PEMBUATAN PRODUK KOMPOSIT COVER *SHOCK BREAKER* VESPA SPRINT 150 MENGGUNAKAN *PREPREG CARBON FIBER* MELALUI METODE *COMPRESSION MOLDING*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama	**: Abdurrahman Farishi**
No. Mahasiswa	**: 19525030**
NIRM	**: 190124006725042000**

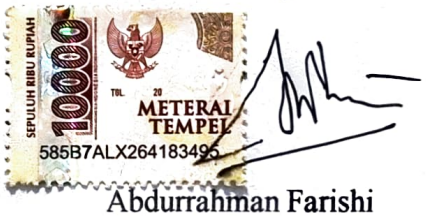
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2024

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 dengan hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 13 Agustus 2024



Abdurrahman Farishi

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PEMBUATAN PRODUK KOMPOSIT COVER *SHOCK BREAKER* VESPA SPRINT 150 MENGGUNAKAN *PREPREG CARBON FIBER* MELALUI METODE *COMPRESSION MOLDING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama	**: Abdurrahman Farishi**
No. Mahasiswa	**: 19525030**
NIRM	**: 190124006725042000**

Yogyakarta, 15 Juli 2024

Pembimbing 1,

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PEMBUATAN PRODUK KOMPOSIT COVER *SHOCK BREAKER* VESPA SPRINT 150 MENGGUNAKAN *PREPREG CARBON FIBER* MELALUI METODE *COMPRESSION MOLDING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : **Abdurrahman Farishi**

No. Mahasiswa : **19525030**

NIRM : **190124006725042000**

Tim Penguji

Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc., IPP. Ketua	Tanggal : 1 Agustus 2024
Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D. Anggota I	Tanggal : 01-08-2024
Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T. Anggota II	Tanggal : 1 Agustus 24

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Ir. Muhammad Khafidh, 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. Kedua orang tua yaitu Ayah dan Ibu saya 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, serta jasa kalian yang sangat besar tidak akan bisa terlupakan sampai kapanpun.
2. Dosen pembimbing, bapak Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc., IPP, yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini dari awal hingga akhir. Terima kasih kepada beliau telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan selama 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 kepada 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

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya”

(Ali bin Abi Thalib)

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Tidak ada kemudahan tanpa doa”

(Ridwan Kamil)

“Barang siapa menempuh satu jalan (cara) untuk mendapatkan ilmu, maka Allah pasti mudahkan baginya jalan menuju surga”

(HR. Muslim)

“Hiduplah seakan-akan kamu akan mati hari esok dan belajarlah seolah kamu akan hidup selamanya”

(Mahatma Gandhi)

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

(Q.S. Al-Insyirah : 5)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirohmanirohim saya ucapkan alhamdulillah, puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Swt yang hanya kepada-nya saya memohon pertolongan serta kelancaran dalam menghadapi segala urusan dunia. Alhamdulillah atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-nya, sehingga saya selaku penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Pembuatan Produk Komposit Cover *Shock Breaker* Vespa Sprint 150 Menggunakan *Prepreg Carbon Fiber* Melalui Metode *Compression Molding*". Shalawat dan salam kepada Rasulullah Saw. yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk seluruh umat manusia.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya dengan penuh rasa hormat saya mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada:

1. Papa, Mama, Huzai, Arya, Tiara, dan Sabira, selaku keluarga penulis dan tempat untuk berkeluh kesah, serta selalu memberikan dukungan dan senantiasa mendoakan yang terbaik untuk penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU, ASEAN.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Khafid, S.T., M.T., IPP, selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc., IPP, selaku dosen pembimbing tugas akhir, yang telah membimbing selama perancangan dan pelaksanaan Tugas Akhir.
5. Mas Rizky, Mas Syafi'i, dan Mas Adi selaku staf laboran Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah membantu selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
6. Teman-teman angkatan 2019 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia selaku tempat bertukar ilmu.

7. 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 banyak 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 ke arah yang lebih baik, dan semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan kebahagiannya untuk kita semua.

ABSTRAK

Pada saat ini, material komposit semakin banyak digunakan di berbagai aplikasi salah satunya adalah sebagai pengganti bodi mobil atau motor yang bertujuan untuk mengurangi bobot sekaligus menambah estetika kendaraan. Proses pembuatan produk komposit dengan berbagai metode memiliki keunggulan dan kelemahannya masing-masing. *Compression molding* dianggap sebagai metode yang paling efisien, menghasilkan produk berkualitas tinggi, menghasilkan produk dengan cetakan secara berulang-ulang dengan dimensi bentuk produk yang tetap sama (presisi), dan cocok untuk pembuatan produk dalam skala besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pembuatan produk, serta kendala-kendala yang dihadapi selama proses pembuatan cover *shockbreaker* vespa sprint 150 menggunakan metode *compression molding* dengan *prepreg carbon fiber*. Dalam proses pembuatannya, beberapa parameter proses telah dievaluasi yaitu pengaruh variasi jumlah lapisan (*Stacking*) pada *prepreg carbon fiber* dan suhu *curing*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, telah berhasil dibuat sebuah produk komposit *cover shockbreaker* Vespa Sprint 150 yang memiliki tingkat kerataan permukaan yang paling baik, kekakuan yang paling tinggi, dan kecacatan paling sedikit dengan variasi *Stacking* sebanyak 10 lapis dan suhu *curing* pada 140°C.

Kata Kunci : Komposit, *Compression Molding*, *Prepreg Carbon Fiber*, *Curing*,

ABSTRACT

Nowadays, composite materials are increasingly being used in various applications, one of which is as a replacement for car or motorbike bodies with the aim of reducing weight while increasing the aesthetics of the vehicle. The process of making composite products using various methods has its own advantages and disadvantages. Compression molding is considered the most efficient method, produces high quality products, produces products by molding repeatedly with product shape dimensions that remain the same and is suitable for manufacturing products on a large scale. This research aims to determine the product manufacturing process, as well as the obstacles faced during the process of manufacturing the Vespa Sprint 150 shockbreaker cover using the compression molding method with carbon fiber prepreg. In the manufacturing process, several process parameters have been evaluated, namely the effect of varying the number of layers (stacking) on the carbon fiber prepreg and the curing temperature. Based on the research that has been carried out, a composite product for the Vespa Sprint 150 shockbreaker cover has been successfully created which has the best level of surface flatness, the highest stiffness and the fewest defects with a stacking variation of 10 layers and a curing temperature of 140°C.

Keywords: *Composite, Compression Moulding, Carbon Fiber Prepreg, Curing*

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Pernyataan Keaslian ii
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
Abstract x
Daftar Isi xi
Daftar Tabel xiii
Daftar Gambar xiv
Bab 1 Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 4
Bab 2 Tinjauan Pustaka 6
2.1 Kajian Pustaka 6
2.2 Dasar Teori 8
2.2.1 Vespa Sprint 150 8
2.2.2 Komposit 9
2.2.3 Prepreg Carbon Fiber 10
2.2.4 *Compression Molding* 11
2.2.5 *Mold* (Cetakan) 12
2.2.6 Pemotongan (*Cutting)* 13
2.2.7 Susunan Lapisan (*Stacking)* 14
2.2.8 *Curing* 15

2.2.9 Pengujian Defleksi 16
Bab 3 Metode Penelitian 18
3.1 Alur Penelitian 18
3.1.1 Deskripsi Alur Penelitian 19
3.2 Peralatan dan Bahan 21
3.3 Menentukan Kriteria Produk 27
3.4 Proses Pembuatan Pola *Cutting* 28
3.5 Proses *Cutting* (Pemotongan Prepreg) 29
3.6 Desain Eksperimen 30
3.7 Proses Pembuatan Produk 32
3.7.1 Mempersiapkan Cetakan (*Mold*) 33
3.7.2 Proses Penyusunan Lapisan (*Stacking*) 33
3.7.3 Mempersiapkan Mesin *Hot Press* 35
3.7.4 Proses *Heating* (Pemanasan *Mold*) 36
3.7.5 Proses *Curing* 37
3.7.6 Proses Pelepasan Produk 38
3.7.7 Proses *Finishing* Produk 40
3.8 Proses Pengukuran Ketebalan & Berat Produk 42
3.9 Pengujian Defleksi 49
Bab 4 Hasil dan Pembahasan 51
4.1 Pengaruh Jumlah Lapisan Prepreg (*Stacking*) dan *Curing* Terhadap Hasil Produk Komposit 51
4.2 Pengaruh Jumlah Lapisan Prepreg (*Stacking*) dan *Curing* Terhadap Kekakuan Produk 54
4.3 Pengaruh Jumlah Lapisan Prepreg (*Stacking*) dan *Curing* Terhadap Ketebalan dan Massa Produk 55
4.4 Hasil Pemasangan Produk Komposit 58
Bab 5 Penutup 59
5.1 Kesimpulan 59
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya 60
Daftar Pustaka 61

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Peralatan 21
Tabel 3-2 Bahan 26
Tabel 3-3 Variasi suhu (*curing*), Lapisan (*stacking*), dan Tekanan 30
Tabel 3-4 Mencari Lapisan Terbaik 30
Tabel 3-5 Mencari suhu terbaik 30
Tabel 3-6 Hasil variasi akhir 31
Tabel 4-1 Hasil Pengukuran Ketebalan 3 Point 55
Tabel 4-2 Hasil Pengukuran Berat Produk 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Body Vespa Sprint 150 8
Gambar 2. 2 Komposit Serat Karbon 9
Gambar 2. 3 Prepreg Carbon Fiber 10
Gambar 2. 4 Compression Molding Method 11
Gambar 2. 5 Cetakan (*Mold*) 12
Gambar 2. 6 Pemotongan Prepreg (*Cutting*) 13
Gambar 2. 7 Susunan Lapisan (*Stacking*) 14
Gambar 2. 8 Proses *Curing* 15
Gambar 2. 9 Pengujian Defleksi 17
Gambar 3. 1 Alur Penelitian 18
Gambar 3. 2 Pembuatan Pola *Cutting* 28
Gambar 3. 3 Hasil Pola Cutting 28
Gambar 3. 4 Penerapan Pola 29
Gambar 3. 5 Pemotongan Karbon Prepreg 29
Gambar 3. 6 Alur Proses Pembuatan Produk 32
Gambar 3. 7 Cetakan (*Mold*) 33
Gambar 3. 8 Penyusunan Lapisan (*Stacking*) 34
Gambar 3. 9 Mesin *Hot Press* 35
Gambar 3. 10 Pemanasan *Mold* 36
Gambar 3. 11 Penempatan Prepreg 37
Gambar 3. 12 Pengaturan Suhu dan Tekanan 37
Gambar 3. 13 Proses *Curing* 38
Gambar 3. 14 Pendinginan Suhu Ruangan 39
Gambar 3. 15 Pelepasan Produk Akhir 39
Gambar 3. 16 Pemotongan Sisa Material 40
Gambar 3. 17 Pengamplasan Produk Akhir 41
Gambar 3. 18 Point-Point Pengukuran 42
Gambar 3. 19 Penentuan Pengukuran Point B 42
Gambar 3. 20 Hasil Pengukuran Point B 43
Gambar 3. 21 Penentuan Pengukuran Point C 43

