa dari setiap kode produk yang akan digunakan dalam proses pembuatan produk.

3.5 Proses Pembuatan Produk

Produk dibuat menggunakan variasi frakasi *volume* karbon dan *hardener* sebagai perbandingan yaitu 67% : 33% , 56% : 44% dan 46% : 54% .



Gambar 3. 2 Proses Pembuatan Produk

3.5.1 Persiapan Bahan Produk

Tahap pembuatan produk diawali dengan mempersiapkan alat-alat dan bahan terlebih dahulu, Hal pertama yang dilakukan dalam pembuatan produk adalah persiapan bahan berupa *chopped carbon fiber*, resin epoksi dan *hardener*. Persiapan bahan disini diantaranya adalah penimbangan karbon, dan penimbangan resin dan *hardener*. Proses Selanjutnya yaitu melakukan pencampuran resin dan *hardener* menggunakan perbandingan 2:1.

3.5.2 Persiapan Cetakan Produk

Cetakan, yang biasanya terbuat dari Aluminium, berperan dalam membentuk bagian luar produk akhir. Cetakan (*mold*) yang digunakan dalam percobaan ini dibuat dari aluminium dengan jenis aluminium 5052, yang telah diproduksi oleh penulis sebelumnya. Cetakan (*Mold*) disiapkan untuk produksi dengan memanfaatkan proses laminasi dan pelepasan cetakan untuk memfasilitasi pelepasan spesimen dari cetakan. Ini adalah cetakan (*mold*) yang digunakan.



Gambar 3.3 *Molding*

3.5.3 Pembuatan Campuran Resin dan Katalis

Pada Tahap ini adalah pembuatan campuran resin dan katalis (*harderner*) menggunakan perbandingan sesusai dengan instruksi produk yaitu 2:1, proses ini lalu diaduk merata sampai resin dan *hardener* tercampur.



Gambar 3.4 Pembuatan Campuran Resin dan Katalis (*Hardener*)

3.5.4 Proses (*Stacking)* produk

Setelah mempersiapkan cetakan (*mold*), tahap selanjutnya adalah proses *stacking chopped carbon fiber* pada lapisan permukaan *molding* yaitu *cavity* yang sudah disediakan. Pada proses ini dilakukan *stacking* dari pada *chopped carbon fiber* dan resin epoksi untuk membentuk suatu produk akhir. Metode yang digunakan untuk penyusunan lapisan dalam penelitian ini adalah metode *hand lay up*. Proses *hand lay up* adalah sebuah proses laminasi serat yang dilakukan secara manual yang melibatkan olesan resin di atas cetakan diikuti oleh pemberian secara acak pada permukaan molding secara merata. Langkahnya yaitu permukaan *cavity* yang telah dilapisi dengan *release wax*.



Gambar 3.5 Proses Pemberian *Wax*

kemudian langkah selanjutnya yaitu *molding* dioles dengan resin epoxy yang telah dicampurkan dengan *hardener* secara merata, tahap ini percampuran resin dan *harderner* telah dilakukan sesusai dengan perhitungan dan perbandingan antara resin dan harderner . Serat *chopped carbon fiber* ditaburi secara menyeluruh diseluruh permukaan *molding* hingga merata sampai tidak ada permukaan *molding* yang terlihat hingga tertutup semua., langkah ini diulangi hingga karbon dan *hardener* habis sesuai dengan fraksi *volume* karbon dan resin yang telah dihitung.



Gambar 3.6 Proses *Stacking Karbon*

3.5.5 Proses *Compression Molding* Produk

Compression molding adalah sebuah teknik atau proses pembuatan produk *carbon fiber* dengan cara memberikan tekanan pada cetakan atau *molding* menggunakan mesin *press* dengan tekanan yang ditentukan juga. Tekanan yang diberikan saat proses ini yaitu sebesar 1 ton dengan suhu curing menggunakan suhu ruang 27 derajat *celcius* dan lama waktu press yaitu 24 jam. Pada proses ini pemberian alas dilakukan agar saat proses penekanan sisa resin dan karbon yang keluar tidak lengket pada permukaan mesin *press* yang bebuat *molding* susah dilepas dari permukaan mesin *press*. Proses *compression* ditujukkan pada gambar.



