

**PEMBUATAN PRODUK HANDEL REM MOTOR YAMAHA
NMAX BERBAHAN *CHOPPED CARBON FIBER*
MENGUNAKAN METODE *COMPRESSION MOLDING***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Iqbal Hilal Hamdi

No. Mahasiswa : 20525097

NIRM : 2007190015

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim, dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini merupakan hasil kerja saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila kemudian terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima hukuman / sanksi sesuai hokum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 06 Maret 2024



Muhammad Iqbal Hilal Hamdi

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PEMBUATAN PRODUK HANDEL REM MOTOR YAMAHA
NMAX BERBAHAN *CHOPPED CARBON FIBER*
MENGUNAKAN METODE COMPRESSION MOLDING**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Iqbal Hilal Hamdi
No. Mahasiswa : 20525097
NIRM : 2007190015

Yogyakarta, 25 Februari 2025

Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PEMBUATAN PRODUK HANDEL REM MOTOR YAMAHA
NMAX BERBAHAN *CHOPPED CARBON FIBER*
MENGGUNAKAN METODE COMPRESSION MOLDING


TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

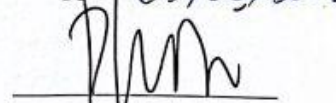
Nama : Muhammad Iqbal Hilal Hamdi
No. Mahasiswa : 20525097
NIRM : 2007190015

Tim Penguji

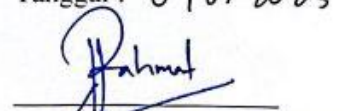
Ir. Faisal Arif Nurgesang S.T.,
M.Sc., IPP.
Ketua


Tanggal : 05/03/2025

Purtojo, Ir., S.T., M.Sc.
Anggota I


Tanggal : 04/03/2025

Rahmat Riza, S.T., M.Sc., M.E.
Anggota II


Tanggal : 05/03/2025

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Muhammad Khufidh, S.T., M.T. IPP

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah yang berlimpah kepada umatnya serta shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Besar kita Muhammad SAW. Saya persembahkan laporan tugas akhir ini kepada:

1. Ayah dan Ibu yang telah mendidik, mendukung, mendoakan dan memberi motivasi dengan penuh kesabaran dan kebijaksanaan, sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Terima kasih atas kasih sayang yang telah kalian berikan selama ini, jasa kalian tidak bisa terlupakan.
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. Terima kasih telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan 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 dikampus tercinta ini.
4. Keluarga, kerabat terdekat serta teman-teman Angkatan yang selalu memberikan semangat dan bantuan. Terima kasih atas dukungan dan bantuan kalian semua, dan jasa kalian tidak akan terlupakan.
5. Terima kasih semua pihak yang belum disebutkan, tugas akhir ini dipersembahkan untuk kalian semua, orang-orang yang disayangi. Semoga tugas akhir dapat bermanfaat dan berguna untuk kemajuan ilmu pengetahuan dimasa yang akan datang.

HALAMAN MOTTO

“ Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah 2:286)

“Sesungguhnya dibalik kesulitan yang Allah berikan kepada kita Pasti ada kemudahan setelah nya”

(Q.S. Al-Insyirah : 5)

“Tak peduli seberapa keras kamu bekerja, tidak akan ada yang berhasil tanpa pertolongan Allah. Maka bantulah dirimu dengan meminta pertolongan kepada Allah”

-Abdul Bary Yahya-

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang hanya kepadanya memohon pertolongan. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayangnya, sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pembuatan Produk Handel Rem Motor Yamaha Nmax Berbahan *Chopped Carbon Fiber* Menggunakan Metode *Compression Molding*”. Shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk seluruh umat manusia.

Perancangan dan Pelaksanaan Tugas Akhir menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan, bantuan serta mendoakan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya dengan penuh rasa hormat mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, atas segala karunia yang telah diberikan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Ayah, Ibu, Kakak, selaku keluarga penulis dan tempat untuk berkeluh kesah penulis, beserta dukungan yang diberi melalui doa dan materi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU, ASEAN, Eng, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP, selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.T., IPP, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah membimbing selama perancangan dan pelaksanaan Tugas Akhir.
6. Mas Risky, Mas Syafi’I, dan Mas Adi selaku staf laboran Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah membantu selama pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
7. Teman-teman Angkatan 2020 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia selaku tempat bertukar ilmu.
8. Terima kasih juga untuk semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa perancangan, pelaksanaan, dan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dan masih melakukan kesalahan dalam menyusun karya yang sebenarnya ini, mengingat keterbatasan waktu dan kemampuan penulis Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas kesalahan yang telah dibuat dan sangat mengharapkan kritik dan saran bersifat membangun, demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga bermanfaat bagi pembaca dan menjadi acuan untuk melangkah kearah yang lebih baik, dan semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan kebahagiaannya untuk kita semua.

ABSTRAK

Penggunaan material karbon fiber sebagai pengganti pada komponen kendaraan bermotor seperti handel rem, cover body, cover spion, cover shock dan beberapa komponen lainnya menjadi tren yang sedang disukai banyak anak muda. Salah satu motor yang banyak disukai anak muda saat ini adalah motor Yamaha NMAX. *Compression molding* merupakan metode yang paling cocok untuk pembuatan produk komposit karena memiliki permukaan yang baik, dan produksi yang cepat. Oleh karena itu, penelitian ini membuat produk handel rem motor Yamaha NMAX berbahan chopped carbon fiber menggunakan metode *compression molding*. Panjang serat dan lama waktu curing telah divariasikan untuk mendapatkan hasil produk yang baik dan nilai impak yang tinggi. Dari hasil penelitian yang dilakukan, untuk membuat produk dengan hasil yang baik, diperoleh data bahwa produk handel rem Yamaha NMAX dengan panjang serat 30 mm mm dan lama waktu curing 24 jam.

Kata Kunci : *Compression molding, chopped carbon fiber, Yamaha NMAX*

ABSTRACT

The use of carbon fiber material as a replacement for motorcycle components such as brake levers, body covers, mirror covers, shock covers, and several other parts has become a popular trend among young people. One of the most popular motorcycles among young riders today is the Yamaha NMAX. Therefore, this study focuses on manufacturing a Yamaha NMAX brake lever made of chopped carbon fiber using the compression molding method. Variations in fiber length and curing time were applied to achieve a high-quality product with excellent impact strength. The results indicate that the best product quality was obtained with a fiber length of 30 mm and a curing time of 24 hours.

Keywords: *Compression molding, chopped carbon fiber, Yamaha NMAX*

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Notasi	xv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Komposit	6
2.2.2 Compression Molding	9
2.2.3 Curing	10
2.2.4 Serat Karbon	10
2.2.5 Resin	12
2.2.6 Uji Impak	13
Bab 3 Metode Penelitian	16
3.1 Alur Penelitian	16

3.2	Peralatan dan Bahan.....	17
3.3	Menentukan Kriteria Produk	19
3.4	Desain Eksperimen	20
3.5	Proses Pembuatan Produk.....	21
3.6	Proses Pembuatan Spesimen Uji.....	25
3.7	Proses Pengujian Impak.....	26
3.8	Proses Pemasangan Produk	27
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	28
4.1	Hasil Pembuatan Produk.....	28
4.2	Pengaruh Panjang Serat Karbon Terhadap Kekuatan Impak.....	30
4.3	Pengaruh Lama Waktu Press Terhadap Kekuatan Impak.....	31
4.4	Hasil Pemasangan Produk Handel Rem Motor Yamaha Nmax	34
Bab 5	Penutup	36
5.1	Kesimpulan	36
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	36
	Daftar Pustaka	37
	LAMPIRAN.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	17
Tabel 3-2 Variasi Panjang Serat Karbon	20
Tabel 3-3 Variasi Lama Waktu Curing	21
Tabel 4-1 Hasil Pengujian Impak Panjang Karbon	30
Tabel 4-2 Hasil Pengujian Impak Lama Waktu	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Ilustrasi Material Komposit.....	6
Gambar 2-2 Proses <i>Hand Lay-up</i>	7
Gambar 2-3 Proses <i>Vacuum infusion</i>	7
Gambar 2-4 Proses <i>Compression Molding</i>	8
Gambar 2-5 <i>Compression molding</i>	9
Gambar 2-6 A) <i>Woven Carbon Fiber</i> , B) <i>Chopped Carbon Fiber</i>	11
Gambar 2-7 Resin <i>Epoxy</i>	12
Gambar 2-8 Proses Pengujian Impak	13
Gambar 3-1 Diagram Alur Penelitian.....	16
Gambar 3-2 Alat dan Bahan	22
Gambar 3-3 Komposisi Serat Karbon dan Resin.....	22
Gambar 3-4 Laminasi	23
Gambar 3-5 Proses Pencampuran.....	23
Gambar 3-6 Proses Press	24
Gambar 3-7 Proses <i>Eject</i>	24
Gambar 3-8 Proses Finishing	25
Gambar 3-9 Spesimen uji	26
Gambar 3-10 Proses Uji Impak	27
Gambar 3-11 Proses Pemasangan Produk	27
Gambar 4-1 Produk Handel Rem Panjang Serat Karbon 10 mm	28
Gambar 4-2 Produk Handel Rem Panjang Serat Karbon 30 mm	29
Gambar 4-3 Produk Handel Rem Panjang Serat Karbon 5cm	29
Gambar 4-4 Grafik Hasil Pengujian Impak Panjang Serat Karbon.....	31
Gambar 4-5 Grafik Hasil Pengujian Impak Lama Waktu	33
Gambar 4-6 Proses Pemasangan Produk	34
Gambar 4-7 Hasil Pemasangan Produk a) Depan, b) Samping. c) Atas	35

DAFTAR NOTASI

E	= Energi impak (j)
m	= Massa dari pendulum (kg)
g	= Percepatan gravitasi (m/s^2)
r	= Jarak antara titik ayun pendulum dan titik takik
$\cos \alpha$	= Sudut awal sebelum diayunkan
$\cos \beta$	= Sudut akhir setelah pendulum mengenai spesimen
A	= Luas penampang (mm)
HI	= Harga impak (j/mm^2)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi di jaman modern terus berkembang seiring berjalannya waktu, saat ini banyak masyarakat yang menggunakan sepeda motor, bahkan sepeda motor dianggap sebagai kebutuhan primer. Salah satu jenis sepeda motor yang digemari oleh masyarakat saat ini yaitu sepeda motor matic. Banyak orang yang lebih memilih motor matic karena lebih praktis (Putera & Warmika, 2020). Berdasarkan AISI (Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia) penjualan motor dengan jenis matic lebih mendominasi angka penjualan motor dibandingkan dengan penjualan motor jenis lainnya (Pararuk & Tititing, 2024).