Gambar 3. 22 Hasil Pengukuran Point C 43
Gambar 3. 23 Alat Bantu Pengukuran Point A,B,C 44
Gambar 3. 24 Penerapan Ukuran Point B 44
Gambar 3. 25 Point B 45
Gambar 3. 26 Penerapan Ukuran Point C 45
Gambar 3. 27 Point C 46
Gambar 3. 28 Penerapan Ukuran Point A 46
Gambar 3. 29 Point A 46
Gambar 3. 30 Pengukuran Ketebalan Point A 47
Gambar 3. 31 Pengukuran Ketebalan Point B 47
Gambar 3. 32 Pengukuran Ketebalan Point C 48
Gambar 3. 33 Pengukuran Massa Produk 48
Gambar 3. 34 Ilustrasi Penempatan Produk 49
Gambar 3. 35 Desain Posisi Penempatan Produk 50
Gambar 3. 36 Pengujian Defleksi Pada Produk 50
Gambar 4. 1 (a) Sampel 1 (120 ℃ dengan 2 Lapis), (b) Sampel 2 (120 ℃ dengan 3 Lapis) dan (c) Sampel 3 (120 ℃ dengan 4 Lapis) 52
Gambar 4. 2 (a) Sampel 4 (130 ℃ dengan 4 Lapis) dan (b) Sampel 5 (140 ℃ dengan 4 Lapis) 53
Gambar 4. 3 Sampel 6 (140 ℃ dengan 10 Lapis) 53
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pengujian Defleksi 54
Gambar 4. 5 Proses Pemasangan Produk 58
Gambar 4. 6 Hasil Pemasangan Produk 58

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Vespa adalah salah satu merek kendaraan sepeda motor jenis skuter yang berasal dari Italia tepatnya di kota Pontedera, motor ini didirikan pada tahun 1946 dan di produksi oleh perusahaan besar yaitu Piaggio. Vespa pertama yang diperkenalkan yaitu (MP6) dengan kapasitas mesin sebesar 98 cc. Nama vespa semenjak diciptakan pada tahun 1946 atau setelah pasca-Perang Dunia II sampai dengan saat ini motor tersebut masih digunakan dan memenangkan hati banyak orang sebagai sarana transportasi dan memiliki daya tarik bagi sebagian orang, baik dari segi bentuk serta sensasi yang mereka rasakan pada saat mengendarai motor ini (Maryo et al., 2018).

Di Indonesia, model vespa yang tersedia di pasaran antara lain Vespa LX 125 I-Get, Vespa Primavera 150 I-Get, Vespa GTS 150 I-Get, dan Vespa Sprint 150 I-Get (Waskita, 2022). Selanjutnya, seperti dilansir dari iNews, penggunaan vespa di Indonesia merupakan salah satu negara dengan komunitas dan pengguna vespa terbesar di dunia (Arradian, 2022). Pada tahun 1976, produksi vespa mencapai sekitar 40.000 unit di Indonesia, sehingga menjadikannya sebagai salah satu pasar vespa yang berpotensial secara global (KumparanOTO, 2017). Perusahaan Piaggio pada pertengahan tahun 2016 menjelaskan, bahwa terdapat salah satu vespa dengan tipe sprint 150 menjadi salah satu motor yang sangat laris di pasar Indonesia, dengan kontribusi yang cukup tinggi sebesar 30 - 40%. Hal ini dikarenakan motor tersebut memiliki bentuk yang ikonik dan lebih *sporty* dibandingkan dengan model lainnya (Yoga, 2019).

Tren modifikasi motor yang dilakukan pada vespa *matic* sangat beragam gaya yang digunakan, seperti *racing look*, klasik, dan touring. Dilansir dari (Parwata, 2021) dari tahun 2022 hingga saat ini para pengguna vespa sprint 150 khusus nya anak muda lebih mengadaptasi gaya racing look. Modifikasi dari gaya racing look memiliki ciri khas yang sangat banyak digemari dikalangan anak muda maupun orang dewasa, seperti mengubah bagian atau komponen dengan bahan

komposit serat karbon. Selain menambah nilai estetika, komposit serat karbon (karbon fiber) memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bahan lainnya seperti, memiliki kekakuan atau kekuatan melebihi dari baja, tahan terhadap reaksi kimia atau biasa disebut dengan korosi, dan memiliki bobot yang ringan (Obeit, 2022).

Komposit merupakan suatu struktur yang tersusun atas beberapa bahan atau lapisan pembentuk tunggal yang digabungkan menjadi struktur baru (Hartono et al., 2016). Adapun jenis material komposit salah satunya adalah serat karbon jenis prepreg. Prepreg adalah istilah umum untuk kain penguat yang sudah diresapi sebelumnya menggunakan resin (epoksi), dengan takaran atau jumlah bahan pengawet yang sudah pas. Dengan hasilnya prepreg dapat langsung dimasukkan ke cetakan (*mold*) tanpa harus dilakukan penambahan resin lagi. Salah satu kelebihan dari prepreg adalah mudah dalam pengaplikasiannya tanpa harus menambahkan resin kembali, Sedangkan untuk kekurangan nya, biaya penggunaan prepreg tergolong mahal dan prepreg perlu disimpan pada suhu yang rendah, 25 ℃ pada suhu ruangan (selama 1 bulan), 0 ℃ selama 3 bulan, dan -18 ℃ selama 6 bulan.

Penelitian yang akan dilakukan adalah membuat produk komposit dengan *part* yang sudah dipilih yaitu cover *shock breaker* pada vespa sprint 150. Pemilihan dari *part* tersebut karena bagian dari cover *shock breaker* sangat terekspose atau terlihat jelas pada bagian roda depan motor tersebut. Selain berfungsi sebagai pelindung, cover *shock breaker* juga dapat menambah nilai estetika dan daya tarik pada saat berkendara. Metode yang akan digunakan dalam proses pembuatan produk ini adalah metode *compression molding*, keunggulan dari metode ini salah satunya ialah proses lebih efisien atau lebih cepat dari beberapa metode lainnya, memiliki akurasi dimensi produk yang baik serta permukaan akhir yang lebih bagus dikarenakan resin dapat menyebar lebih baik.

Dengan metode yang digunakan tersebut, ada beberapa parameter variasi yang akan diteliti pada saat pembuatan produk, yaitu variasi suhu *curing*, variasi jumlah susunan lapisan (*stacking*), dan variasi tekanan pada saat proses press berlangsung. Dari proses yang telah dilakukan menggunakan material prepreg carbon fiber dengan metode *compression molding*, diinginkan hasil akhir produk memiliki permukaan yang rata (tidak bergelombang) serta memiliki ketebalan tidak boleh kurang dari ketebalan produk aslinya.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana proses pembuatan *cover shockbreaker* vespa Sprint 150 menggunakan metode *Compression Molding* dengan Prepreg Carbon Fiber?
2. Bagaimana pengaruh temperature perlakuan *curing* dan jumlah susunan lapisan (*stacking*) terhadap kekakuan dan ketebalan produk?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka disusunlah batasan masalah yang berfungsi sebagai pembatas dalam penelitian, sehingga tidak menimbulkan permasalahan diluar penelitian yang dilakukan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Jenis material bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat karbon *fiber* prepreg 2*2 twill 3K 220 GSM.
2. Pembuatan produk menggunakan metode *Prepreg Compression Molding* (PCM).
3. Proses *curing* pada pembuatan produk menggunakan mesin *hot press* yang berada di laboratorium Tekstil Fungsional.
4. Variasi suhu curing yang digunakan yaitu 120℃, 130℃, dan 140℃, dengan variasi tekanan yang diberikan sebesar 30 Bar dan variasi lapisan sebanyak 2, 3, 4, dan 10.
5. Pengujian yang dilakukan menggunakan uji defleksi yang dilakukan disemua variasi sampel produk.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perancangan ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui proses pembuatan produk melalui metode *compression molding*, serta kendala-kendala yang terjadi pada pembuatan produk cover *shock breaker* vespa sprint 150 dengan *Prepreg Carbon Fiber*.
2. Mengetahui pengaruh perlakuan *curing* dan jumlah susunan lapisan (*stacking*) terhadap kekakuan dan ketebalan, serta pengaruhnya terhadap keberhasilan produk komposit menggunakan metode *compression molding*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari tujuan peneletian diatas adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan nilai estetika pada motor Vespa Sprint dan membuatnya lebih menarik bagi para penggunanya.
2. Dapat menjadi landasan pengetahuan dalam proses pembelajaran dan mendorong penggunaan metode *Compression Molding* dengan *Prepreg Carbon Fiber* dalam industri pembuatan komponen dan sparepart kendaraan.

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:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai kajian pustaka, dasar teori, dan sitasi yang digunakan untuk Tugas Akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini meliputi hasil dari pembahasan berdasarkan rancangan yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan untuk dapat dikembangkan selanjutnya agar menjadi lebih baik.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Prepreg Carbon Fiber merupakan bagian dari material jenis komposit yang penguatnya berupa karbon serat searah berbentuk lembaran (kain) dan sudah diresin sebelumnya, secara umum resin yang terkandung pada prepreg adalah resin jenis *epoxy* (Lengsfeld et al., 2021). Menurut (Parwata, 2020) terdapat tiga jenis motif karbon fiber yang digunakan pada dunia otomotif, diantaranya yaitu anyaman kotak sejajar (1x1), anyaman searah (1x2), dan anyaman hexagonal (3D). Adapun keunggulan komposit jenis prepreg adalah memiliki impregnasi resin yang terkendali tanpa harus menambahkan resin kembali, sehingga dapat mengurangi kemungkinan terbentuknya void atau rongga di dalam suatu material.

Selain itu, dikarenakan distribusi resin yang merata didalam prepreg dapat memastikan serat penguat terikat dengan baik untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan material komposit. Sedangkan untuk kekurangan nya, biaya penggunaan prepreg tergolong cukup mahal dan prepreg perlu disimpan pada suhu yang rendah, 25 ℃ pada suhu ruangan (selama 1 bulan), 0 ℃ selama 3 bulan, dan -18 ℃ selama 6 bulan.

Terdapat penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Dinur (2019) yang berjudul "Proses Pembuatan Produk Komposit *Sandwich* Serat Karbon Menggunakan Metode *Vacuum Infusion*". Dalam penelitian tersebut, produk komposit dibuat menggunakan metode *vacuum Infusion* dengan menggunakan dua jenis serat, yakni serat fiber dan serat karbon yang dipotong sesuai dengan ukuran cetakan. Metode ini memiliki volume fraksi yang cukup tinggi yaitu sebesar 70%. Meskipun metode ini efektif, namun terdapat beberapa masalah yang diidentifikasi dalam beberapa percobaan yang telah dilakukan, diantaranya resin yang terlalu tebal, permukaan produk yang tidak rata, dan pembentukan void atau rongga akibat resin yang tidak merata. Sebagai perbandingan, *Compression Molding* dengan prepreg menawarkan kontrol yang lebih baik terhadap distribusi resin dan pengurangan void, sehingga menghasilkan produk yang lebih berkualitas.