Gambar 3.7 Proses *Compression Molding*

3.5.6 Proses Pelepasan Produk (*Ejecting)*

Setelah produk mengering, tahapan selanjutnya yaitu proses *eject*. Proses *ejecting* dimulai dengan pelelehan produk terlebih dahulu dengan cara cetakan dan produk yang masih saling menyatu dimasukan kedalam *oven*, kegunaan proses ini yaitu melelehkan resin yang keras agar mudah dilepas dari *molding* tapi ditahap ini tidak boleh dilakukan terlalu lama agak tidak mengurangi kualitas produk gunakan suhu disekitar 100℃ - 115℃ dengan lama waktu 10-15 menit.



Gambar 3.8 Pelunakan Produk Dalam *Oven*

Selanjutnya setelah *molding* dan produk yang masih saling melekat diluarkan dari *oven* dan saatnya mengeluarkan produk dari cetakan yang sudah

dilalui oleh proses curing dengan *oven* agar tekstur produk sedikit berkurang dari kepadatan awalnya sehingga lebih mudah dilepas dari cetakan, ini memanfaatkan *scrap*, obeng, dan palu untuk memudahkan proses pelepasan produk. Gambar menunjukkan hasil spesimen setelah dilepas dari cetakan.



Gambar 3.9 Pelepasan Produk Dari *Mold*

3.5.7 Proses *Finishing* Produk

Tahapan terakhir yang dilakukan yaitu proses *finishing* spesimen.Tahap ini dilakukan setelah produk berhasil dikeluarkan dari cetakan (*mold*), perlakuan ini dilakukan agar produk rapih, bisa uji dengan baik dan digunakan dengan baik. Proses ini dilakukan dengan cara memotong bagian samping produk dari hasil *press* melalui proses *compression molding* yang berimbas serat karbon yang dikombinasikan oleh resin melipir keluar dan mengeras, bagian serat yang keluar yang akan dipotong menggunakan gerinda potong.



Gambar 3.10 Pemotongan Sisa karbon dan Resin Yang Keluar

3.6 Proses Pengukuran Dimensi Ketebalan Produk

Setelah melalui tahap *finishing* selanjutnya adalah melakukan proses pengukuran dimensi ketebalan produk. Pada proses ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian produk yang dihasilkan dengan produk asli. Proses pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang dinamakan mikrometer sekrup yang dimana alat ini hanya dapat mengukur bagian yang tipis pada produk. Permukaan pengukuran dapat di lihat dari gambar dibawah.



Gambar 3.11 Bagian Permukaan A



Gambar 3.12 Bagian Permukaan B



Gambar 3.13 Bagian Permukaan C

Setelah bagian-bagian permukaan yang bagiannya dapat dijangkau, dijepit dan diukur dengan micrometer sekrup, selanjutnya adalah mengukur ketebalan produk menggunakan alat uji micrometer sekrup. berikut adalah gambar pada gambar 3.14 cara pengukuran dengan menggunakan micrometer sekrup.



Gambar 3.14 Pengukuran Ketebalan Produk

Proses selanjutnya proses pengukuran massa produk menggunakan timbangan digital dan dilakukan oleh semua sampel produk dan produk asli, berikut gambar contoh pengukuran produk dengan menggunakan timbangan digital



Gambar 3.15 Penimbangan Massa Produk

3.7 Uji Defleksi

Setelah dilakukan pengukuran ketebalan dimensi pada produk, perlakuan selanjutnya adalah pengujian defleksi. Pengujian defleksi adalah sebuah pengujian untuk mengetahui nilai kekakuan sebuah produk. Pengujian ini bertujian membandingkan nilai defleksi setiap produk yang sudah dibikin. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat pengukur yaitu dial indikator, proses pengujian defleksi dilakukan secara *manual* dengan menggunakan beban terpusat ditengah-tengah produk dan diberi sebuah beban dengan massa 1,05 kg. Pengujian defleksi dilakukan dengan mengacu pada ASTM D790 – *Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics* dengan beberapa modifikasi sesuai ketersediaan peralatan di laboratorium. Pengujian defleksi dapat dilihat dari gambar 3.16 berikut.