Pada tahun 2015 Yamaha mengeluarkan salah satu produk unggulannya yaitu Yamaha NMAX, dimana motor tersebut dirancang dengan desain yang berbeda dengan motor matic lainnya. Yamaha NMAX ini dirancang dengan model dan teknologi terbaru yang mengutamakan kenyamanan berkendara dengan memiliki *body* yang besar, jok atau tempat duduk yang nyaman membuat skutik ini menarik minat konsumen (Martha & Maini, 2022).

Kata modifikasi menurut KBBI, merupakan suatu perubahan, pergantian, atau penambahan. Modifikasi motor ini banyak dilakukan oleh kaum pria, baik tua maupun muda. Modifikasi dilakukan karena pengguna sepeda motor terkadang merasa tidak puas dengan mekanisme rem bawaan dari pabrik, Modifikasi yang banyak digunakan yaitu gaya modifikasi *racing look* yang memiliki ciri khas yaitu dengan mengganti beberapa komponen pada sepeda motor, seperti mengganti dengan bahan komposit yang memiliki keunggulan seperti bobot yang lebih ringan. Dalam memodifikasi sebuah sepeda motor ada beberapa klasifikasi, diantaranya yaitu modifikasi ringan, modifikasi sedang, modifikasi besar, modifikasi ekstrim. Modifikasi ringan yaitu dengan mengubah beberapa bagian seperti handel rem (Imanto, 2014).

Untuk membuat produk-produk komposit, dapat dibuat dari berbagai jenis serat karbon salah satunya adalah jenis *chopped carbon fiber*. *Chopped carbon*

fiber merupakan hasil dari pemotongan serat karbon kontinu menjadi segmen pendek dengan panjang tertentu. Keunggulan utamanya terletak pada kemudahan pencampuran dengan matriks polimer dan fleksibilitas dalam proses manufaktur seperti *injection molding*, *compression molding*, dan *hand lay-up*. Panjang serat karbon yang digunakan dalam pembuatan produk komposit berpengaruh terhadap kekuatan komposit tersebut. Kekuatan komposit naik seiring bertambahnya panjang serat karbon (Babel, 2021).

Untuk mewujudkan produk-produk komposit tersebut, dapat dilakukan dengan menggunakan metode *compression molding*. Metode ini memiliki kelebihan yaitu rata-rata produksi cukup tinggi, hasil akhirnya permukaan yang baik, keseragaman *part*, fleksibel terhadap berbagai model, dan biaya perawatan murah. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pembuatan produk komposit berupa handel rem motor Yamaha NMAX dengan metode *compression molding* menggunakan penguat *chopped carbon fiber* dengan lama waktu curing dan variasi panjang serat. Produk handel rem komposit juga dilakukan pengujian impak untuk mengetahui kekuatan dalam menyerap energi benturan. Dalam kondisi normal, handel rem hanya mengalami gaya tekan ringan dari tangan, yang tidak cukup signifikan untuk menyebabkan kerusakan material. Karena itu, uji impak lebih tepat untuk mengetahui ketahanan material terhadap kondisi ekstrim seperti benturan saat terjatuh atau kecelakaan.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana proses pembuatan handel rem motor Yamaha N-max dengan menggunakan metode *Compression Molding* berbahan *chopped carbon fiber*?
2. Bagaimana pengaruh dari panjang potongan *chopped carbon* terhadap kekuatan impak produk?
3. Bagaimana pengaruh dari lama waktu curing terhadap kekuatan impak produk?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah ada, maka disusunlah batasan masalah sebagai pembatas dalam melakukan penelitian agar tidak menimbulkan permasalahan diluar penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Jenis material yang digunakan dalam penelitian ini adalah *chopped carbon fiber*.
2. Pembuatan produk menggunakan metode *compression molding*.
3. *Resin epoxy* yang digunakan yaitu tipe *Bisphenol A-Epichlorohydrin*.
4. Material cetakan yang digunakan menggunakan alluminium.
5. Suhu curing yang digunakan yaitu menggunakan suhu ruangan.
6. Model handel rem motor yang digunakan yaitu handel rem motor Yamaha N-max.
7. Variasi Panjang carbon yaitu 10mm, 30mm, 50mm, dengan toleransi Panjang 1mm, dan variasi lama waktu press yaitu selama 12 jam, 18 jam, dan 24 jam.
8. Fraksi berat yang digunakan yaitu serat karbon 20,5 g dan resin 41 g.
9. Pengujian yang dilakukan yaitu menggunakan uji impak.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Adapun tujuan perancangan ini yaitu:

1. Membuat handel rem motor dengan material *chopped carbon fiber* dengan metode *compression molding*.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan panjang potongan *chopped carbon* dan lama waktu penekanan terhadap kekuatan impak, serta pengaruhnya terhadap keberhasilan produk komposit handel rem dengan menggunakan metode *compression molding*.

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui proses pembuatan handel rem motor yang terbuat dari material *chopped carbon fiber* dengan metode *compression molding*.
2. Memberikan alternatif produk handel rem motor dengan material *chopped carbon fiber*.
3. Menjadi landasan pengetahuan dalam proses pembelajaran dan mendorong penggunaan metode *compression molding* dengan *chopped carbon fiber* dalam industri pembuatan *sparepart* kendaraan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam melakukan penyusunan laporan ini, penyusunan melakukan yang tertung dalam bab-bab sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan
Bab ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan untuk peneliti, kampus, dan masyarakat, sistematika penulisan.
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka
Membahas tentang dasar-dasar apa yang menjadi tolak ukur serta pedoman dalam melakukan perancangan. Tinjauan pustaka ini berisi kajian pustaka dan dasar teori.
3. Bab 3 Metode Penelitian
Bab ini berisi tentang langkah kerja untuk melakukan penelitian. Metode penelitian juga berisi tentang alur penelitian, peralatan dan bahan, perancangan.
4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan
Bab ini membahas tentang apa saja yang didapat dari perancangan produk yang telah dilakukan. Hasil dan pembahasan ini berisi hasil perancangan, hasil pengujian, analisis dan pembahasan.
5. Bab 5 Penutup
Merupakan kesimpulan dan saran yang berupa rangkuman dari hasil perancangan maupun dalam penulisan laporan selama proses kegiatan perancangan. Bab ini berisi kesimpulan dan saran atau penelitian berikutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Material komposit merupakan material yang tersusun dari dua atau lebih material yang berbeda sifatnya, yang digabungkan untuk menghasilkan material baru dengan karakteristik unggul. Komposit biasanya terdiri dari matriks sebagai bahan pengikat dan penguat berupa serat atau partikel. Material ini memiliki keunggulan seperti ringan, tahan korosi, dan kekuatan mekanik tinggi (Tolédano, 2011).

Serat karbon adalah material penguat yang sering digunakan dalam komposit karena memiliki sifat mekanik yang sangat baik. Serat ini memiliki kekuatan tarik tinggi, modulus elastisitas besar, dan berat jenis yang rendah. Selain itu, serat karbon juga tahan terhadap korosi dan suhu tinggi, sehingga cocok untuk aplikasi di bidang otomotif, penerbangan, dan olahraga (Mallick, 2007). Beberapa jenis serat karbon yaitu serat terputus-putus (*chopped carbon fiber*), dan serat karbon berupa lembaran (*woven carbon fiber*). Keuntungan utama menggunakan *chopped carbon* yaitu memiliki kesesuaian yang baik untuk dicetak dalam geometri yang kompleks (Bale, 2015).

Percetakan kompresi (*compression molding*) adalah metode produksi umum yang digunakan untuk serat terputus-putus. Secara khusus, *compression molding* dapat menghasilkan komposit yang memiliki sifat mekanik yang lebih unggul daripada percetakan lainnya. Hal ini karena dapat mengakomodasi serat yang relatif panjang dan menghasilkan komposit dengan fraksi volume serat yang tinggi (Taketa et al., 2008). Keunggulan metode ini adalah proses yang lebih efisien atau lebih cepat dari beberapa metode lainnya, menghasilkan produk yang presisi karena memiliki permukaan halus di kedua sisi, cetakan dapat digunakan berulang, dan cocok untuk pembuatan produk dalam skala besar.