Kemudian, sebuah penelitian yang dilakukan oleh (A. Hafiz & Dwi, 2021) mengenai perbandingan teknik *compression Molding* dan *vacuum Infusion*, bahwa metode *compression Molding* memiliki peran penting dalam menghasilkan bagian komposit dengan void atau rongga yang rendah serta fraksi volume yang tinggi. Terdapat penelitian lain juga yang menunjukkan bahwa produk yang dibuat dengan *prepreg carbon fiber* memiliki kekakuan dan kekuatan yang lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya.

Untuk membuat suatu produk komposit menggunakan metode *compression molding*, terdapat beberapa paremeter penting yang akan digunakan, diantaranya yaitu suhu *curing*, tekanan, dan waktu *curing*. Seperti yang disampaikan oleh perusahaan Hankuk Carbon Co.,Ltd. bahwa secara umum untuk normalnya *pressure* atau tekanan *prepreg compression molding* yang diberikan adalah 30 bar, sedangkan suhu pada curing normalnya dibawah atau sama dengan 150 ℃, dan untuk waktu curing yaitu sekitar 3 hingga 5 menit (Hankuk, 2021).

Pemilihan suhu *curing*, tekanan, jumlah lapisan prepreg, dan waktu *curing* didasarkan pada kebutuhan untuk mengoptimalkan kualitas dan kinerja dari produk cover *shock breaker* yang akan dibuat. Suhu dan tekanan yang tepat memastikan resin mengalir dan mengeras dengan baik, sementara jumlah lapisan prepreg mempengaruhi ketebalan dan kekakuan produk. Waktu *curing* juga yang cukup penting untuk memastikan tidak ada cacat atau deformasi pada produk akhir yang akan dibuat.

Dengan demikian, pada penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan produk cover *shock breaker* Vespa Sprint 150 yang lebih kuat, kaku, dan memiliki permukaan yang rata tanpa cacat. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dengan penggunaan material ini dapat mengatasi masalah retakan pada permukaan produk dan dapat mengeksplorasi potensi metode *compression molding* dengan *prepreg carbon fiber* sebagai alternatif yang lebih efektif dan efisien dalam pembuatan komponen otomotif lainnya. Dengan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan teknologi komposit di industri otomotif.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Vespa Sprint 150

Vespa sprint 150 adalah salah satu jenis kendaraan skuter yang diproduksi oleh perusahaan besar yaitu piagio, vespa tipe ini merupakan salah satu motor yang dijual di Indonesia. Vespa sprint 150 adalah generasi penerus atau warisan yang diteruskan oleh skuter vespino yang melegenda dan menjadi idola anak muda pada tahun 60-an, motor ini hadir dengan gaya yang segar dengan teknologi yang termutakhir (Piaggio Indonesia, n.d.).

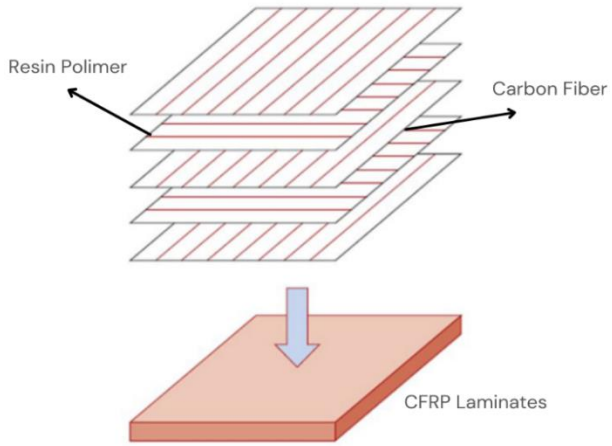
Menurut website resmi PT. Sinar Inti Harapan Vespa sprint 150 dirancang dengan bentuk yang gagah dan sporty dibandingkan dengan vespa tipe lainnya, dengan dilengkapi fitur-fitur terbaru dan teknologi yang canggih seperti mesin *i-get*, ABS (Antilock Breaking System), immobilizer, serta USB port yang berguna memudahkan pengisian daya smartphone (Sinar Inti Harapan, n.d.). Berbeda dengan sepeda motor jepang yang memiliki rangka dan body terpisah, vespa sendiri memiliki sasis *monocoque* yang menjadikan keseluruhan body nya juga merupakan sasis dengan perpaduan plat besi yang tebal dan aksen plastic seperti, List body, Grill, Rear spakbor, Cover shock breaker,dll (Ludiyanto, 2023). Berikut pada Gambar 2.1 merupakan bagian komponen pada vespa.

Gambar 2. 1 Komponen Body Vespa Sprint 150

2.2.2 Komposit

Komposit merupakan suatu struktur yang tersusun atas beberapa bahan atau lapisan pembentuk tunggal yang digabungkan menjadi struktur baru dengan sifat yang lebih baik dibandingkan dengan masing-masing bahan pembentuknya. Oleh karena bahan pembentuknya berupa serat (*fiber*) maka disebut komposit serat. Komposit pada umumnya dibentuk menggunakan bahan utama berupa serat yang diikat menggunakan bahan perekat atau pengikat (Hartono et al., 2016).

Sifat material komposit secara umum merupakan paduan dari sifat-sifat material penyusunnya, yaitu matriks dan penguat (*reinforcement*) atau pengisi (*filler*) dimana keduanya memiliki sifat yang berbeda. Material komposit memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan seperti, keunggulan material ini adalah kuat, kaku, dan beratnya ringan, namun kelemahannya pada harga mahal dan dapat mengalami delamination (Tjahjanti, 2018). Komposit serat karbon dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



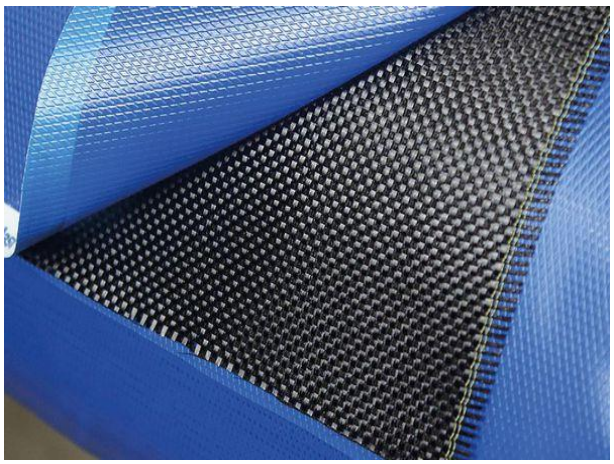
Gambar 2. 2 Komposit Serat Karbon

Sumber: https://obaradai.com/index.php/2015/07/12/komposit-pada-industri-penerbangan-dewasa-ini/.

2.2.3 Prepreg Carbon Fiber

Prepreg adalah istilah umum untuk kain penguat yang sudah diresapi sebelumnya menggunakan resin (epoksi), dengan takaran atau jumlah bahan pengawet yang sudah pas. Dengan kata lain prepreg ialah suatu bahan komposit yang telah diresin sebelumnya dan diperkuat dengan serat-serat karbon, serat kaca, atau serat-serat lainnya. Untuk menghasilkan prepreg komposit, serat dibasahi dengan bahan matriks sehingga dapat memproduksi produk setengah jadi yang sebelumnya telah diresapi dengan resin. Pilihan material matriks ini mencakup sistem resin termoset dan termoplastik (Lengsfeld et al., 2021).

Prepreg sendiri memiliki sifat yang unik karena diawetkan di bawah suhu dan tekanan tinggi. Umumnya, matriks resin dalam prepreg diawetkan sebagian untuk memudahkan penanganan dan disimpan di tempat yang sejuk untuk mencegah polimerisasi sempurna. Prepreg ini perlu dipanaskan selama pembuatan material komposit untuk mencapai polimerisasi penuh. (G. P. Thomas, 2013). Pada Gambar 2.3 merupakan contoh *Prepreg Carbon Fiber* yang akan digunakan.

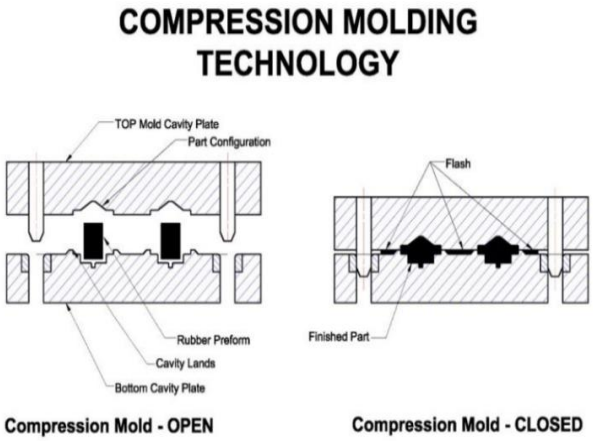


Gambar 2. 3 Prepreg Carbon Fiber

Sumber: https://www.indiamart.com/proddetail/prepreg-carbon-fiber-17865782888.html.

2.2.4 *Compression Molding*

Pencetakan kompresi (*Compression Molding*) adalah salah satu cara atau teknik yang digunakan untuk membuat produk komposit dengan menggunakan metode pencetakan yang tertutup. Prinsipnya ialah memberi suatu tekanan pada cetakan (*mold*), kemudian mesin mengontrol pemanas agar bahan dapat ditekan dan dibentuk sesuai dengan cetakan yang akan digunakan. Proses ini pada umumnya digunakan untuk industri dengan volume produksi massal dan mesin mahal. Artinya, dalam suatu pemanfaatan yang dilakukan pada metode *compression molding* oleh industri rumahan atau usaha kecil menengah (UKM) masih sangat terbatas (Hasanah & Muslimin, 2020). Dikarenakan industri rumahan atau usaha kecil dan menengah biasanya tidak melakukan produksi massal yang jumlahnya sangat banyak dan melebihi batas dari industri tersebut yang tujuannya untuk meminimalisir *cost* yang melambung tinggi. Pada Gambar 2.4 dibawah ini, merupakan contoh atau gambaran bagian-bagian dari cetakan (*mold*) dan cara kerja dari metode *compression molding*.

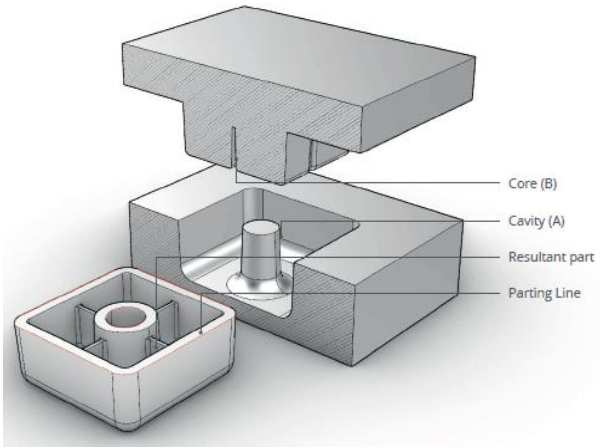


Gambar 2. 4 Compression Molding Method

Sumber: http://twistertechnology.com/Process%20Capabilities.html.