Gambar 3.16 Pengujian Defleks

Tabel 3-5 Standar Pengujian Defleksi

Aspek	ASTM D790 (standar)	Penelitian (modifikasi)
Jenis Uji	Flexural Test (uji lentur 3 titik / three-point bending)	Uji defleksi dengan pembebanan terpusat menggunakan beban tetap
Alat Uji	*Universal Testing Machine* (UTM) dengan sistem pembebanan 3 titik	Dial indicator (ketelitian 0,01 mm) + beban 1,05 kg + dua tumpuan manual
Spesimen	Batang uji standar dengan dimensi tertentu (Panjang, lebar, tebal)	Produk hand guard komposit (bentuk nyata), diuji langsung sesuai variasi komposisi material
Pembebanan	Beban meningkat secara bertahap dan tercatat otomatis oleh UTM	Beban tunggal (1,05 kg) ditempatkan di tengah spesimen secara manual
Data yang dicatat	Kurva beban–defleksi lengkap, digunakan untuk menghitung modulus elastisitas lentur (E)	Nilai defleksi maksimum dari dial indicator, digunakan untuk perbandingan antar variasi
Parameter Hasil	Modulus elastisitas lentur (E), tegangan lentur maksimum	Nilai defleksi (mm) rata-rata dari tiga kali pengujian

3.8 Analisis Hasil Produk

Setelah produk selesai dibuat hasil produk dianalisi dengan membandingkan produk dengan kriteria yang sudah ditentukan untuk menentukan kelayakan penggunaan komposit ini dalam aplikasi otomotif, dalam hal ini yaitu pada sepeda motor *trail*. Dilakukan pengecekan ulang secara visual. Pengecekan ulang *visual* dilakukan untuk memeriksa jika masih terdapat cacat produk. Selanjutnya dilakukan pemasangan produk pada *holder/stan hand guard* sepeda motor trail untuk melihat apakah produk ini dapat dipasang dengan baik pada sepeda motor *trail*.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Jumlah Fraksi Volume Karbon dan Resin terhadap Ketebalan dan Massa Produk

Proses pengukuran produk dilakukan pada tiga permukan yang berbeda, lalu proses pengukuran juga dilakukan dengan berulang sebanyak tiga kali di permukaan yang sama untuk mendapatkan nilai rata-rata dari produk. Pada tabel 4-1 menunjukkan data pengukuran yang sudah dilakukan berupa pengukuran dari ketebalan produk, untuk titik pengukuran terdapat pada bab 3 gambar 3.11, 3.12 dan 3.13.

Tabel 4-1 Hasil Pengukuran Ketebalan Produk

Kode Produk	Titik Pengukuran	Pengukuran Pertama (mm)	Pengukuran Kedua (mm)	Pengukuran Ketiga (mm)	Rerata (mm)
67C33M	Permukaan A	4.33	4.33	4.33	4.33
	Permukaan B	3.22	3.22	3.22	3.22
	Permukaan C	3.40	3.40	3.40	3.40
56C44M	Permukaan A	3.68	3.68	3.68	3.68
	Permukaan B	3.07	3.07	3.07	3.07
	Permukaan C	3.29	3.29	3.29	3.29
46C54M	Permukaan A	4.45	4.45	4.45	4.45
	Permukaan B	3.94	3.94	3.94	3.94
	Permukaan C	3.35	3.35	3.35	3.35

Pada tabel dapat dilihat bahwa nilai ketebalan pada produk yang lebih tinggi adalah produk 67C33M dengan rata-rata yang lebih tinggi pada 2 permukaan yaitu pada permukaan A dan B dari 2 produk lainnya.

Setelah itu adalah hasil dari penimbangan tiga variasi produk dapat dilihat dari tabel untuk menentukan nilai massa masing-masing produk, Untuk mengukur massa dari produk menggunakan timbangan *digital*.