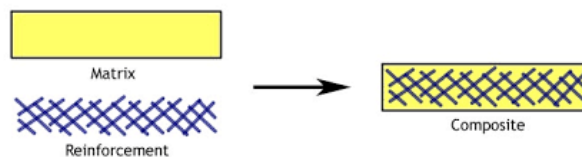
Untuk pembuatan produk komposit menggunakan metode *compression molding*, terdapat beberapa parameter penting yang menentukan hasilnya yaitu panjang serat karbon cacah dan lama waktu press cetakan. Menurut Purboputro,

jika serat terlalu panjang maka harga impak akan semakin menurun. Hal ini disebabkan kekuatan komposit yang kurang merata di setiap tempat dan distribusi serat yang kurang merata sehingga energi yang diserap menjadi lebih kecil (Purboputro, 2017). Kualitas produk komposit yang dibentuk dengan *compression molding* juga dipengaruhi oleh suhu dan waktu (Anderson & Altan, 2012).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Komposit

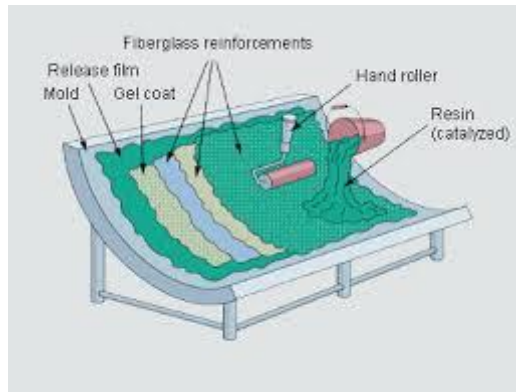
Komposit merupakan suatu jenis bahan baru hasil dari rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana masing-masing bahan memiliki perbedaan antara satu dan lainnya, baik sifat kimia maupun fisika nya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut (bahan komposit) (Richter et al., n.d.). Menurut (Gibson, 1994), komposit merupakan material yang terdiri dari dua atau lebih material berbeda yang digabungkan dalam skala makroskopis. Keunggulan material tersebut masing-masing material dapat menyatu membentuk material baru dengan karakteristik yang berbeda dari material penyusunnya (Mallick, 2007). Pada gambar 2-1 merupakan ilustrasi dan penyusun bahan komposit yang terdiri dari penguat (*reinforcement*) dan pengikat (*matrix*).



Gambar 2-1 Ilustrasi Material Komposit

Sumber: <https://artikel-teknologi.com/pengertian-material-komposit>

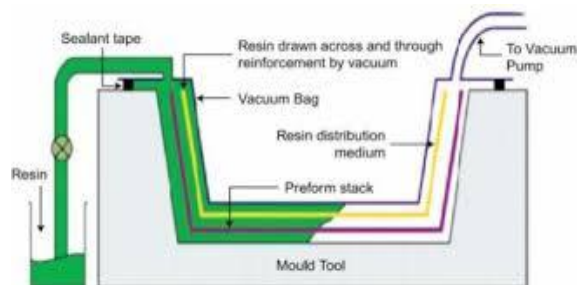
Dalam proses pembuatan produk komposit ada beberapa metode yang biasa digunakan seperti, *hand lay-up*, *vacuum infusion*, dan *compression molding*. *Hand lay-up* merupakan metode pembuatan komposit manual dengan meletakkan lapisan serat penguat diatas cetakan dan dilaminasi dengan resin. Proses ini merupakan metode cetakan terbuka. Pada gambar 2-2 merupakan ilustrasi dari proses *hand lay-up*.



Gambar 2-2 Proses *Hand Lay-up*

Sumber: <http://www.wacker.com>

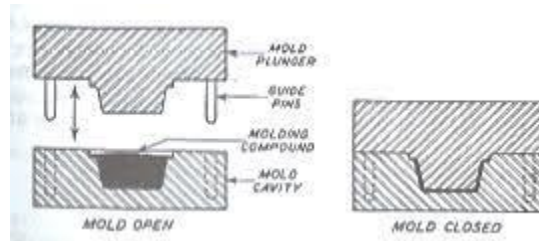
Metode selanjutnya yang biasa dipakai dalam pembuatan produk komposit yaitu *vacuum infusion*. *Vacuum infusion* adalah metode lanjutan dari *hand lay-up* yang menggunakan kantong vakum untuk memberikan tekanan pada komposit. Pada gambar 2-3 menunjukkan ilustrasi proses *vacuum infusion*.



Gambar 2-3 Proses *Vacuum infusion*

Sumber: <https://eprints.itenas.ac.id>

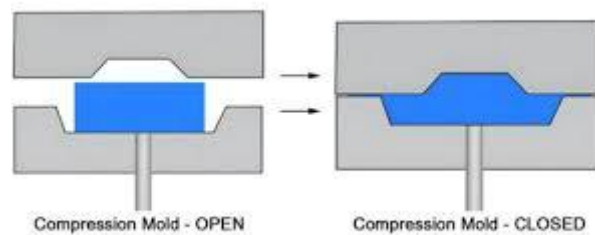
Selanjutnya metode yang digunakan dalam pembuatan produk komposit yaitu *compression molding*. Metode ini termasuk kedalam cetakan tertutup yang dimana pada prosesnya memanfaatkan hidrolis untuk memberikan tekanan ke cetakan. Pada metode ini cetakan yang dipakai terdiri dari dua bagian yaitu *core* dan *cavity*. Pada gambar 2-4 merupakan ilustrasi proses *compression molding*.



Gambar 2-4 Proses *Compression Molding*

2.2.2 Compression Molding

Compression molding adalah teknik yang digunakan untuk membuat produk komposit dengan metode *molding* tertutup. Prinsipnya adalah menerapkan tekanan ke cetakan (*molding*), lalu mesin mengendalikan panas *heater* agar dapat membentuk bahan sesuai dengan cetakan permanen setelah ditekan (Hasanah & Muslimin, 2020). Proses pembuatan komposit dengan menggunakan metode *compression molding* banyak digunakan untuk pembuatan produk otomotif, barang olahraga, dan industri elektronik untuk memproduksi suku cadang yang besar, tipis, ringan, kuat, dan kaku (Rios et al., 2001). Ilustrasi proses *compression molding* dapat dilihat pada gambar 2-5.



Gambar 2-5 *Compression molding*

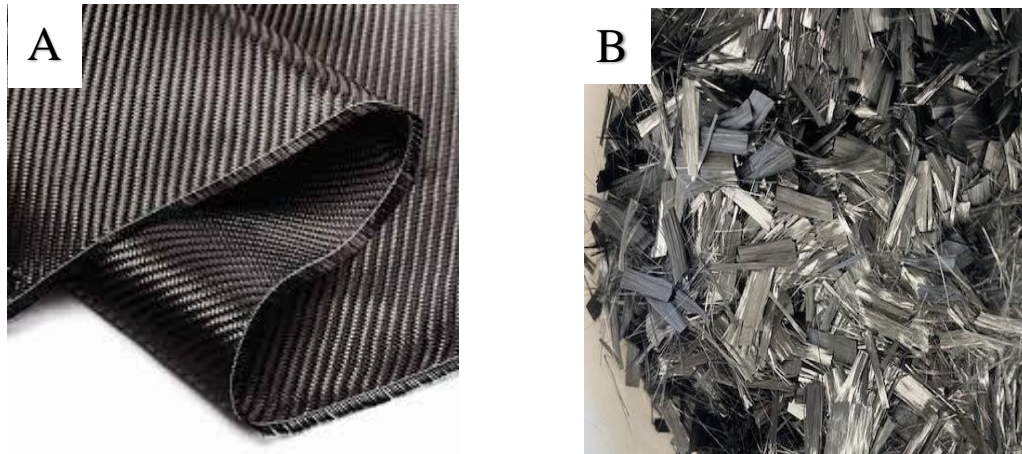
Sumber: gf-planen.de/?a=compression-molding-process-types-of-molds-features-and-benefits-ee-ojwazDU6

2.2.3 Curing

Curing pada *compression molding* adalah proses pengaturan temperatur dan waktu untuk memungkinkan bahan polimer mencapai tingkat pengerasan atau kekerasan tertentu. Proses ini melibatkan pemanasan dalam cetakan tertutup dengan tekanan tinggi untuk memastikan bahan terdistribusi merata dan bebas dari cacat. Waktu *curing* merupakan salah satu parameter penting yang perlu diperhatikan dalam proses manufaktur komposit karena *curing* yang tidak sempurna akan mengakibatkan berkurangnya ketahanan termal, ketahanan fatik, kekuatan matriks, sifat-sifat kekakuan (Putra & Nugroho, 2021). Semakin tinggi suhu *curing*, semakin banyak pula *void* yang dihasilkan pada permukaan produk. Suhu yang tinggi dapat membuat proses pengeringan resin *epoxy* terjadi lebih cepat sehingga banyak udara yang ada di dalam cetakan masih terjebak dan menghasilkan lubang (*void*) (Akbar, 2024).

2.2.4 Serat Karbon

Serat karbon adalah salah satu material penyusun komposit. Karbon juga merupakan salah satu jenis material penguat yang mempunyai kekuatan yang besar dan juga ringan. Komposit dengan menggunakan serat karbon juga sering digunakan untuk pembuatan produk otomotif dan juga bagian-bagian pada pesawat, akan tetapi serat karbon memiliki harga yang relatif tinggi (Erlangga & Irfa'i, 2018). Rekayasa material pada era modern seperti saat ini sudah semakin maju. Maka itu kebutuhan komponen yang mempunyai kekuatan yang besar namun memiliki bobot yang ringan akan terus meningkat. Bahan yang digunakan untuk membuat body kendaraan yang menggunakan serat karbon akan menjadi sangat ringan, hal itu membuat performa kendaraan menjadi semakin maksimal (Sari et al., 2020). Berdasarkan bentuknya, serat karbon terbagi menjadi dua jenis yaitu *woven carbon fiber* dan *chopped carbon fiber*. Pada gambar 2-6 adalah contoh *woven carbon fiber* dan *chopped carbon fiber*.