2.2.5 *Mold* (Cetakan)

Dalam metode *compression molding* yang akan digunakan, cetakan (*mold*) merupakan salah satu bagian yang sangat berdampak pada hasil produk yang akan dibuat. Menurut (M. Al Hafiz et al., 2022) *mold* dapat diartikan sebagai suatu proses yang dilakukan pada industri manufaktur untuk mencetak suatu material. Dimana, cetakan (*mold*) merupakan suatu rongga yang diisi atau dibentuk oleh lembaran plastik atau bahan cair seperti logam dan karet, kemudian *mold* juga harus mampu untuk mendistribusikan panas dari polimer untuk membentuk sesuai dengan rongga cetak yang diinginkan. Pada cetakan (*mold*) terdapat dua bagian yaitu *cavity* dan *core*, dimana *cavity* adalah bagian yang dapat bergerak dan *core* adalah bagian yang diam. Pada Gambar 2.5 merupakan bagian-bagian pada cetakan (*mold*).



Gambar 2. 5 Cetakan (*Mold*)

Sumber: https://zetarmold.com/principal-parts-injection-mould/.

2.2.6 Pemotongan (*Cutting)*

Cutting atau pemotongan merupakan proses yang dimulai dengan memotong lembaran prepreg yang telah diresapi dengan resin sesuai dengan pola dan desain yang diperlukan. Pada proses pemotongan ini diperlukan presisi yang cukup tinggi untuk memastikan bahwa bahan dipotong secara akurat sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan. Keakuratan pada proses pemotongan ini sangat penting karena dapat mempengaruhi kesesuaian dan kualitas dari produk akhir. Adapun berbagai jenis alat dasar yang dapat digunakan pada proses pemotongan ini seperti gunting, *straight cutter*, dan *circular cutter* (Sokolowski, 2017). Pemilihan alat tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari desain produk dan material yang digunakan. Bahan prepreg yang telah dipotong kemudian akan dipersiapkan untuk tahap selanjutnya dalam proses manufaktur. Pada Gambar 2.6 merupakan salah satu contoh dari proses pemotongan (*cutting*) pada *Prepreg Carbon Fiber*.

Gambar 2. 6 Pemotongan Prepreg (*Cutting*)
Sumber: https://www.simcascomposites.com/careers.

2.2.7 Susunan Lapisan (*Stacking)*

Stacking dalam proses *Prepreg Compression Molding* melibatkan penyusunan lapisan bahan prepreg dalam urutan tertentu untuk membentuk suatu *final product*. Prepreg adalah material komposit yang diawetkan sebagian yang terdiri dari serat yang diresapi dengan resin (Chan, 2019). Prepreg dapat disusun dalam bentuk serat anyaman atau serat unidireksional (searah paralel) untuk membentuk suatu produk. Proses penyusunan dapat dilakukan secara manual atau menggunakan mesin. Lapisan prepreg kemudian ditempatkan dalam cetakan yang dipanaskan untuk proses pengeringan. Urutan penumpukan lapisan prepreg harus dilakukan secara hati-hati dan akurat untuk memastikan bahwa produk akhir memiliki sifat bentuk yang diinginkan. Urutan lapisan prepreg harus sesuai dengan desain produk akhir dan mempertimbangkan arah serat untuk memaksimalkan kekuatan dan kekakuan pada produk tersebut (Errikson, 2018). Pada Gambar 2.7 merupakan contoh proses penyusunan lapisan (*stacking*).

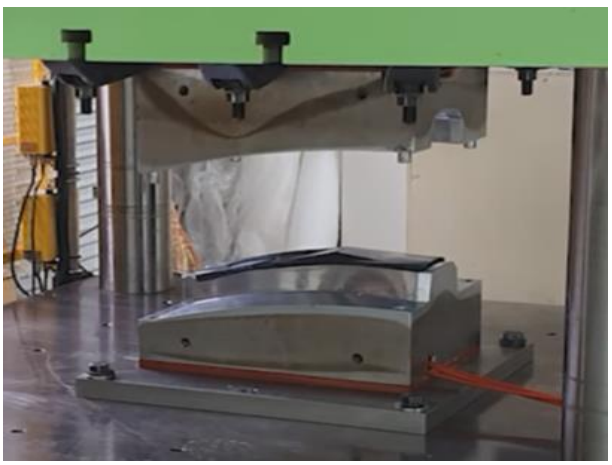
Gambar 2. 7 Susunan Lapisan (*Stacking*)

Sumber: https://youtu.be/YS3jLKLSk64?si=0atOlr14QF6Fto34.

2.2.8 *Curing*

Curing merupakan tahapan untuk mengubah bahan prepreg menjadi material komposit yang padat. Selama proses curing, suhu dan tekanan diberikan pada bahan untuk memadatkannya dan memungkinkan resin dalam prepreg mengalami reaksi kimia yang disebut polimerisasi, sehingga menghasilkan struktur komposit yang padat dan kuat (Burhanuddin, 2015). Proses *curing* dimulai dengan pemanasan bahan pada suhu yang sesuai untuk resin yang digunakan. Suhu ini biasanya dipilih untuk dapat merangsang reaksi kimia antara resin dan *hardener*, sehingga memicu pembentukan ikatan silang antara molekul resin (Malau, 2010). Pada saat yang sama, tekanan diberikan pada material untuk memastikan bahwa serat-serat dalam prepreg terikat dengan baik dan distribusi resin yang merata dapat tercapai di seluruh bagian komposit.

Selama proses *curing*, suhu dan tekanan harus dipertahankan pada tingkat yang konsisten dan terkontrol untuk memastikan bahwa resin merata pada seluruh cetakan. Durasi proses *curing* juga penting dan ditentukan berdasarkan sifat-sifat resin dan ketebalan produk akhir. Biasanya, waktu *curing* yang lebih lama memungkinkan reaksi kimia berlangsung lebih baik dan menghasilkan komposit dengan sifat mekanis yang lebih baik (Mazumdar, 2001). Pada Gambar 2.8 merupakan contoh proses *curing* menggunakan cetakan *(mold)* dengan mesin hot press.



Gambar 2. 8 Proses *Curing*

Sumber: https://youtu.be/YS3jLKLSk64?si=0atOlr14QF6Fto34.

2.2.9 Pengujian Defleksi

Defleksi adalah perubahan bentuk atau dimensi suatu benda uji, baik pada arah vertikal maupun horizontal yang disebabkan adanya beban yang diberikan pada benda uji tersebut (Hutagaol, 2014). Uji defleksi bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat *cover shock* yang dibuat dapat menahan beban tanpa mengalami defleksi berlebihan. Pengukuran defleksi dilakukan dengan memberikan beban vertikal pada *cover shock* dan mengamati perubahan bentuknya. Hasil pengukuran defleksi kemudian dibandingkan dengan standar defleksi untuk memastikan performanya, semakin besar hasil nilai defleksi yang didapatkan maka akan semakin besar juga perubahan bentuk yang terjadi pada suatu benda yang diuji.

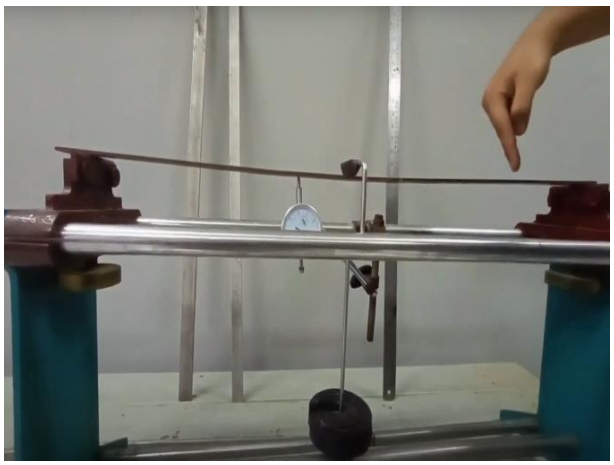
Menurut (Basori, Syafrizal, 2015) Pengujian defleksi sangat penting dilakukan pada suatu material dikarenakan untuk mengetahui kelenturan atau kekakuan benda yang akan di uji ketika mengalami suatu pembebanan, serta untuk mendapatkan konstruksi yang kokoh atau mampu menerima beban sesuai dengan rancangan. Karena defleksi/kelenturan merupakan salah satu faktor penting dalam suatu perancangan konstruksi, baik kontruksi mesin, bangunan, dan lain-lain. Ada beberapa metode yang umum digunakan untuk menguji defleksi suatu benda atau struktur. Berikut adalah beberapa di antaranya:

1. Pengujian Beban Tiga Poin: Metode ini umumnya digunakan untuk menguji kekuatan dan defleksi benda-benda kecil seperti balok atau sampel bahan. Benda dijepit di dua titik di ujungnya dan diberi beban di titik tengah. Perubahan defleksi diukur saat beban diterapkan.
2. Pengujian Beban Empat Poin: Sama seperti pengujian tiga poin, tetapi dalam pengujian empat poin, beban diterapkan pada dua titik tengah benda, menciptakan area yang lebih besar di mana defleksi dapat diukur.
3. Pengujian Fleksibel (Bending) dengan Alat Uji Universal: Metode ini melibatkan penggunaan alat uji universal yang mampu menerapkan beban secara bertahap pada benda uji sambil mengukur defleksi.
4. Penggunaan Strain Gauges: Strain gauges adalah sensor yang digunakan untuk mengukur perubahan kecil dalam panjang atau deformasi suatu benda.

Mereka ditempatkan di area yang diharapkan mengalami defleksi, dan perubahan dalam panjang atau deformasi diukur saat beban diterapkan.

5. Pengujian Non-Destruktif (NDT): Metode NDT seperti ultrasonik, radiografi, atau pengujian visual dapat digunakan untuk memantau defleksi atau deformasi pada benda atau struktur tanpa merusaknya.
6. Pengujian Simulasi dengan Perangkat Lunak: Metode ini melibatkan penggunaan perangkat lunak simulasi rekayasa seperti finite element analysis (FEA) untuk memprediksi defleksi suatu benda atau struktur berdasarkan model matematika dari benda tersebut dan beban yang diterapkan.

Pada Gambar 2.9 dibawah ini, merupakan contoh pengujian defleksi yang akan dilakukan pada produk.