Tabel 4-2 Hasil Pengukuran Massa Produk

Kode Produk	Pengukuran Pertama (gr)	Pengukuran Kedua (gr)	Pengukuran Ketiga (gr)	Rerata (gr)
67C33M	101	101	101	101
56C44M	97	97	97	97
46C54M	96	96	96	96

Dari tabel dapat dilihat bahwa variasi produk yang memilik nilai massa yang besar adalah produk 67C33M.

4.2 Pengaruh Jumlah Fraksi Volume Karbon dan Resin Terhadap Kekakuan Produk

Proses pengukuran defleksi dilakukan sebanyak tiga kali pada satu permukaan produk yang sama lalu diberi beban dengan massa beban sebesar 1,05 kg, kemudian dihitung nilai rata-rata untuk menentukan besaran defleksi pada titik tersebut secara lebih akurat. Hanya produk yang telah memenuhi kriteria tertentu yang digunakan dalam pengukuran ini. Nilai defleksi diperoleh dengan menggunakan alat ukur *Dial indicator*. Perbedaan jumlah fraksi dalam desain sampel memberikan pengaruh terhadap tingkat kekakuan masing-masing, yang tercemin dari hasil pengujian defleksi. Nilai defleksi dari ketiga sampel tersebut dapat dilihat dari hasil uji berikut pada tabel

Tabel 4-3 Hasil Pengujian Defleksi

Nilai Defleksi (mm)				
Kode Produk	Pengukuran Pertama (mm)	Pengukuran Kedua (mm)	Pengukuran Ketiga (mm)	Rata-rata (mm)
67C33M	0.05	0.09	0.5	0.6
56C44M	0.08	0.10	0.06	0.08
46C54M	0.12	0.12	0.14	0.12

Dari tabel berikut dapat dilihat bahwa variasi fraksi *volume* karbon dan resin berpengaruh pada pengujian nilai defleksi hasil yang didapat juga berbeda beda setiap pengukuran yang berulang kali, pada produk 46C54M memiliki nilai rata-rata defleksi yang terbesar, artinya semakin sedikit jumlah karbon menunjukan nilai defleksi semakin besar, berbanding terbalik dengan produk 67C33M yang memiliki karbon lebih banyak. Hasil menunjukan pada produk 67C33M memiliki nilai defleksi terkecil dibanding produk yang lain yang membuktikan semakin banyak karbon semakin kuat nilai kekakuannya.

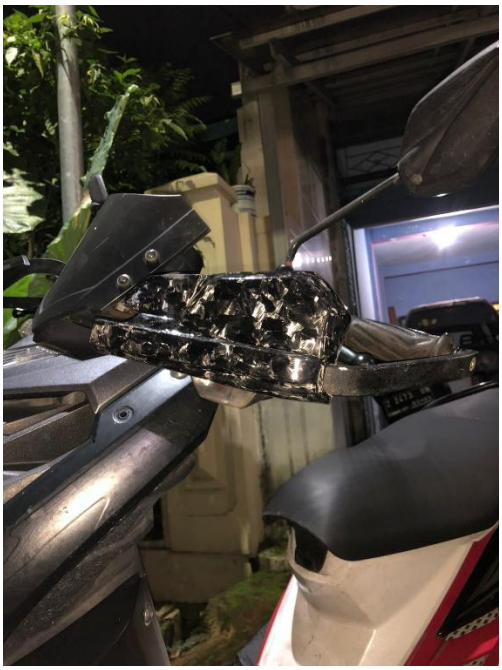
4.3 Hasil Produk dan Pemasangan Produk

Bedasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, penulis membuat produk yang akan digunakan dan dipasang pada motor *trail* yaitu produk dengan hasil pengujian defleksi terbaik yaitu produk dengan kode 67C33M dengan dasar menjadi kelayakan produk yang akan digunakan secara sifat mekanik. Lalu setelah penulis membuat produk seperti produk dengan kode 67C33M, penulis melakukan *finishing* produk dengan *clear coating* agar tampilan terlihat lebih *glossy* dengan cara disemprot. Setelah kering, lanjut dengan *wet sanding* yaitu mengamplas permukaan menggunakan kertas amplas halus (grit 2000) dengan bantuan air lalu setelah itu dipoles yang dapat dilihat gambarnya pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Hasil *Finishing*

Setelah proses finishing produk dilakukan, tahap terakhir setelah melewati proses pembuatan produk adalah pemasangan produk pada sepeda motor *trail*. Hasilnya produk *Hand guard* dapat terpasang secara baik di sepeda motor *trail*.