Gambar 2-6 A) *Woven Carbon Fiber*, B) *Chopped Carbon Fiber*

Woven carbon fiber adalah kain serat karbon yang dibuat dengan cara menganyam serat karbon menjadi pola tertentu. Proses anyaman ini menghasilkan kain komposit yang digunakan dalam berbagai aplikasi teknik untuk memberikan kekuatan dan kekakuan yang tinggi. Tetapi dengan pola anyaman tersebut membuat jenis karbon ini lebih sulit untuk dibentuk di sekitar sudut tajam.

Chopped carbon fiber adalah serat karbon yang dipotong menjadi potongan pendek dengan panjang tertentu. Serat ini digunakan sebagai penguat dalam pembuatan komposit untuk meningkatkan sifat mekanis material dasar, seperti resin atau plastik. Meskipun tidak sekuat serat kontinu, keunggulannya dalam produksi dan fleksibilitas membuatnya banyak digunakan diberbagai industri.

2.2.5 Resin

Resin adalah bahan pelapis, perekat dan material komposit seperti yang menggunakan serat karbon, serta pembuat *fiberglass*. Resin berwujud cairan kental, berwarna hitam atau bening, menyerupai minyak goreng, tetapi agak kental. Macam-macam jenis resin yaitu natural oil, alkyd, nitro cellulose, polyester, melamine, acrylic, epoxy, polyurethane, silicone, fluorocarbon, vinyl, cellulocis, dan lain-lain (Kartika et al., 2015).

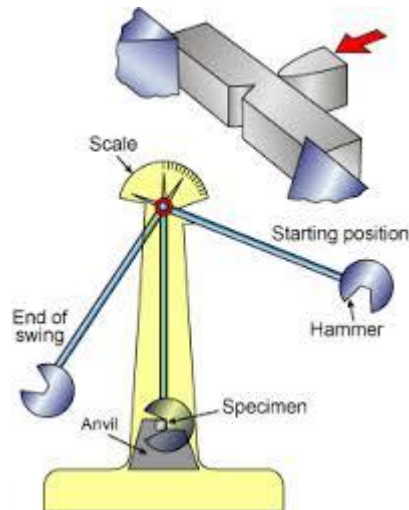
Cairan katalis memiliki fungsi untuk mempercepat proses pengerasan adonan *fiber*. Cairan katalis biasanya berwarna bening dan berbau agak menyengat. Semakin banyak cairan katalis yang digunakan maka akan semakin cepat adonan mengeras tetapi hasil akhirnya kurang bagus. Pada gambar 2-7 merupakan resin *epoxy* yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 2-7 Resin *Epoxy*

2.2.6 Uji Impak

Uji impak adalah pengujian dengan menggunakan pembebanan yang cepat. Pengujian ini dilakukan untuk mengukur ketahanan suatu benda terhadap beban kejut, inilah yang membedakan pengujian impak dengan pengujian tarik dan kekerasan (Siswanda et al., 2019). Ilustrasi pengujian impak dapat dilihat pada gambar 2-8.



Gambar 2-8 Proses Pengujian Impak

Menghitung energi pada pengujian impak dengan metode *charpy* dan besar dari energi yang didapatkan dinyatakan rumus sebagai berikut:

$$E = m.g.r(\cos \beta - \cos \alpha) \quad (2-1)$$

E = Energi impak (j)

m = Massa dari pendulum (kg)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

r = Jarak antara titik ayun pendulum dan titik takik

$\cos \alpha$ = Sudut awal sebelum diayunkan

$\cos \beta$ = Sudut akhir setelah pendulum mengenai spesimen

Rumus untuk mencari harga impak yang dihasilkan dinyatakan rumus sebagai berikut:

$$HI = \frac{E}{A} \quad (2-2)$$

- HI = Harga impact (j/mm^2)
E = Usaha yang diperlukan saat mematahkan spesimen
A = Luas penampang (mm)

Setelah mendapatkan nilai impact dari masing-masing spesimen, maka setelah itu dilanjutkan dengan menghitung standar deviasi. Standar deviasi ini bertujuan untuk menilai kestabilan suatu data pengukuran. Nilai yang rendah menunjukkan hasil yang konsisten, sedangkan nilai tinggi menandakan adanya masalah dalam proses atau material yang digunakan. Besar atau kecilnya nilai ditentukan dengan koefisien variasi yaitu membandingkan nilai standar deviasi dengan nilai rata-rata dalam data. Jika nilai koefisien variasi $<20\%$ maka dianggap seragam dan jika koefisien variasi $>20\%$ maka dianggap tidak seragam (Pada et al., 2014).

Setelah mendapatkan nilai impact dari masing-masing spesimen, maka setelah itu dilanjutkan dengan menghitung standar deviasi. Standar deviasi ini bertujuan untuk menilai kestabilan suatu data pengukuran. Nilai yang rendah menunjukkan hasil yang konsisten, sedangkan nilai tinggi menandakan adanya masalah dalam proses atau material yang digunakan. Besar atau kecilnya nilai ditentukan dengan koefisien variasi yaitu membandingkan nilai standar deviasi dengan nilai rata-rata dalam data. Jika nilai koefisien variasi $<20\%$ maka dianggap seragam dan jika koefisien variasi $>20\%$ maka dianggap tidak seragam (Pada et al., 2014).

2.2.7 ASTM E23

ASTM E23 adalah standar yang menguraikan metode pengujian impact pada bahan logam menggunakan spesimen berlekuk, khususnya melalui uji Charpy dan Izod. Meskipun ASTM E23 dirancang untuk logam, prinsip dasar pengujian impact ini telah diadaptasi untuk bahan komposit. Beberapa penelitian telah menerapkan metode Charpy pada komposit, meskipun belum ada standar yang seragam untuk pengujian tersebut pada bahan komposit (Thomas & Sorensen, 2018). ASTM E23 menetapkan ukuran spesimen standar uji impact Charpy dan

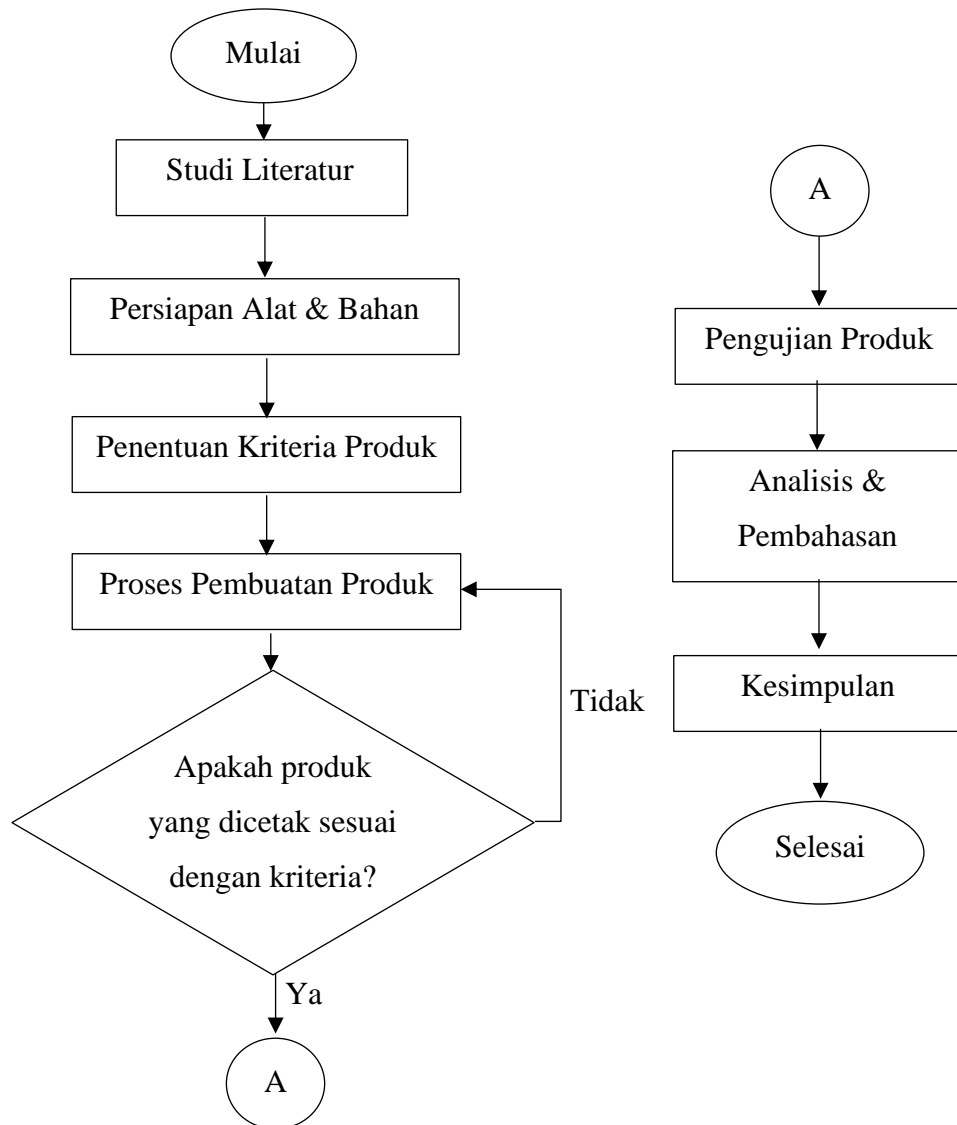
izod. Spesimen memiliki panjang 55 mm, lebar 10 mm, dan tebal 10 mm. Selain itu, terdapat dua jenis lekukan yang digunakan dalam pengujian, yaitu V-notch dengan kedalaman 2 mm, sudut 45 derajat, dan radius dasar 0,25 mm, serta U-notch dengan kedalaman 5 mm, lebar 1 mm, dan radius dasar 1 mm.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Pada penelitian terdapat alur penelitian yang dibuat sebagai acuan dalam proses penelitian. Gambar 3-1 merupakan diagram alur penelitian.