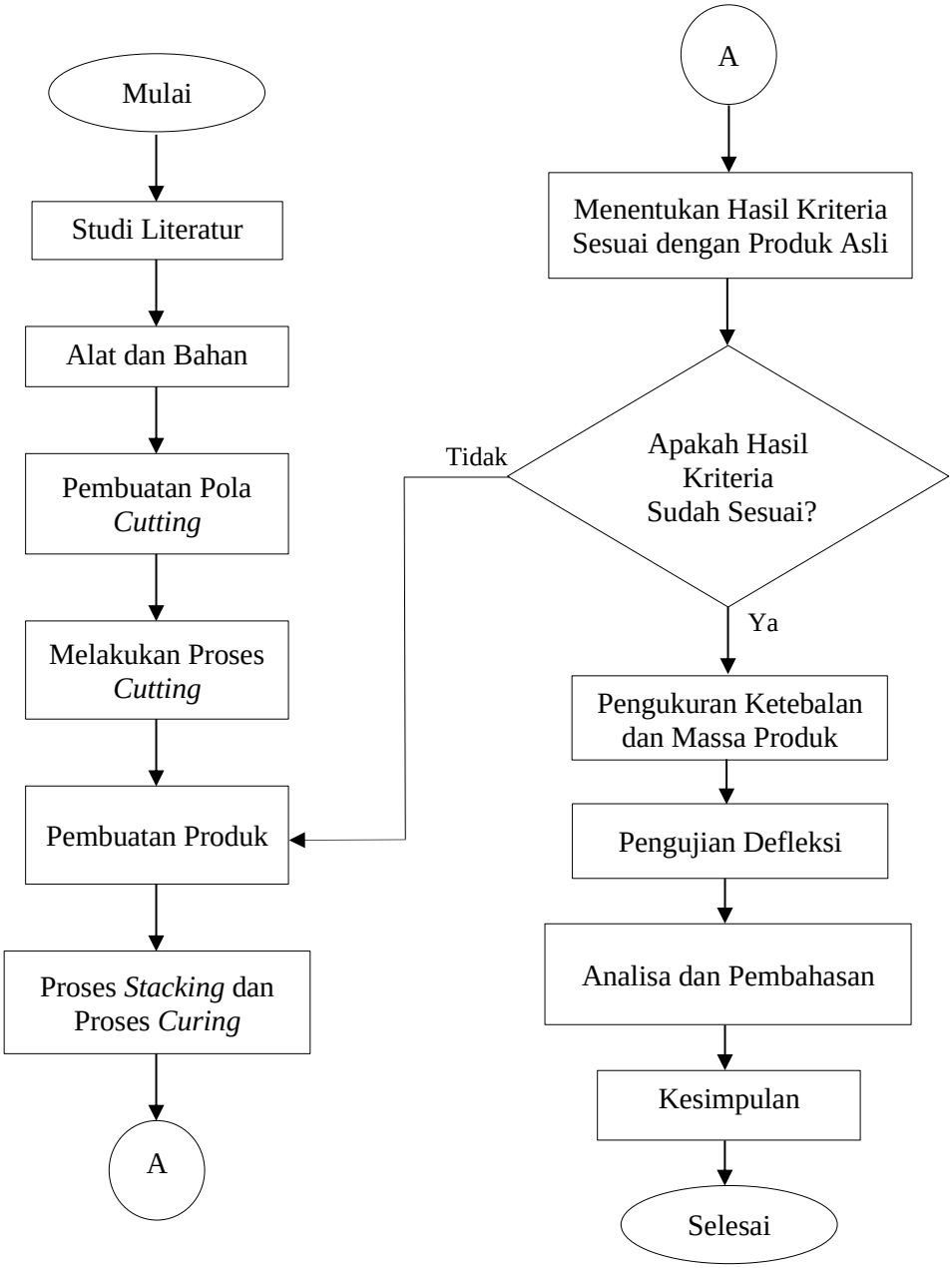


Gambar 2. 9 Pengujian Defleksi

Sumber: https://youtu.be/4SRR6QhaJ0Y?si=Sixgbd-Wxent-FvX.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3.1.1 Deskripsi Alur Penelitian

- **Studi Literatur**

  Tahapan awal yang dilakukan dalam alur penelitian ini dimulai dari studi literatur, dimana pada tahapan ini informasi atau data yang berkaitan dan dibutuhkan dengan subjek penelitian ini dikumpulkan dan dianalisis dari berbagai sumber yang relevan, serta dilakukan juga sebuah observasi terhadap produk komposit yang telah ada atau yang telah dibuat sebelumnya.

- **Persiapan Alat dan Bahan**

  Setelah data atau informasi telah didapatkan dari studi literatur, maka tahap selanjutnya yang dilakukan dalam pembuatan cover shockbreaker vespa sprint 150 yaitu persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Pada tahapan ini alat dan bahan yang akan digunakan dikumpulkan menjadi satu termasuk pembelian alat atau bahan yang digunakan selama proses pembuatan produk.

- **Pembuatan Pola *Cutting***

  Selanjutnya pembuatan pola cutting dilakukan setelah alat-alat dan bahan sudah didapatkan, pada tahapan ini dilakukan dengan membuat pola yang sesuai dengan cover shockbreaker vespa sprint 150 originalnya. Pola tersebut dibuat dengan menggunakan media kertas karton dan dilakukan untuk memudahkan dalam tahap pembentukan dan pemotongan pada karbon *prepreg*.

- **Proses Pemotongan (*Cutting*)**

  Setelah pembuatan pola sudah dilakukan, selanjutnya proses pemotongan (*cutting*) pada karbon prepreg. Pemotongan ini dilakukan menggunakan gunting besi atau baja dengan mengikuti sesuai pola yang sudah dibuat sebelumnya.

- **Pembuatan Produk**

  Pada tahapan selanjutnya, setelah seluruh tahapan atau proses awal telah disiapkan dan dilakukan, maka langkah berikutnya adalah proses pembuatan produk komposit cover shock breaker vespa sprint 150. Pembuatan produk ini terdiri dari beberapa tahapan yang akan dilakukan, dimulai dari mempersiapkan cetakan (*mold*) hingga proses finishing akhir produk.

- **Proses *Stacking***

  Proses *stacking* yang dilakukan merupakan bagian dari proses pembuatan produk, Dimana pada tahapan ini dilakukan dengan melakukan penyusunan lapisan prepreg atau penempelan menjadi suatu kesatuan untuk membentuk produk akhir.

- **Proses *Curing***

  Selanjutnya, setelah tahapan *stacking* sudah dilakukan sesuai dari hasil variasi jumlah susunan lapisan yang sudah ditentukan, maka dilanjutkan dengan proses *curing*. Pada tahapan ini *prepreg* dimasukan kedalam cetakan (*mold*) dan diletakkan pada mesin *hot press*, kemudian selama proses tersebut berlangsung, *temperature* dan *pressure* diberikan pada cetakan sesuai dengan variasi yang sudah ditentukan untuk memadatkannya.

- **Pengukuran Ketebalan dan Massa Produk**

  Setelah produk selesai dibuat, selanjutnya dilakukan tahapan pengukuran ketebalan dan massa produk. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian ketebalan dan massa produk yang dihasilkan sesuai dengan produk aslinya. Pengukuran ini menggunakan alat bantu mikrometer sekrup dan timbangan digital.

- **Pengujian Defleksi**

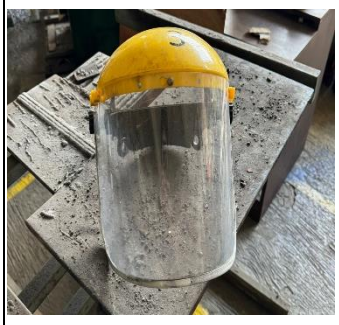
  Setelah melakukan pengukuran ketebalan produk, selanjutnya dilakukan proses pengujian defleksi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa perubahan bentuk (defleksi) yang terjadi pada produk yang dibuat pada saat diberikan beban, serta dapat diketahui nilai kekakuan yang dihasilkan dari masing-masing sampel yang sudah dibuat.

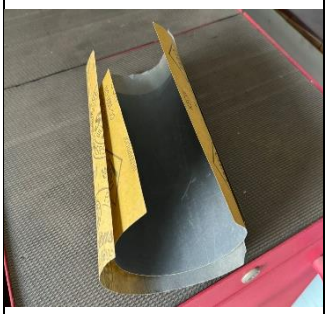
3.2 Peralatan dan Bahan

Berikut dibawah ini merupakan alat dan bahan yang digunakan selama proses pembuatan produk *cover shock* Vespa Sprint. Tabel 3-1 menunjukkan peralatan yang digunakan selama proses pembuatan produk berlangsung, sementara Tabel 3-2 menunjukkan bahan-bahan yang digunakan selama pembuatan *cover shock* Vespa Sprint.

Tabel 3-1 Peralatan

No.	Nama Alat	Fungsi	Gambar
1.	Gunting Besi	Sebagai alat untuk memotong bahan karbon prepreg sesuai dengan pola yang diinginkan.	
2.	Penggaris /Mistar	Mistar digunakan sebagai alat pengukur dimensi produk asli menjadi pola.	
3.	Pulpen/Spidol	Sebagai alat untuk membuat pola yang aku diterapkan pada karton.	

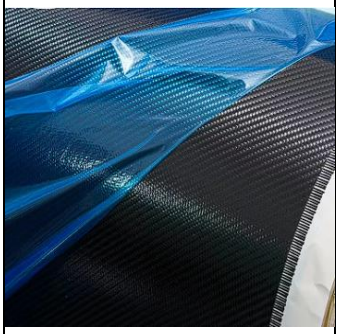
No.	Nama Alat	Fungsi	Gambar
4.	Laptop	Laptop digunakan untuk mecari data-data yang dibutuhkan, serta sebagai alat untuk membuat laporan.	
5.	Cetakan (*Molding*)	*Molding* digunakan sebagai alat untuk membuat karbon prepreg sesuai dengan bentuk yang sudah di rencanakan.	
6.	Sarung Tangan	Sarung tangan digunakan sebagai pelindung tangan pada saat melakukan pembuatan produk dengan alat *hot press*.	
7.	Pelindung Wajah (*Face Protector*)	Sebagai pelindung area wajah dari butiran debu pada saat dilakukan nya finishing atau pemotongan *cover shock* Vespa Sprint.	

No.	Nama Alat	Fungsi	Gambar
8.	G-Clamp	Berfungsi sebagai alat press pada saat kondisi *curing* telah selesai dan diperlukan untuk masa pendinginan di suhu ruangan.	
9.	Amplas	Sebagai alat untuk menghaluskan atau *finishing* produk yang sudah jadi.	
10.	Mesin *Hot press*	Mesin *hot press* digunakan untuk menekan dan memanaskan prepreg didalam *molding* yang sudah disiapkan.	
11.	Alat Uji Defleksi	Sebagai alat pengujian yang dilakukan pada *cover shock* yang sudah jadi. Terdiri dari *strain gauge*, dial indikator, dll.	

No.	Nama Alat	Fungsi	Gambar
12.	Beban Uji Defleksi	Beban uji 600 Gr sebagai suatu benda yang diterapkan pada produk jadi untuk membantu alat uji defleksi mengetahui angka dari hasil pengujian.	
13.	*Frame* Uji Defleksi	*Frame* atau rangka pada alat uji defleksi digunakan sebagai tempat untuk posisi penempatan pengujian yang akan dilakukan.	
14.	Alat Perkakas	Alat-alat yang digunakan ini seperti palu, obeng, dan scraper besi digunakan sebagai alat bantu untuk membuka cetakan atau *molding* setelah proses pembuatan produk sudah selesai.	
15.	Timbangan Digital	Sebagai alat untuk menimbang produk yang sudah jadi pada saat dibutuhkan data berat dari produk *cover shock* Vespa Sprint.	