Gambar 4.2 Pemasangan Produk *Hand Guard*

4.4 Kendala-Kendala Yang Terjadi Pada Proses Pembuatan Produk

Selama proses pembuatan produk, produk menggunakan *chopped carbon fiber* dengan 3 variasi fraksi karbon dan resin yang berbeda yaitu 67% karbon 33% matriks, 56% karbon 44% matriks dan 46% karbon 54% matriks. Selama proses pembuatan produk berlangsung peniliti mendapatkan beberapa kendala-kendala yang terjadi selama proses pembuatan.



Gambar 4.3 *Void* Pada Produk

Dapat dilihat dari gambar 4.3 produk mengalami beberapa *void* pada permukaan produk. *Void* pada produk dapat terjadi akibat udara yang terjebak diantara permukaan molding saat proses *stacking* serat dan resin, ini dikarenakan penulis tidak teliti dalam penaburan serat karbon atau proses *stacking* di permukaan yang mengakibat adanya penumpukan dan karbon tidak merata menyeluruh menutup bagian-bagian yang masih memiliki celah udara. Kemudian ada beberapa kendala lagi yang terjadi pada produk yaitu pemberian *wax* yang berlebihan pada permukaan *cavity* sehingga pada permukaan produk terdapat warna yang menyerupai warna putih yang bertebaran pada produk setelah proses

compression molding, berikut adalah gambar 4.5 yang menggambarkan pemberian *wax* yang berlebihan pada produk.



Gambar 4.4 Pemberian *Wax* Berlebihan

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Perancangan dan Analisa yang dilakukan, maka dapat disimpulkan dengan beberapa hal antara lain sebagai berikut:

1. Variasi komposisi berpengaruh nyata terhadap sifat mekanik produk. Semakin tinggi kandungan serat karbon, nilai defleksi yang dihasilkan semakin kecil sehingga kekakuan meningkat. Komposisi 67% karbon : 33% resin menghasilkan nilai defleksi terkecil (±0,06 mm), sedangkan komposisi 46% karbon : 54% resin menghasilkan defleksi terbesar (±0,12 mm).
2. Produk dengan fraksi resin lebih besar cenderung memiliki ketebalan dan massa yang lebih tinggi. Hal ini terlihat pada sampel 46C54M yang memiliki rata-rata ketebalan terbesar dibanding variasi lainnya.
3. Formula dengan fraksi 67% karbon dan 33% resin (67C33M) terbukti memberikan performa mekanik terbaik karena memiliki kekakuan tertinggi (defleksi minimum) dan ketahanan yang memadai untuk aplikasi sebagai hand guard.
4. Produk hasil penelitian dapat dipasang pada sepeda motor trail dengan baik, memenuhi kriteria desain, serta menunjukkan potensi penggunaan material komposit chopped carbon fiber sebagai alternatif material ringan dan kuat untuk komponen otomotif.

5.2 Saran

Setelah dilakukannya penelitian, terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Lebih berhati-hati dalam proses *stacking* karbon karena jika saat penaburan dilakukan dengan sembarangan akan membuat *void* seperti yang penulis lakukan.
2. Pemberian *wax* pada *core* dan *cavity* pada molding tidak boleh terlalu berlebihan ini akan menyebabkan *wax* menempel pada produk.
3. Proses pencampuran resin dan *hardener* dapat dilakukan dengan proses *degassing* terlebih dahulu seperti penelitan terdahulu yang memberikan saran agar meminimalisir *void* saat pembuatan produk.