Gambar 3-1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Peralatan dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama proses pembuatan produk handel rem motor Yamaha N-max. Pada tabel 3-1 merupakan alat dan bahan yang digunakan selama pembuatan produk handel rem motor Yamaha N-max.

Tabel 3-1 Alat dan Bahan yang Digunakan

No.	Nama Alat	Fungsi	Gambar
1	Jangka sorong	Sebagai alat untuk mengukur detail dari produk yang akan dibuat.	
2	Sarung tangan	Sarung tangan digunakan untuk pelindung tangan pada saat melakukan pembuatan produk.	
3	Pelindung wajah	Sebagai pelindung wajah pada saat pemotongan produk yang akan di finishing.	
4	Amplas	Sebagai alat untuk menghaluskan produk saat proses finishing.	
5	Palu, obeng	Digunakan untuk membantu pelepasan produk dari molding.	

6	Kuas	Digunakan untuk mengoleskan resin agar dapat memudahkan meratakan serat karbon yang ada pada molding.	
7	Gelas plastik	Sebagai tempat untuk persiapan penuangan resin dan juga carbon yang akan digunakan.	
8	<i>Mold wax release</i>	Untuk memudahkan proses melepas produk dari cetakan (<i>molding</i>).	
9	Timbangan digital	Digunakan untuk menghitung berat resin dan <i>carbon</i> yang akan digunakan.	
10	<i>C-Clamp</i>	Digunakan sebagai alat bantu untuk menahan dalam proses penekanan,	
11	Gerinda pahat	Digunakan untuk memotong sisa bahan yang berlebih pada produk.	

12	<i>Chopped Carbon Fiber</i>	Sebagai material penguat	
13	<i>Resin Epoxy</i>	Sebagai material pengikat	

3.3 Menentukan Kriteria Produk

Dalam melakukan tahap pembuatan produk, maka tahap awal yang harus dilakukan yaitu menentukan kriteria produk. Kriteria produk menjadi sebagai acuan dalam pembuatan produk yang akan dibuat. Berikut merupakan poin-poin kriteria produk yang ditentukan :

1. Dalam pembuatan produk diharapkan minim kecacatan pada produk seperti permukaan yang berlobang, dan tidak rata atau bergelombang. Karena hal tersebut dapat mengurangi kenyamanan dan estetika dari produk yang dibuat.
2. Dimensi produk yang dibuat sesuai atau mendekati dimensi produk aslinya. Hal tersebut dilakukan untuk mencapai kesesuaian produk yang dihasilkan dengan produk aslinya.

3.4 Desain Eksperimen

Desain eksperimen yaitu rancangan awal yang bertujuan untuk menjadi acuan saat pembuatan produk. Komposisi antara *carbon* dan resin yang digunakan yaitu *carbon* 20,5g dan resin 41g. Komposisi yang digunakan adalah berdasarkan volume yang ada pada cetakan yang sudah dibuat dan pengujian yang dilakukan sebelumnya. Dan pada tabel 3-2 dan tabel 3-3 merupakan variasi panjang serat karbon dan lama waktu curing yang digunakan dalam pembuatan produk handel rem motor Yamaha N-max.

Tabel 3-2 Variasi Panjang Serat Karbon

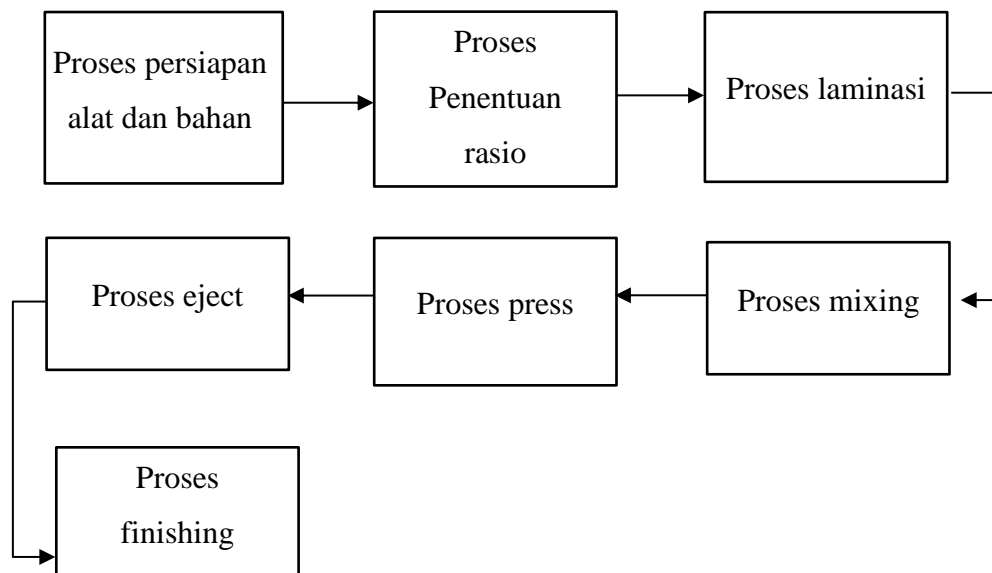
Spesimen	Massa		Waktu Curing (jam)	Panjang Carbon (mm)	Suhu Curing
	Chopped Carbon Fiber (g)	Resin Epoxy (g)			
H10MM	20,5	41	24	10	Suhu Ruang
				10	
				10	
H30MM	20,5	41	24	30	Suhu Ruang
				30	
				30	
H50MM	20,5	41	24	50	Suhu Ruang
				50	
				50	

Tabel 3-3 Variasi Lama Waktu Curing

Spesimen	Fraksi volume		Waktu Curing (jam)	Panjang Carbon (mm)	Suhu Curing
	Chopped Carbon Fiber (g)	Resin Epoxy (g)			
H12J	20,5	41	12	30	Suhu Ruang
				30	
				30	
H18J	20,5	41	18	30	Suhu Ruang
				30	
				30	
H24J	20,5	41	24	30	Suhu Ruang
				30	
				30	

3.5 Proses Pembuatan Produk

Pada proses pembuatan produk komposit handel rem nmax ada beberapa tahap yang akan dilakukan, mulai dari proses persiapan hingga proses *finishing*. Pada gambar 3-2 merupakan proses pembuatan produk.



Gambar 3-2 Proses Pembuatan Produk

1. Proses Persiapan Alat dan Bahan

Pada pembuatan produk handel rem motor Yamaha Nmax, tahap pertama yang harus dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Ada beberapa alat dan bahan yang akan digunakan yaitu cetakan, *chopped carbon*, resin, kuas, *c-clamp*, *mold wax release*, stik pengaduk, dll. Pada gambar 3-2 merupakan alat dan bahan yang digunakan pada saat pembuatan produk.



Gambar 3-3 Alat dan Bahan

2. Proses Penentuan Rasio

Pada tahapan ini yaitu menimbang massa antara *chopped carbon* dan resin yang telah ditentukan. Massa karbon dan resin ditentukan dengan beberapa kali percobaan dengan komposisi terbaik. Yaitu dengan menggunakan berat *chopped carbon fiber* 20,5 gram dan resin *epoxy* 41 gram. Pada gambar 3-3 merupakan proses penimbangan berat dari serat karbon dan resin yang akan digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3-4 Komposisi Serat Karbon dan Resin

3. Proses Laminasi

Proses laminasi yaitu proses melapisi cetakan dengan *mold wax release* secara merata. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pada saat melepaskan produk dari cetakan. Jika *wax* digunakan tidak secara merata, maka akan mengakibatkan permukaan produk menjadi berlubang. Pada gambar 3-4 merupakan proses laminasi.



Gambar 3-5 Laminasi

4. Proses Pencampuran

Setelah cetakan sudah dilapisi oleh *mold wax release* , tahap selanjutnya yaitu memasukkan *chopped carbon* dan resin yang sudah disiapkan. Ada dua cara memasukkan komponen tersebut, yaitu dengan metode *hand lay-up* dan *mixing* . Proses yang dilakukan di penelitian ini yaitu mencampur serat karbon dan resin dengan cara *hand lay-up* , yaitu dengan memasukkan serat terlebih dahulu dan melapisi serat tersebut dengan resin. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3-5.



Gambar 3-6 Proses Pencampuran

5. Proses *Compression*

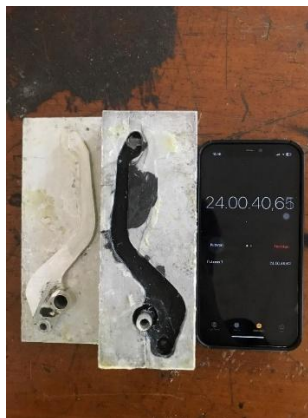
Pada proses ini yaitu dilakukan *press* atau memberikan tekanan pada cetakan dengan menggunakan mesin *press*. Selain menggunakan mesin *press*, proses *press* juga menggunakan *c-clamp* untuk membantu proses *compression*. Tekanan yang diberikan pada saat *press* yaitu 5 ton. Pada gambar 3-6 merupakan proses *press* pada produk.



Gambar 3-7 Proses *Press*

6. Proses *eject*

Setelah produk mengering, tahapan selanjutnya yaitu membuka dan melepaskan produk dari cetakan. Pada proses ini juga memanfaatkan obeng, dan palu untuk memudahkan proses pelepasan produk. Pada gambar 3-7 merupakan proses melepaskan produk dari cetakan.