No.	Nama Alat	Fungsi	Gambar
16.	*Timer*/ *Stopwatch*	Digunakan sebagai alat menghitung satuan waktu pada saat proses *curing* sedang berlangsung.	
17.	Mikrometer Sekrup	Sebagai alat pengukur ketebalan produk *cover shock* Vespa Sprint.	
18.	Gerinda Mini	Gerinda mini digunakan sebagai alat *finishing* dan juga sebagai alat untuk memotong sisa atau bagian pinggir pada produk yang sudah dibuat.	
19.	Mesin Bor	Mesin bor digunakan sebagai alat untuk melubangi permukaan produk yang telah jadi sebagai tempat dudukan baut.	

Tabel 3-2 Bahan

No.	Nama Bahan	Fungsi	Gambar
1.	Karbon fiber prepreg 2*2 twill 3K 220GSM	Sebagai bahan utama dalam pembuatan produk komposit.	
2.	Kertas Karton	Karton digunakan untuk membuat pola dari produk yang diinginkan.	
3.	Mold Wax Release	Wax miracle berfungsi sebagai pelapis anti lengket pada permukaan cetakan atau *molding* dengan permukaan karbon prepreg.	

3.3 Menentukan Kriteria Produk

Dalam penelitian yang akan dilakukan, langkah awal dimulai dengan menentukan konsep dari pembuatan produk yang akan dibuat. Dalam menentukan konsep tersebut ada 2 langkah yang dilakukan, yaitu:

1. Identifikasi

Langkah ini dilakukan untuk merumuskan masalah yang akan dijadikan acuan dalam menentukan konsep perancangan dan pembuatan produk. Terdapat dua hal utama yang dilakukan dalam tahap ini yaitu studi literatur, di mana informasi yang berkaitan dengan subjek penelitian dikumpulkan dan dianalisis dari berbagai sumber yang relevan, serta dilakukan juga sebuah observasi terhadap produk komposit yang telah ada atau yang telah dibuat sebelumnya.

2. Deskripsi

Setelah didapatkan hasil dari melakukan langkah awal diatas, maka selanjutnya membuat pembahasan atau deskripsi yang berkaitan dari produk yang sudah ditentukan dan akan dibuat. Beberapa macam kriteria yang sudah ditentukan dalam penelitian ini, yaitu:

a. Hasil dari produk yang akan dibuat memiliki permukaan yang rata dan tidak bergelombang, serta produk yang akan dibuat memiliki ukuran ketebalan yang mendekati produk aslinya.
b. Produk dapat dipasang secara *plug & play* pada saat proses pemasangan pada vespa sprint 150.

3.4 Proses Pembuatan Pola *Cutting*

Proses pembuatan tahap awal diawali dengan pembuatan pola *cutting* seperti pada Gambar 3.2 dengan menggunakan media kertas karton. Pada proses tersebut kertas karton dibentuk dan digambar sesuai dengan produk asli dari *cover shock* Vespa Sprint.

Gambar 3. 2 Pembuatan Pola *Cutting*

Proses ini dilakukan dengan membuat pola yang sesuai dan melebihkan jarak sekitar 1 – 2 cm pada sisi-sisi luar pola tersebut. Pola tersebut dibuat untuk memudahkan dalam tahap pembentukan dan pemotongan pada karbon prepreg nantinya. Pada Gambar 3.3 adalah hasil pola yang sudah dibuat dengan media kertas karton.

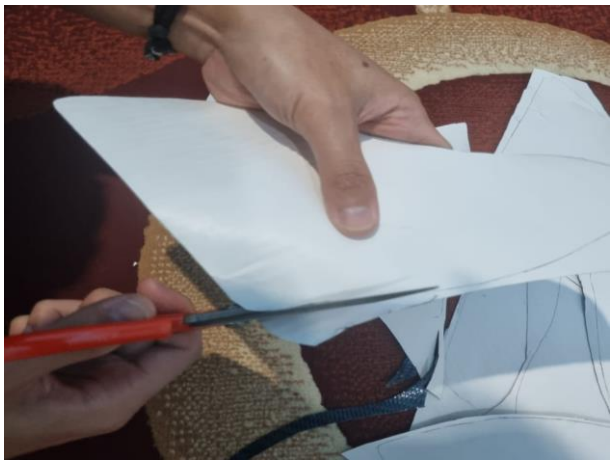
Gambar 3. 3 Hasil Pola Cutting

3.5 Proses *Cutting* (Pemotongan Prepreg)

Pada tahap ini yaitu dilakukan proses pemotongan prepreg. Setelah pola dari produk asli sudah didapatkan, maka selanjutnya pada lembaran karbon prepreg dibuat sebuah garis dengan mengikuti bentuk pola pada bagian belakang dari lembaran karbon prepreg tersebut. Pada Gambar 3.4 menunjukkan proses penerapan pola pada prepreg.

Gambar 3. 4 Penerapan Pola

Setelah lembaran karbon prepreg tersebut sudah digambar sesuai dengan polanya, maka selanjutnya dilakukan pemotongan (*cutting*) dengan menggunakan gunting baja pada karbon tersebut. Pada Gambar 3.5 adalah proses pemotongan pada prepreg.



Gambar 3. 5 Pemotongan Karbon Prepreg

3.6 Desain Eksperimen

Desain eksperimen adalah langkah yang dilakukan sebelum dimulainya proses pembuatan produk, desain eksperimen dibuat dan dilakukan untuk menjadi landasan atau acuan dalam mempermudah proses pembuatan produk yang berlangsung. Isi dari desain eksperimen adalah data-data yang sudah ditentukan dari hasil studi literatur untuk variasi suhu *curing*, jumlah lapisan (*stacking*), dan tekanan. Dari tabel 3-3 merupakan hasil variasi suhu (*curing*), jumlah lapisan (*stacking*), dan tekanan yang akan digunakan dalam proses pembuatan sample produk.

Tabel 3-3 Variasi suhu (*curing*), Lapisan (*stacking*), dan Tekanan

Suhu Curing (℃)	**Jumlah Lapisan (Stacking)**	**Tekanan (Bar)**
120	2 Lapis, 3 Lapis, dan 4 Lapis	30
130	4 Lapis	30
140	4 Lapis	30

Dengan data variasi yang sudah didapatkan dari hasil studi literatur, kemudian data tersebut digunakan dalam menentukan variasi lapisan terbaik dan variasi suhu *curing* terbaik dalam proses pembuatan sampel produk. Pada tabel 3-4 dan 3-5 merupakan hasil dari pencarian variasi terbaik.

Tabel 3-4 Mencari Lapisan Terbaik

No.	**Tekanan (*Pressure*)**	**Suhu *Curing***	**Jumlah Lapisan (*Stacking*)**
1.	30 Bar	120 ℃	2 Lapis
2.	30 Bar	120 ℃	3 Lapis
3.	30 Bar	120 ℃	4 Lapis

Tabel 3-5 Mencari suhu terbaik

No.	**Tekanan (*Pressure*)**	**Suhu *Curing***	**Jumlah Lapisan (*Stacking*)**
1.	30 Bar	130 ℃	4 Lapis
2.	30 Bar	140 ℃	4 Lapis

Setelah dilakukannya pencarian untuk suhu *curing* dan jumlah lapisan terbaik, maka didapatkan hasil suhu *curing* terbaik yang digunakan yaitu 140 ℃ dan dengan jumlah lapisan (*stacking*) sebanyak 4 lapis. Tetapi dari hasil yang sudah didapatkan bahwa dengan jumlah lapisan sebanyak 4 lapis terjadi gelombang atau tidak rata pada permukaan dari sampel produk yang sudah dibuat dikarenakan pada variasi tersebut masih terdapat rongga kosong didalam cetakan (*molding*) yang mengakibatkan proses penekanan (*press*) tidak maksimal.

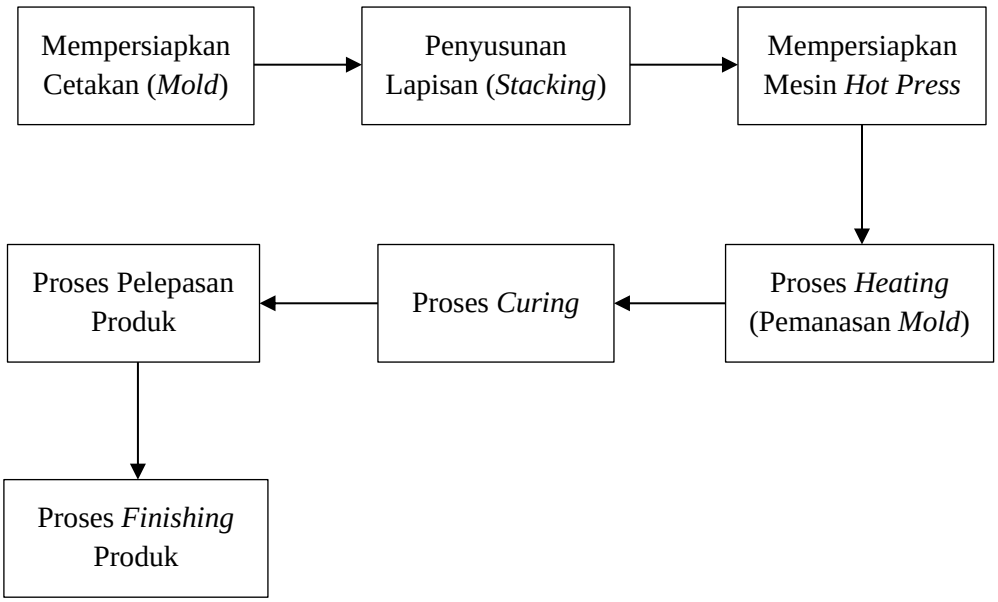
Dengan demikian, solusi yang diambil yaitu dengan menambahkan jumlah susunan lapisan (*stacking*) sebanyak 10 lapis, hal tersebut dipertimbangkan dengan ukuran atau ketebalan dari produk aslinya. Berikut pada tabel 3-6 merupakan hasil dari variasi akhir yang digunakan.

Tabel 3-6 Hasil variasi akhir

No.	**Tekanan (*Pressure*)**	**Suhu *Curing***	**Jumlah Lapisan (*Stacking*)**
1.	30 Bar	140 ℃	10 Lapis

3.7 Proses Pembuatan Produk

Pada proses selanjutnya, setelah seluruh tahapan atau proses awal telah disiapkan dan dilakukan, maka proses berikutnya adalah pembuatan produk komposit cover *shock breaker* vespa sprint 150. Pembuatan produk ini terdiri dari beberapa tahapan yang akan dilakukan, dimulai dari mempersiapkan cetakan (*mold*) hingga proses finishing produk. Berikut pada Gambar 3.6 dibawah ini merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan selama proses pembuatan produk berlangsung.