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, V. S., Rizkia, V., & Silitonga, M. P. R. (2024). Analisis Pemilihan Material Penjepit Spesimen Alat Uji Defleksi dengan Metode Ashby. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (No. 2, pp. 1747-1752).

Azizah, M. H. (2016). *Faktor yang berhubungan dengan perilaku keselamatan berkendara (safety riding) pada mahasiswa (Studi pada mahasiswa FMIPA UNNES angkatan 2008–2015)* [Skripsi, Universitas Negeri Semarang]. Perpustakaan Universitas Negeri Semarang. https://lib.unnes.ac.id/25674/1/6411411011.pdf

Basori, B., Syafrizal, S., & Suharwanto, S. (2015). Analisis Defleksi Batang Lenturmenggunakan Tumpuan Jepit Dan Rolpada Material Aluminium 6063 Profil U Dengan Beban Terdistribusi. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, *2*(1), 354312.

Boimau, K. (2010, October). Pengaruh fraksi volume dan panjang serat terhadap sifat bending komposit poliester yang diperkuat serat batang pisang. In *Seminar Nasional Teknik Mesin IX, Palembang*.

D. Dixit, et al., 6 - lightweight composite materials processing, in: A. Bhatnagar (Ed.), Lightweight Ballistic Composites, Second edition, Woodhead Publishing, 2016, pp. 157–216.

Ding, A., Li, S., Wang, J., Ni, A., & Zu, L. (2017). A new path-dependent constitutive model predicting cure-induced distortions in composite structures. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *95*, 183-196.

El-Dessouky HM and Lawrence CA. (2013). Ultra-lightweightcarbon fibre/thermoplastic composite material usingspread tow technology. Compos Part B: Eng 2013; 50:91–97.

Evans, A. D., Qian, C. C., Turner, T. A., Harper, L. T., & Warrior, N. A. (2016). Flow characteristics of carbon fibre moulding compounds. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *90*, 1-12.

Fauzi, A. R., Ariandha, V., Alamsyah, M. S. B., Fauzi, R. A., Alisyifa, H. D., & Choliq, A. (2024). Analisis Material Komposit dengan Penguat Serat Alam

dan Limbah Plastik Menggunakan Alat Uji Lendutan Batang. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *19*(3), 375–384.

Handayani, A. D., Setijogiarto, N. E., & Yudisha, N. (2024, December). Analisis Ergonomi Pada Rancang Bangun Alat Uji Defleksi Beam Dengan Perhitungan Persentil: Indonesia. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin* (No. 1, pp. 924-932).

Harper, C. A. (1996). *Handbook of plastics, elastomers, and composites* (Vol. 4). New York: McGraw-Hill.

Jones, R. M., (1999). Mechanics of Composite Materials, Taylor & Francis Group, Philadelphia.

K. Tanaka, S. Okuda, Y. Hinoue, T. Katayama. (2019). Effect of water absorption on the fiber-matrix interfacial shear strength of carbon nanotube-grafted carbon fiber reinforced polyamide resin, J. Compos. Sci 1–9.

Karsli, N. G., & Aytac, A. (2011). Effects of maleated polypropylene on the morphology, thermal and mechanical properties of short carbon fiber reinforced polypropylene composites. *Materials & Design*, *32*(7), 4069-4073.

Li S, Zhang Y, Han J, et al. (2013). Effect of carbon particle andcarbon fiber on the microstructure and mechanical prop-erties of short fiber reinforced reaction bonded siliconcarbide composite. J Eur Ceram Soc 2013; 33: 887–896.13.

Li, N., Li, Y., & Liu, S. (2016). Rapid prototyping of continuous carbon fiber reinforced polylactic acid composites by 3D printing. *Journal of Materials Processing Technology*, *238*, 218-225.

Li, W., Sun, F., Wang, P., Fan, H., & Fang, D. (2016). A novel carbon fiber reinforced lattice truss sandwich cylinder: Fabrication and experiments. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *81*, 313-322.

Liang, Y. Wang, Y. Huang et al., "Electromagnetic interferenceshielding of graphene/epoxy composites," Carbon, vol. 47, no. 3,pp. 922–925, 2009.