Gambar 3-8 Proses *Eject*

7. Proses finishing

Tahapan terakhir yang dilakukan yaitu proses finishing produk. Setelah produk dikeluarkan dari cetakan, terdapat kelebihan material disisi cetakan. Untuk menghilangkan kelebihan material ini, maka dilakukan pemotongan dengan menggunakan gerinda, *cutter*, dan amplas untuk merapikan sisi produk yang kurang rata. Setelah dilakukan pemotongan terhadap produk, maka selanjutnya dilakukan pengamplasan untuk membuat permukaan produk menjadi lebih halus dan lebih rata. Dan proses terakhir yaitu melapisi produk dengan menggunakan *clear* agar membuat produk menjadi lebih bagus. Pada gambar 3-8 merupakan proses finishing produk.



Gambar 3-9 Proses Finishing

3.6 Proses Pembuatan Spesimen Uji

Pada penelitian ini, pembuatan spesimen dilakukan sesuai dengan standar pengujian yang berlaku untuk uji impak, yaitu menggunakan standar ASTM E23 untuk pengujian impak tipe charpy. Dimensi untuk pengujian impak ini yaitu dengan panjang 55 mm, lebar 10 mm, dan ketebalan 10 mm. Spesimen juga diberi takikan berbentuk V di bagian tengah dengan sudut 45 derajat dan kedalaman 2 mm. Spesimen dibuat dengan memotong produk handel rem untuk mendapatkan dimensi yang di inginkan. Proses pembuatan spesimen ini meliputi pemotongan produk pada bagian tengah dengan menggunakan gerinda, dan membuat takikan

berbentuk v sebesar 45 derajat dengan menggunakan kikir. Membuat spesimen yang dipotong langsung dari produk jadi memastikan spesimen memiliki sifat material yang sama dengan produk aslinya. Pada gambar 3-9 merupakan spesimen yang akan diuji.



Gambar 3-10 Spesimen uji

3.7 Proses Pengujian Impak

Pengujian impak dilakukan pada produk komposit handel rem yaitu untuk memastikan bahwa produk tersebut memiliki ketahanan terhadap benturan yang mungkin akan dialami pada saat penggunaan. Handel rem seringkali mengalami benturan, baik karena kecelakaan ataupun terjatuh. Maka selanjutnya dilakukan pengujian impak bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan impak pada produk. Pada gambar 3-10 merupakan proses uji impak.



Gambar 3-11 Proses Uji Impak

3.8 Proses Pemasangan Produk

Setelah produk selesai dibuat, maka selanjutnya dilakukan pengecekan ulang yaitu dengan melakukan pengecekan visual dan pemasangan produk. Pengecekan ulang visual dilakukan untuk memeriksa jika masih ada goresan atau cacat terhadap produk. Dan memastikan produk bisa dipasang sesuai dengan desain yang diinginkan. Pada gambar 3-11 merupakan proses pemasangan produk.



Gambar 3-12 Proses Pemasangan Produk

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Produk

Produk handel rem motor Yamaha Nmax telah berhasil dibuat menggunakan metode *compression molding* dengan bahan penguat *chopped carbon fiber* dan resin *epoxy* sebagai pengikat. Variasi panjang serat karbon yang digunakan berpengaruh terhadap hasil produk yang dibuat. Pada gambar 4-1 merupakan produk yang telah dicetak dengan menggunakan serat karbon 1cm.



Gambar 4-1 Produk Handel Rem Panjang Serat Karbon 10 mm

Pada produk handel rem dengan panjang serat 1cm memiliki permukaan yang lebih halus dibandingkan dengan variasi serat yang lebih panjang, karena serat yang lebih pendek lebih mudah bercampur dengan resin dan menyebar merata didalam cetakan. Pola acak serat karbon lebih terlihat dibandingkan dengan serat yang lebih panjang. Produk dengan panjang serat karbon 10 mm memiliki keunggulan yaitu mudah dalam pencampuran antara serat dan resin, sehingga mengurangi resiko adanya serat menggumpal atau tidak merata. Secara keseluruhan, Produk dengan panjang serat karbon 10 mm cocok untuk produk yang membutuhkan tampilan halus dan pola serat lebih terlihat, tetapi jika dibutuhkan kekuatan mekanis lebih tinggi, maka serat lebih panjang dapat dipertimbangkan. Pada gambar 4-2 merupakan produk handel rem motor dengan panjang serat karbon 30 mm.



Gambar 4-2 Produk Handel Rem Panjang Serat Karbon 30 mm

Produk handel rem dengan serat karbon 30 mm menunjukkan keseimbangan antara kekuatan dan estetika permukaan. Permukaan produk cukup halus, meskipun tidak sehalus variasi serat 10 mm, karena serat yang lebih panjang tidak terlalu menyebar dalam cetakan. Pola serat karbon terlihat samar, tidak terlalu menonjol seperti pada serat 10 mm, tetapi masih dapat terlihat pada beberapa bagian permukaan. Serat karbon 30 mm lebih merata dalam pencampuran dengan resin, sehingga menghasilkan serat yang lebih kokoh tanpa banyak gumpalan serat. Secara keseluruhan, handel rem dengan panjang serat karbon 30 mm merupakan pilihan terbaik karena memiliki kekuatan dan tampilan yang masih cukup rapi, sehingga cocok digunakan untuk kebutuhan kekuatan dan estetika. Pada gambar 4-3 merupakan produk handel rem dengan menggunakan panjang serat karbon 50 mm.



Gambar 4-3 Produk Handel Rem Panjang Serat Karbon 5cm

Produk handel rem dengan panjang serat 5cm memiliki tampilan yang lebih kasar dibandingkan variasi serat yang lebih pendek, karena serat-seratnya lebih panjang dan lebih sulit tertutupi sepenuhnya oleh resin. Hal ini membuat pola serat

karbon lebih sedikit terlihat di permukaan, karena banyak serat yang tetap berada didalam material tanpa muncul ke permukaan. Warna produk hanya terlihat hitam pekat tanpa pola acak antara serat karbon. Kendala utama dalam penggunaan serat 50 mm adalah proses pencampuran dan pencetakan yang lebih sulit, karena serat yang lebih panjang cenderung lebih susah tersebar secara merata dan susah mengisi bagian-bagian yang sempit didalam cetakan.

4.2 Pengaruh Panjang Serat Karbon Terhadap Kekuatan Impak

Setelah melakukan pengujian impak produk, didapat nilai impak produk seperti pada tabel 4-1.

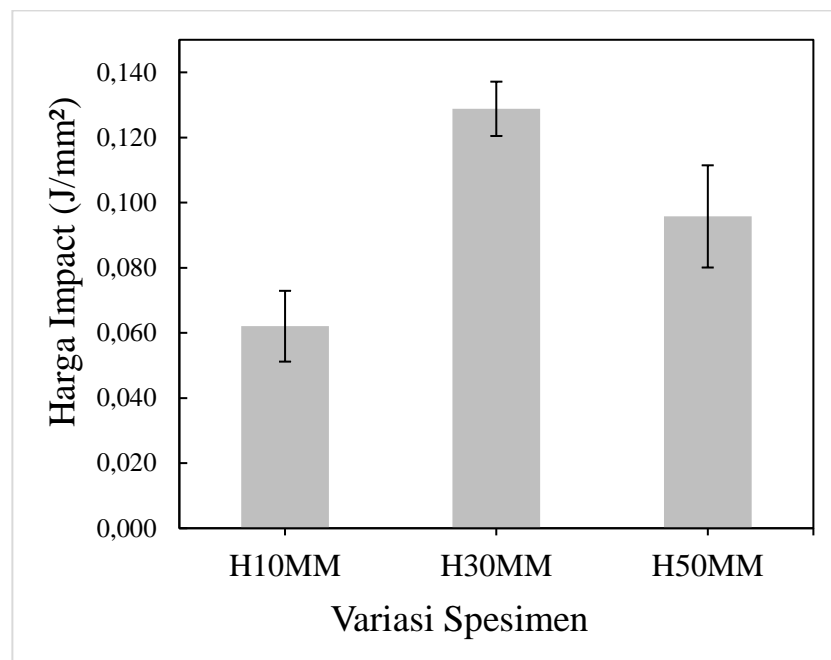
Tabel 4-1 Hasil Pengujian Impak Panjang Karbon

Spesimen	Sudut α (°)	Energi (J)	Sudut β (°)	Energi Terserap (J)	Luas (mm ²)	Harga Impact		SD
H10MM	30	21	25,3	6,1	80,0	0,077	0,062	0,010
H10MM	30	21	26,5	4,6	79,5	0,058		
H10MM	30	21	27,0	4,0	78,2	0,051		
H30MM	30	21	22,3	9,5	80,8	0,118	0,129	0,008
H30MM	30	21	20,5	11,3	81,8	0,138		
H30MM	30	21	21,3	10,6	81,0	0,130		
H50MM	30	21	23,0	8,7	80,3	0,109	0,096	0,015
H50MM	30	21	25,5	5,8	79,4	0,074		
H50MM	30	21	23,3	8,4	80,4	0,105		

Dari tabel hasil pengujian impak, didapatkan data bahwa produk dengan harga impak terbesar terjadi pada produk komposit dengan panjang serat 3cm sebesar 0,129 J/mm², lalu produk dengan panjang serat 5cm memiliki nilai lebih kecil dibanding dengan produk dengan panjang serat 3cm, yaitu sebesar 0,096 J/mm². Dan produk dengan nilai harga impak paling kecil yaitu produk yang memiliki panjang serat karbon 1cm, yang memiliki harga impak sebesar 0,062 J/mm².