Gambar 3. 6 Alur Proses Pembuatan Produk

3.7.1 Mempersiapkan Cetakan (*Mold*)

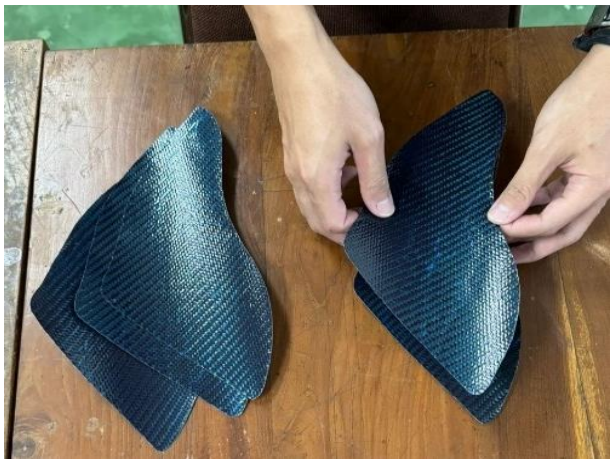
Cetakan atau *molding* yang akan digunakan pada proses ini yaitu menggunakan bahan cetakan alumunium 5052, yang mana cetakan tersebut diambil dan digunakan dari hasil tugas akhir teman angkatan saya. Pada proses ini cetakan (*mold*) dipersiapkan untuk dilakukannya pembuatan produk menggunakan *prepreg carbon fiber* dengan metode yang digunakan yaitu *compression molding.* Pada Gambar 3.7 merupakan cetakan (*mold*) yang akan digunakan selama proses pembuatan produk berlangsung.

Gambar 3. 7 Cetakan (*Mold*)

3.7.2 Proses Penyusunan Lapisan (*Stacking*)

Setelah mempersiapkan cetakan (*molding*), langkah berikutnya ialah proses penyusunan lapisan karbon prepreg. Pada proses ini dilakukan penyusunan lapisan prepreg dalam urutan tertentu untuk membentuk suatu produk akhir. Penyusunan lapisan melibatkan penyusunan lapisan-lapisan material prepreg secara berurutan sesuai dengan pola yang telah dibuat sebelumnya. Setiap lapisan prepreg yang telah dipotong sesuai dengan pola, akan ditempatkan secara bertumpuk satu per satu hingga beberapa lapisan sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Proses penyusunan lapisan pada penelitian kali ini dilakukan secara manual dan urutan penumpukan lapisan prepreg dilakukan secara hati-hati dan akurat untuk memastikan bahwa produk akhir memiliki sifat mekanik sesuai yang diinginkan

berdasarkan dari produk aslinya. Urutan lapisan prepreg harus sesuai dengan desain produk aslinya untuk memaksimalkan kekuatan dan kekakuan pada produk tersebut. Pada Gambar 3.8 merupakan proses penyusunan lapisan yang dilakukan.



Gambar 3. 8 Penyusunan Lapisan (*Stacking*)

3.7.3 Mempersiapkan Mesin *Hot Press*

Tahap yang harus dilakukan selanjutnya adalah mempersiapkan dan menyalakan mesin *hot press* sesuai dengan pengaturan yang sudah ditentukan sebelumnya pada variasi *temperature* dan *pressure*. Pengaturan tersebut disesuaikan secara manual pada mesin yang ditunjukkan dengan nomor:

1. Pengaturan *Temperature*, sebagai tempat untuk mengatur dan melihat suhu yang digunakan.
2. Indikator Bar dan psi, sebagai tempat melihat berapa besar *pressure* atau tekanan yang digunakan.
3. Dongkrak Hidrolik, sebagai tempat mengatur tekanan atau *pressure* yang diberikan.

Gambar 3. 9 Mesin *Hot Press*

3.7.4 Proses *Heating* (Pemanasan *Mold*)

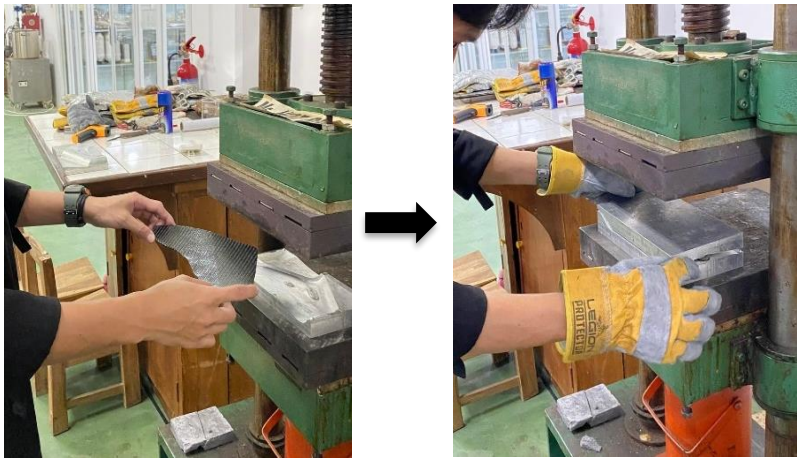
Pada tahap ini setelah mesin dipersiapkan dan diatur, proses *heating* atau pemanasan dimulai dengan meningkatkan *temperature* mesin hingga mencapai suhu yang telah ditentukan. Tahapan *heating* ini digunakan sebagai pemanasan yang diterapkan pada cetakan. Tahapan ini cukup penting untuk mempersiapkan cetakan agar mencapai suhu yang optimal sebelum proses *curing* dimulai. Cetakan akan dipanaskan hingga suhu pada *hot plate* mesin sesuai dengan suhu yang terjadi pada cetakan. Cetakan ditempelkan pada bagian *hot plate* bagian atas dan bawah pada mesin, dan membutuhkan waktu sekitar ± 30 menit hingga suhu pada *hot plate* dapat diteruskan pada cetakan secara optimal. Pada Gambar 3.10 merupakan proses pemanasan cetakan (*mold*) yang dilakukan.

Gambar 3. 10 Pemanasan *Mold*

Suhu yang optimal diterapkan pada cetakan dengan tujuan untuk meningkatkan viskositas resin dalam material prepreg sehingga menjadi lebih mudah mengalir dan menyebar saat proses pemadatan (*curing*) berlangsung. Hal ini juga membantu material prepreg nanti mendapatkan pemanasan yang merata di seluruh area cetakan.

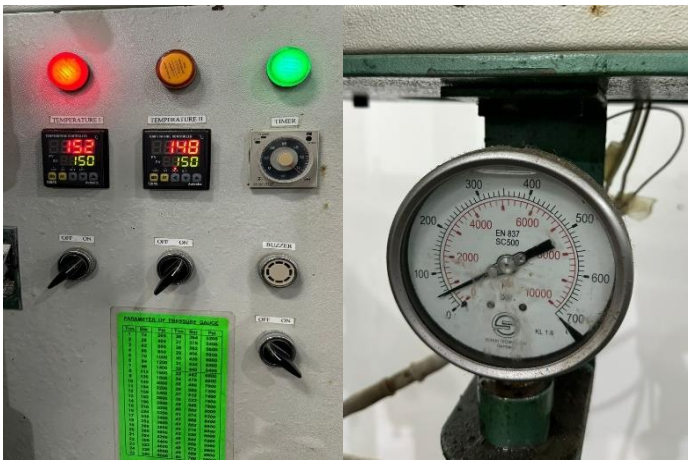
3.7.5 Proses *Curing*

Proses *curing* merupakan tahapan untuk mengubah bahan atau struktur karbon prepreg menjadi material komposit yang padat. Selama proses *curing* berlangsung, *temperature* dan *pressure* diberikan pada cetakan sesuai dengan variasi yang sudah ditentukan untuk memadatkannya serta memungkinkan resin dalam prepreg mengalami reaksi kimia yang disebut polimerisasi, sehingga menghasilkan struktur komposit yang padat dan kuat.



Gambar 3. 11 Penempatan Prepreg

Pada proses ini karbon prepreg yang sudah dilapis (*stacking)* dimasukkan kedalam cetakan secara perlahan dan menutup bagian *cavity* dan *core* seperti Gambar 3.11. Setelah penutupan selesai, selanjutnya mesin *hot press* disesuaikan ulang untuk *pressure* pada saat cetakan sudah berada di mesin *hot press* yang ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Pengaturan Suhu dan Tekanan

Proses *curing* sendiri berlangsung selama 5 – 7 menit dalam kondisi penekanan dan suhu yang tetap sesuai dengan variasi yang sebelumnya sudah ditentukan, dengan lama waktu proses dihitung menggunakan alat *digital timer* yang sudah disediakan. Pada Gambar 3.13 merupakan proses curing yang dilakukan pada mesin *hot press.*

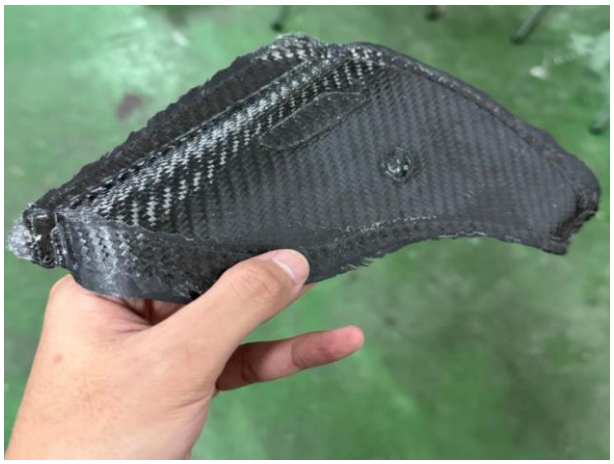
Gambar 3. 13 Proses *Curing*

3.7.6 Proses Pelepasan Produk

Pada tahap ini, setelah proses *curing* sebelumnya sudah selesai dengan waktu yang telah ditentukan. Langkah berikutnya adalah tahap akhir dari hasil produk yang dibuat. Dimana, cetakan (*molding*) dilepaskan dari mesin *hot press* dan dilakukan pendinginan terhadap suhu ruangan. Proses pendinginan pada suhu ruangan dilakukan dengan waktu ± 1 jam sampai permukaan cetakan sudah dalam kondisi dingin dan tekstur resin pada karbon prepreg sudah mengeras. Pada proses ini juga digunakan penambahan G-Clamp sebagai alat untuk menjaga kondisi cetakan tetap dalam kondisi mendapatkan tekanan (*pressure)*. Pada Gambar 3.14 menunjukkan proses pendinginan pada suhu ruang menggunakan G-Clamp.

Gambar 3. 14 Pendinginan Suhu Ruangan

Setelah proses pendinginan yang dilakukan sudah selesai, selanjutnya dilakukan tahap pelepasan produk dari cetakan dan kemudian dilakukan pemisahan untuk hasil produknya. Pada Gambar 3.15 menunjukkan hasil produk yang sudah dilepas.