M. Chandrasekar, M. R. Ishak, M. Jawaid, Z. Leman, and S. M. Sapuan. (2017)."An experimental review on the mechanical properties and

hygrothermal behaviour of fibre metal laminates," J. Reinf. Plast. Compos., vol. 36, no. 1, pp. 72–82, doi: 10.1177/0731684416668260.

Megawati, N., Sadika, F., & Muchlis. (2015). Perancangan sarung tangan pengendara motor trail untuk meminimalisir risiko cedera tangan. e-Proceeding of Art & Design, 2(3), 1277–1281. Universitas Telkom. https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/artdesign/article/view/4093/3865

Molazemhosseini A, Tourani H, Naimi-Jamal MR, et al.Nanoindentation and nanoscratching responses of PEEKbased hybrid composites reinforced with short carbonfibers and nano-silica. Polym Test 2013; 32: 525–534.

Naharuddin, B., & Nahrun, M. A. (2014). Pengaruh Serat Cacah Terhadap Defleksi Pada Komposit Serat Sabut Kelapa/Epoksi. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tadulako Palu. Indonesia. Sistem Manufaktur Energi 1–5. https://www.researchgate.net/profile/Bakri_Bakri3/publication/285446529_Pengaruh_Serat_Cacah_Terhadap_Defleksi_pada_Komposit_Serat_Sabut_KelapaEpoksi.

Nurgesang, F. A., & Akbar, M. F. (2024). Pengaruh suhu curing terhadap keberhasilan dan kekakuan produk komposit menggunakan metode compression molding. *BKSTM PROSIDING SNTTM XXII*, *22*.

Pasinggi, V. S., Palungan, M. B., & Tikupadang, K. (2024). Sifat Mekanik Material Komposit Penguat Serat Beluru (Entada Rheedii) Dengan Perlakuan Pengasapan Tertutup. *Prosiding Keteknikan, Join Prosiding SMIPT 2024*, *2*(1), 66–69.

Rezaei, F., Yunus, R., & Ibrahim, N. A. (2009). Effect of fiber length on thermomechanical properties of short carbon fiber reinforced polypropylene composites. *Materials & Design*, *30*(2), 260-263.

Rosato, D. V., Rosato, D. V., & v Rosato, M. (2004). *Plastic product material and process selection handbook*. Elsevier.

Sakib, M. N., & Iqba, A. A. (2021). Epoxy based nanocomposite material for automotive application-a short review. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, *18*(3), 9127-9140.

Santos, T. F. A., Vasconcelos, G. C., De Souza, W. A., Costa, M. L., & Botelho, E. C. (2015). Suitability of carbon fiber-reinforced polymers as power cable cores: Galvanic corrosion and thermal stability evaluation. *Materials & Design (1980-2015), 65*, 780-788.

Sprenger, S. (2013). Epoxy resin composites with surface- modified silicon dioxide nanoparticles: A review. *Journal of Applied Polymer Science, 130*(3), 1421-1428.

Unterweger, C., Mayrhofer, T., Piana, F., Duchoslav, J., Stifter, D., Poitzsch, C., & Fürst, C. (2020). Impact of fiber length and fiber content on the mechanical properties and electrical conductivity of short carbon fiber reinforced polypropylene composites. *Composites Science and Technology*, *188*, 107998.

Wan Y and Takahashi J. Tensile and compressive prop-erties of chopped carbon fiber tapes reinforced thermo-plastics with different fiber lengths and moldingpressures. Compos Part A: Appl S 2016; 87: 271–281

Wan, Y., & Takahashi, J. (2016). Tensile and compressive properties of chopped carbon fiber tapes reinforced thermoplastics with different fiber lengths and molding pressures. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *87*, 271-281.