Hasil ini membuktikan bahwa panjang serat karbon memiliki pengaruh terhadap tingkat kekuatan impak sebuah produk. Serat karbon berfungsi sebagai

penguat utama dalam komposit. Serat yang lebih panjang memiliki area kontak yang lebih luas dengan matriks, sehingga lebih mampu memperkuat produk. Meskipun serat 5cm lebih panjang dan secara teori lebih kuat, tetapi serat 5cm panjangnya membuat penyebaran resin menjadi tidak merata. Karena dalam prakteknya, pada produk dengan panjang 5cm terdapat serat yang tidak dapat menyerap resin dengan optimal, sehingga dapat mengurangi kekuatan dari produk. Nilai koefisien variasi paling besar yaitu pada panjang 1cm dengan nilai cv sebesar 17,5%, nilai tersebut masih dibawah 20% yang berarti data masih dapat diterima. Grafik hasil pengujian impak panjang serat karbon dapat dilihat pada gambar 4-4.



Gambar 4-4 Grafik Hasil Pengujian Impak Panjang Serat Karbon

4.3 Pengaruh Lama Waktu Press Terhadap Kekuatan Impak

Dari hasil pengujian impak produk yang telah dilakukan, didapatkan data pengujian impak dari setiap lama waktu press yang ditampilkan pada tabel 4-2.

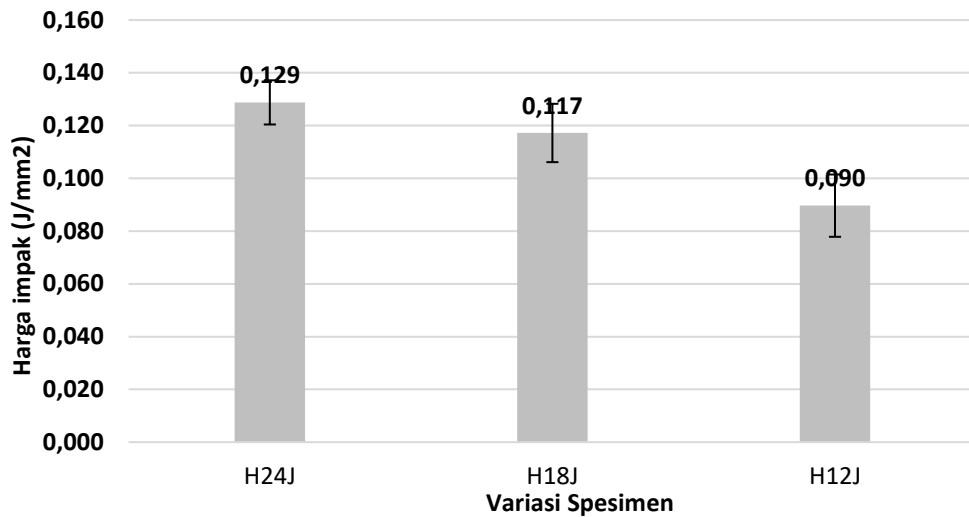
Tabel 4-2 Hasil Pengujian Impak Lama Waktu

Spesimen	Sudut	Energi	Sudut	Energi	Luas	Harga Impact		SD
	α (°)	(J)	β (°)	Terserap (J)	(mm ²)			
H24J	30	21	22,3	9,5	80,8	0,118	0,129	0,008

H24J	30	21	20,5	11,3	81,8	0,138		
H24J	30	21	21,3	10,6	81,0	0,130		
H18J	30	21	22,0	9,8	79,9	0,122	0,117	0,011
H18J	30	21	21,8	10,0	78,9	0,127		
H18J	30	21	23,5	8,2	80,2	0,102		
H12J	30	21	24,5	7,0	80,2	0,088	0,090	0,011
H12J	30	21	23,3	8,4	80,4	0,105		
H12J	30	21	25,3	6,1	80,6	0,076		

Didapatkan data bahwa produk dengan kekuatan impak terbesar terjadi pada produk komposit dengan lama waktu press 24 jam yaitu sebesar 0,129 J/mm². Terjadi penurunan kekuatan pada produk komposit dengan lama waktu press 18 jam yaitu sebesar 9,31% dengan nilai impak 0,117 J/mm². Nilai impak paling rendah yaitu dengan lama waktu 12 jam yang mengalami penurunan kekuatan impak dengan nilai 0,090 J/mm² atau mengalami penurunan sebesar 30,23% dibandingkan dengan nilai impak komposit 24 jam.

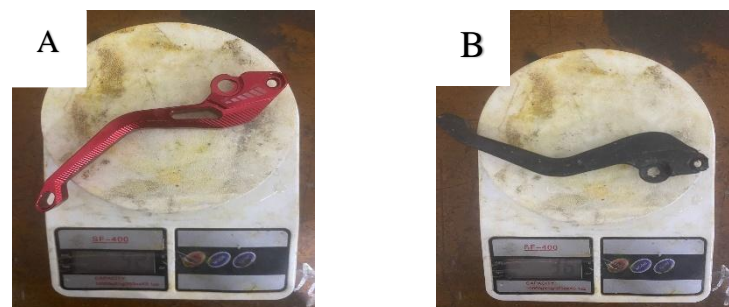
Hasil pengujian ini membuktikan bahwa lama waktu press mempengaruhi kekuatan impak sebuah produk. Semakin lama waktu press yang digunakan, maka tingkat kekuatan impak sebuah produk akan semakin meningkat. Hal tersebut terjadi karena resin memerlukan waktu untuk mencapai tingkat pengerasan tertentu (*cross-linking*) meskipun *curing* dilakukan pada suhu ruangan. Waktu tekan yang terlalu pendek dapat menghambat proses pengikatan sempurna antara resin dan serat. Pada suhu ruangan, waktu curing biasanya jauh lebih lama dibandingkan suhu tinggi. Oleh karena itu, waktu press yang diperpanjang dapat mendukung proses awal pengerasan, meskipun tekanan tidak dapat sepenuhnya menggantikan *curing* untuk mencapai sifat mekanik optimal. Nilai koefisien variasi paling besar yaitu pada lama waktu 12 jam dengan nilai koefisien variasi sebesar 13,1%. Nilai tersebut masih dibawah 20%, berarti data masih dapat diterima. Grafik hasil pengujian impak lama waktu dapat dilihat pada gambar 4-5.



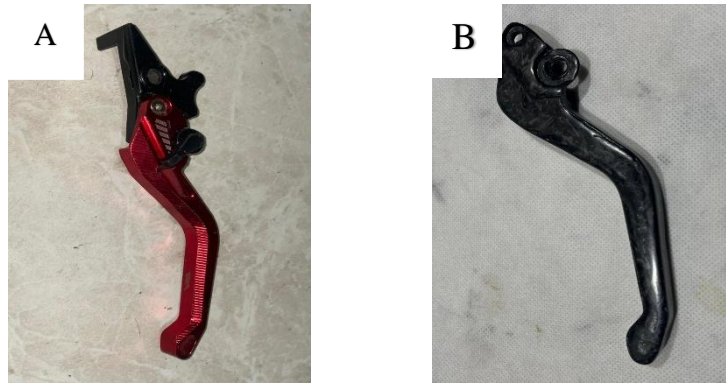
Gambar 4-5 Grafik Hasil Pengujian Impak Lama Waktu Curing

4.4 Perbandingan Produk Hasil Penelitian dengan Produk Asli

Produk handel rem hasil penelitian ini memiliki beberapa perbedaan dibandingkan dengan produk asli yang berbahan aluminium. Dari segi berat, produk hasil penelitian memiliki berat 36 g dan berat handel rem motor aluminium yaitu 52 g. Bobot produk handel rem pada penelitian ini lebih ringan karena bahan yang digunakan *chopped carbon fiber* memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan aluminium, sehingga lebih mudah digunakan. Dapat dilihat pada gambar 4-6. Dari segi visual, perbedaan yang signifikan yaitu pada warna, dan detail pada desainnya. Produk yang berbahan *chopped carbon fiber* memiliki tampilan hitam dengan pola serat karbon yang terlihat di permukaannya. Dibandingkan dengan handel rem asli yang memiliki permukaan mengkilap dengan warna merah berlapis cat dan memiliki pola grip pada permukaannya. Dapat dilihat pada gambar 3-7.



Gambar 4-6 Perbandingan Berat Produk A) Produk Asli, B) Produk Komposit



Gambar 4-7 Perbandingan Visual A) Produk Asli, B) Produk Komposit

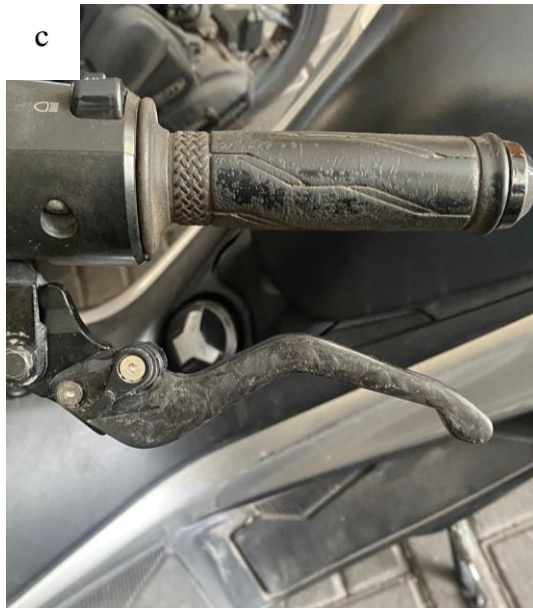
4.5 Hasil Pemasangan Produk Handel Rem Motor Yamaha Nmax

Pada gambar 4-8 merupakan proses pemasangan produk komposit handel rem motor pada sepeda motor Yamaha Nmax



Gambar 4-8 Proses Pemasangan Produk

Produk handel rem karbon yang telah dibuat dapat dipasang pada motor Yamaha Nmax dengan proses melepas handel rem bawaan, lalu proses pemasangan handel rem karbon. Proses pemasangan handel rem berjalan lancar tanpa adanya masalah, menunjukkan bahwa handel rem sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Hasil pemasangan menunjukkan bahwa produk dapat terpasang dengan baik dan berfungsi dengan normal. Pada gambar 3-7 menunjukkan hasil pemasangan produk.



Gambar 4-9 Hasil Pemasangan Produk a) Depan, b) Samping. c) Atas

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil dan pembahasan yang telah diuraikan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah berhasil dibuat produk komposit handel rem motor Yamaha Nmax berbahan *chopped carbon fiber* menggunakan metode *compression molding*.
2. Panjang potongan *chopped carbon fiber* berpengaruh terhadap kekuatan impak sebuah produk, dimana semakin panjang serat karbon maka semakin besar kekuatan impak terhadap produk, akan tetapi serat yang terlalu panjang juga menyebabkan distribusi resin dan serat tidak merata yang dapat mengurangi kekuatan sebuah produk impak. Panjang serat yang paling optimal yaitu 3cm.
3. Lama waktu penekanan cetakan juga berpengaruh terhadap kekuatan impak sebuah produk. Semakin lama waktu penekanan yang terjadi pada cetakan, maka semakin baik kekuatan sebuah produk. Dalam penelitian ini nilai impak tertinggi adalah produk dengan lama waktu press 24 jam, dan nilai impak terendah di waktu 12 jam.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Setelah dilakukannya penelitian, ada beberapa saran untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya yakni sebagai berikut:

1. Bentuk produk yang akan dibuat harus diperhatikan. Jangan sampai bentuk dan ukuran produk yang akan dibuat sulit untuk dicetak.
2. Konstruksi dari molding harus dipertimbangkan. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap keberhasilan dalam mencetak produk yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. F. (2024). *Pembuatan Produk Komposit Cover Shok Breaker Vespa Sprint 150 Menggunakan Prepreg Carbon Fiber Melalui Metode Compression Molding*. 1–78. [dspace.uui.ac.id/123456789/51177](https://doi.org/10.24127/dspace.uui.ac.id/123456789/51177)
- Anderson, J. P., & Altan, M. C. (2012). Properties of composite cylinders fabricated by bladder assisted composite manufacturing. *Journal of Engineering Materials and Technology*, 134(4). <https://doi.org/10.1115/1.4007017>
- Babel, P. (n.d.). *Mekanik Dan Topografi Pada Komposit Bermatriks Polyester Bqtn 157*.
- Bale, J. (2015). The Discontinuous Carbon Fiber Composite: A Review of the Damage Characteristics. *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, 02(01), 9–14.
- Erlangga, D., & Irfa'i, M. A. (2018). Pengaruh fraksi volume serat kulit batang kersen dan serat karbon terhadap kekuatan tarik dengan matrik polyester. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 7–14.
- Hasanah, U., & Muslimin, M. (2020). Pengaruh Tekanan Compression Moulding terhadap Kinerja Pelat Bipolar Komposit Grafit/Resin Epoksi Komposisi 20% Karbon Tempurung Kelapa. *Jurnal Mekanik Terapan*, 1(1), 71–80. <https://doi.org/10.32722/jmt.v1i1.3335>
- Imanto, T. (2014). Proses Visualisasi Modifikasi Motor. *Inosains*, 9(2), 95.
- Kartika, I. R., Kurniadewi, F., Nurjayadi, M., & Rahmawati, Y. (2015). Pelatihan Pembuatan Case Gadget Chemistry Style Yang Unik Dan Kreatif Dalam Rangka Meningkatkan Keterampilan Mahasiswa Jurusan Kimia Fmipa Unj. *Sarwahita*, 12(2), 77–81. <https://doi.org/10.21009/sarwahita.122.02>
- Mallick, P. K. (2007). *FIBER- REINFORCED*.
- Martha, L., & Maini, D. (2022). Pengaruh Celebrity Endorser, Brand Image, Dan Kepercayaan Merek Terhadap Keputusan Pembelian Sepeda Motor Yamaha Nmax Di Cv. Tjahaja Baru Surantih. *Jurnal Valuasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Manajemen dan Kewirausahaan*, 2(2), 1172–1192. <https://doi.org/10.46306/vls.v2i2.150>

- Pada, B., Peranakan, K., & Pe, E. (2014). *KORELASI UKURAN-UKURAN TUBUH DENGAN BOBOT*.
- Pararuk, R. L., & Tititing, A. S. (2024). *Analisis Ekuitas Merek terhadap Minat Beli Sepeda Motor Yamaha Nmax*. 4, 8540–8550.
- Purboputro, P. I. (2017). Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok Dengan Matriks Poliester. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 7(2), 70–76. <https://doi.org/10.23917/mesin.v7i2.3088>
- Putera, I. W. A. G., & Warmika, I. G. K. (2020). The Role of Brand Image Mediates the Effect of Electronic Word of Mouth on NMAX Purchase Intention in Tabanan City. *American Journal of Humanities and Social Sciences Research*, 4(3), 3–97. www.ajhssr.com
- Putra, M. I., & Nugroho, G. (2021). Pengaruh Curing Time Terhadap Sifat Mekanis Komposit Epoxy/Carbon Fiber dan Epoxy/ Glass Fiber dengan Metode Manufaktur Bladder Compression Moulding. *Journal of Mechanical Design and Testing*, 3(1), 20. <https://doi.org/10.22146/jmdt.57205>
- Richter, L. E., Carlos, A., & Beber, D. M. (n.d.). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title*.
- Rios, A. C., Davis, B. A., & Gramann, P. J. (2001). Computer aided engineering in compression molding. *Proceedings of the Composites Fabricators Association, October 3-6*.
- Sari, E. D. R., Respati, S. M. B., & Nugroho, A. (2020). Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Serat Karbon-Resin Dengan Variasi Waktu Curing Dan Suhu Penahanan 80^oc. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 16(2). <https://doi.org/10.36499/mim.v16i2.3771>
- Siswanda, H., Zuhaimi, & Yusuf, I. (2019). Analisa Kekuatan Impact Bahan St-60 pada Berbagai Temperatur. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 3(1), 18–21.
- Taketa, I., Okabe, T., & Kitano, A. (2008). A new compression-molding approach using unidirectionally arrayed chopped strands. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 39(12), 1884–1890. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2008.09.012>
- Thomas, R. J., & Sorensen, A. D. (2018). Charpy impact test methods for cementitious composites: Review and commentary. *Journal of Testing and*

Evaluation, 46(6), 2422–2430. <https://doi.org/10.1520/JTE20170057>

Tolédano, J.-C. (2011). The structure of crystalline solids. In *Physical Basis of Plasticity in Solids*. https://doi.org/10.1142/9789814374064_0002

LAMPIRAN



LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

HASIL PENGUJIAN IMPACT

No.	Variasi Spesimen	Sudut α (°)	Energi (J)	Sudut β (°)	Energi Terserap (J)	Luas (mm ²)	Harga Impact (J/mm ²)
1	A1	30	21	25.3	6.1	80.0	0.077
2	A2	30	21	26.5	4.6	79.5	0.058
3	A3	30	21	27.0	4.0	78.2	0.051
4	B1	30	21	22.3	9.5	80.8	0.118
5	B2	30	21	20.5	11.3	81.8	0.138
6	B3	30	21	21.3	10.6	81.0	0.130
7	C1	30	21	23.0	8.7	80.3	0.109
8	C2	30	21	25.5	5.8	79.4	0.074
9	C3	30	21	23.3	8.4	80.4	0.105

Lembar asli, tidak untuk digandakan

Keterangan :

1. Pengujian dilakukan tanggal 11 Oktober 2024
2. Standar Spesimen menggunakan ASTM E23
3. Panjang lengan 0,8 meter
4. Berat palu 20 kilogram

Identitas Penguji :

Nama : Muhammad Iqbal Hilal Hamdi
NIM : 20525097
Institusi : Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 11 Oktober 2024
Staf Laboratorium Bahan Teknik



Dr. Lilik Dwi Setyana, S.T., M.T
NIP. 197703312002121002



LABORATORIUM BAHAN TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS GADJAH MADA

HASIL PENGUJIAN IMPACT

No.	Variasi Spesimen	Sudut α (°)	Energi (J)	Sudut β (°)	Energi Terserap (J)	Luas (mm ²)	Harga Impact (J/mm ²)
1	A1	30	21	22.3	9.5	80.8	0.118
2	A2	30	21	20.5	11.3	81.8	0.138
3	A3	30	21	21.3	10.6	81.0	0.130
4	B1	30	21	22.0	9.8	79.9	0.122
5	B2	30	21	21.8	10.0	78.9	0.127
6	B3	30	21	23.5	8.2	80.2	0.102
7	C1	30	21	24.5	7.0	80.2	0.088
8	C2	30	21	23.3	8.4	80.4	0.105
9	C3	30	21	25.3	6.1	80.6	0.076

Lembar asli, tidak untuk digandakan

Keterangan :

1. Pengujian dilakukan tanggal 17 November 2024
2. Standar Spesimen menggunakan ASTM E23
3. Panjang lengan 0,8 meter
4. Berat palu 20 kilogram

Identitas Penguji :

Nama : Muhammad Iqbal Hilal Hamdi
NIM : 20525097
Institusi : Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 17 November 2024
Staf Laboratorium Bahan Teknik

Pengujian & Analisa
Material
Lilik Dwi Setyaningsih, S.T., M.T.
NIP. 197703312002121002