Wiguna, W. A. (2025). Pembuatan Produk Komposit Hand Guard Sepeda Motor Touring Berpenguat Woven Carbon Fiber Menggunakan Metode Compression Molding (Skripsi Sarjana, Universitas Islam Indonesia). Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

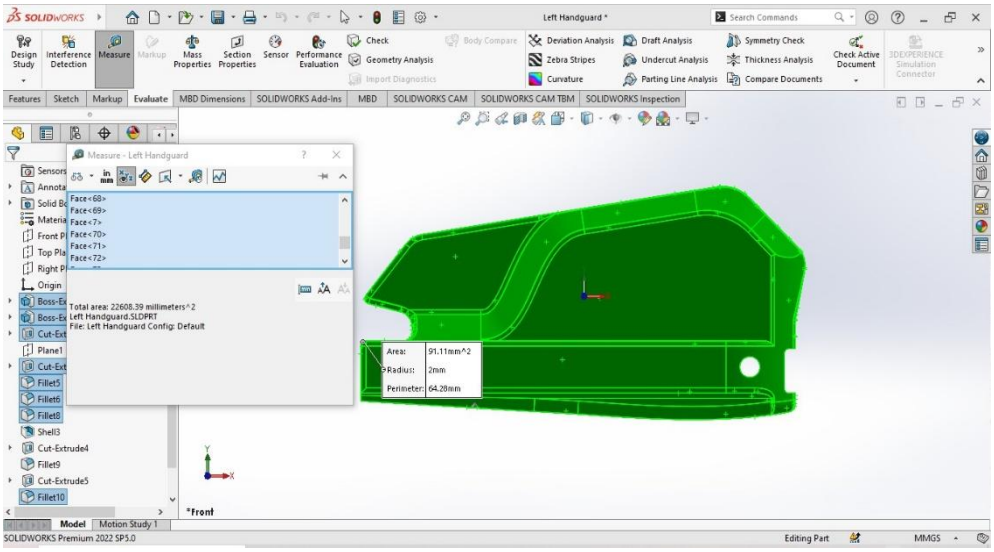
Wijayanti, C. W. (2018). *Citra mahasiswa menggunakan kendaraan (Studi fenomenologi mahasiswa UNS dalam membangun citra menggunakan kendaraan sepeda motor)*. Jurnal Analisa Sosiologi, 6**(**2), 91–106.

Wona, H. W., Boimau, K., & Maliwemu, E. U. (2015). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, *2*(1), 39-50.

Yamashita S, Nakashima Y, Takahashi J, et al. Volumeresistivity of ultra-thin chopped carbon fiber tape rein-forced thermoplastics. Compos Part A: Appl S 2016; 90:598–605.

Zulkifli, H. Hermansyah, & S. Mulyanto. (2018). Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxyterhadap Variasi Fraksi Volume Serat. *JURNAL TEKNOLOGI TERPADU*, *6*(2), 90–97.

LAMPIRAN



Total volume produk = 63933,45 mm^3

= 63,93 cm^3

Luas permukaan produk = 22608,39 mm^3

= 226,08 cm^2

Perhitungan komposisi;

Fraksi Volume Karbon 67%

$$\rho = \frac{v}{m}$$

$$m = \rho \times v$$

= 1,46 gram/cm^3 (63,93 cm^3 × 0,67)

= 62,6 g

Fraksi Matriks 33%

$$\rho = \frac{v}{m}$$

$$m = \rho \times v$$

= 1,5 gram/cm^3 (63,93 cm^3 × 0,33)

= 31,65 g

Fraksi Volume Karbon 56%

$\rho = \frac{v}{m}$

$m = \rho \times v$

= 1,5 gram/cm^3 (63,93 cm^3 × 0,56)

= 53,70 g

Fraksi Matriks 44%

$\rho = \frac{v}{m}$

$m = \rho \times v$

= 1,5 gram/cm^3 (63,93 cm^3 × 0,44)

= 42,19 g

Fraksi Volume Karbon 46%

$\rho = \frac{v}{m}$

$m = \rho \times v$

= 1,52 gram/cm^3 (63,93 cm^3 × 0,46)

= 44,69 g

Fraksi Matriks 54%

$\rho = \frac{v}{m}$

$m = \rho \times v$

= 1,52 gram/cm^3 (63,93 cm^3 × 0,54)

= 52,74 g