Gambar 3. 15 Pelepasan Produk Akhir

3.7.7 Proses *Finishing* Produk

Tahapan akhir yang dilakukan pada proses pembuatan produk cover *shock breaker* vespa sprint 150 adalah proses *finishing*. Setelah produk dikeluarkan dari cetakan (*mold*) yang sudah melalui proses pendinginan sebelumnya, produk masih harus dirapihkan terlebih dahulu melalui proses ini. Proses *finishing* produk melibatkan beberapa tahap untuk meningkatkan kualitas akhir dari produk yang sudah jadi. Hal ini termasuk pemotongan yang dilakukan untuk membuang sisa material yang tidak terpakai pada permukaan produk yang memiliki sisa resin atau serat yang kasar setelah proses pelepasan dari cetakan. Pemotongan dilakukan secara teliti dengan mengikuti garis pola yang sesuai pada produk akhir yang diinginkan untuk menghindari pengurangan material produk yang berlebihan. Berikut pada Gambar 3.16 merupakan proses pemotongan sisa material menggunakan gerinda mini.

Gambar 3. 16 Pemotongan Sisa Material

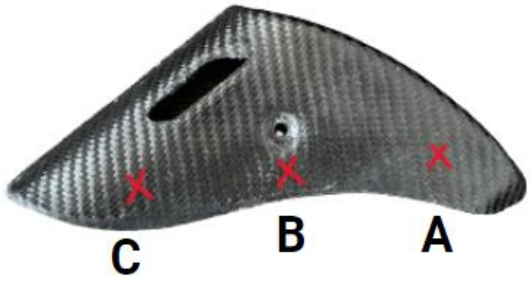
Setelah pemotongan sisa material yang tidak terpakai, selanjutnya produk dilakukan proses pengamplasan pada produk tersebut, pengamplasan dilakukan secara perlahan dengan digosokkan pada bidang kerja agar produk yang dihasilkan tersebut rata dan halus sesuai yang diinginkan. Pada proses ini berfungsi untuk menghaluskan permukaan dan membersihkan media produk dari kotoran dan cacat akibat sisa resin atau serat yang kasar setelah proses pelepasan dari cetakan.

Berikut pada Gambar 3.17 merupakan proses pengamplasan yang dilakukan pada hasil akhir produk cover *shock breaker* vespa sprint 150.

Gambar 3. 17 Pengamplasan Produk Akhir

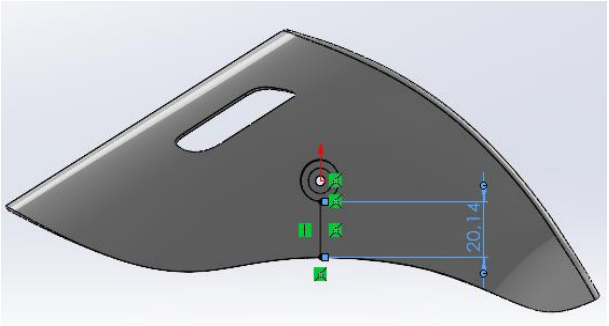
3.8 Proses Pengukuran Ketebalan & Berat Produk

Setelah semua proses yang telah dilakukan dan pembuatan produk berhasil dibuat, maka yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan pengukuran ketebalan dan berat produk yang dihasilkan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ketebalan dan berat produk sesuai dengan kriteria pada produk aslinya. Proses pengukuran yang ke-1 dengan melakukan pengukuran dimensi ketebalan produk, pada pengukuran tersebut dilakukan menggunakan tiga point pengukuran pada permukaan cover *shock breaker* yang datar. Berikut pada Gambar 3.18 merupakan point-point pengukuran yang sudah ditentukan.

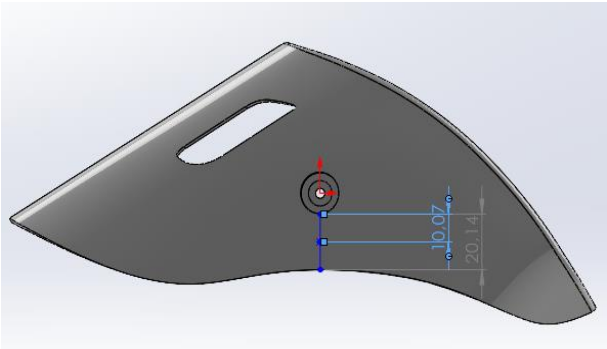


Gambar 3. 18 Point-Point Pengukuran

Penentuan point-point pengukuran tersebut didapatkan menggunakan aplikasi solidworks dan diterapkan pada produk yang sudah jadi dengan alat bantu berupa mikrometer sekrup sebagai alat untuk mengukur ketebalan produk tersebut. Berikut pada Gambar 3.19 dan 3.20 merupakan tahap penentuan pengukuran pada point B.

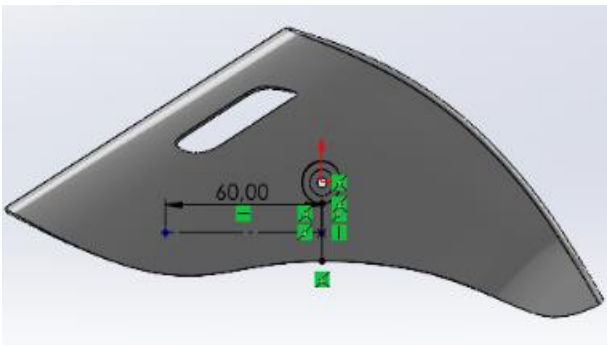


Gambar 3. 19 Penentuan Pengukuran Point B

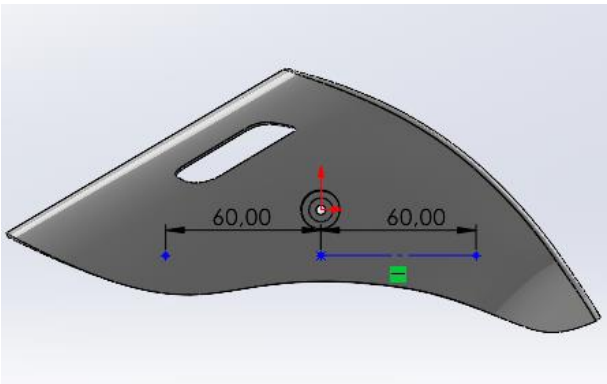


Gambar 3. 20 Hasil Pengukuran Point B

Dapat dilihat pada gambar diatas untuk point B diambil dengan menarik garis lurus kebawah (vertikal) pada lingkaran terbesar tempat dudukan baut dan didapatkan hasil jarak sebesar 20,14 mm, dan untuk point B didapatkan melalui setengah jarak dari garis utama yaitu sebesar 10,07 mm. Setelah point pengukuran B sudah ditentukan, maka dilanjutkan dengan point pengukuran C dan A seperti pada Gambar 3.21 - 3.22 dibawah.



Gambar 3. 21 Penentuan Pengukuran Point C



Gambar 3. 22 Hasil Pengukuran Point C

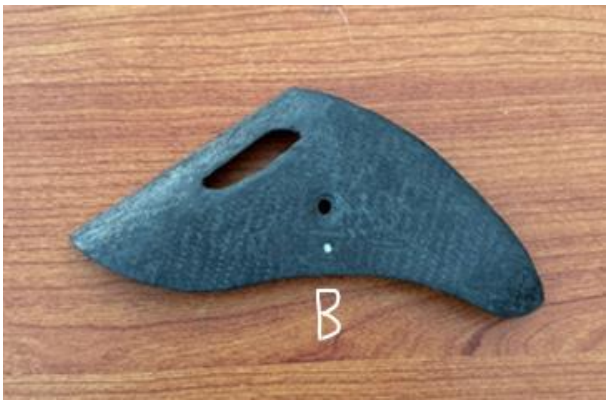
Dapat dilihat pada gambar diatas untuk point C dan A diambil dengan menarik garis sejajar (Horizontal) terhadap point B yang sudah ditentukan, dengan jarak yang diberikan masing-masing sebesar 60 mm. Setelah ketiga point sudah didapatkan, maka selanjutnya point-point tersebut diterapkan pada produk yang akan diukur ketebalannya, pada pengukuran produk secara langsung point tersebut diterapkan dengan menggunakan alat bantu berupa spidol dan penggaris seperti pada gambar Gambar 3.23 dibawah.

Gambar 3. 23 Alat Bantu Pengukuran Point A,B,C

Setelah peralatan sudah disiapkan maka dilakukan penerapan point-point pengukuran pada sampel produk yang telah dibuat dengan menggunakan penggaris untuk mengukur jarak-jarak yang terjadi pada point-point pengukuran, berikut dibawah merupakan Gambar 3.24 proses penerapan jarak pada point B.

Gambar 3. 24 Penerapan Ukuran Point B

Pada gambar diatas merupakan langkah pertama dalam proses penerapan jarak pada titik B, dimana tahap ini digunakan sebuah penggaris untuk memberi jarak dari lingkaran terbesar tempat dudukan baut ke titik B adalah 10,07 mm. Setelah jarak tersebut diukur, kemudian produk diberi tanda titik dengan menggunakan spidol seperti pada Gambar 3.25 dibawah.



Gambar 3. 25 Point B

Selanjutnya, untuk menentukan titik pengukuran C, dengan meletakkan penggaris di titik B dan penggaris tersebut diarahkan sejajar kekiri (horizontal) untuk memberikan tanda posisi titik C. Dengan ukuran yang diberikan antara titik B dan titik C adalah 60 mm. Setelah jarak tersebut telah diukur, kemudian produk diberi tanda menggunakan spidol sebagai titik C seperti pada Gambar 3.26 -3.27 dibawah.

Gambar 3. 26 Penerapan Ukuran Point C

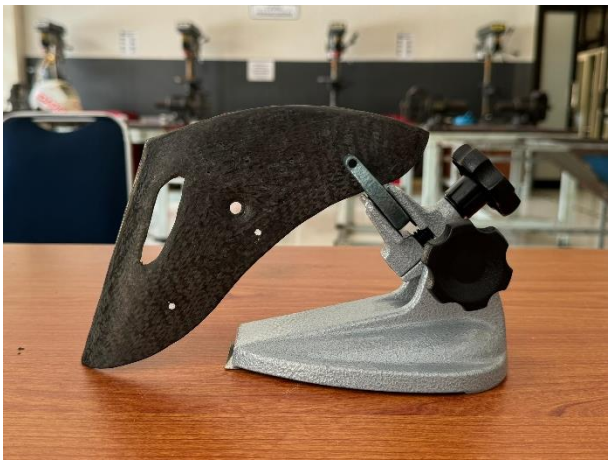
Gambar 3. 27 Point C

Setelah titik C sudah ditentukan, maka berikutnya dilakukan hal yang sama dalam menentukan titik pengukuran A, yaitu dengan meletakkan penggaris pada titik B kemudian penggaris tersebut diarahkan sejajar kekanan (horizontal) untuk memberikan tanda posisi titik A. Dengan ukuran yang diberikan antara titik B dan titik A sejauh 60 mm. Setelah jarak tersebut telah diukur, kemudian produk diberi tanda menggunakan spidol sebagai titik A seperti pada Gambar 3.28 – 3.29 berikut ini.

Gambar 3. 28 Penerapan Ukuran Point A

Gambar 3. 29 Point A

Setelah point-point pengukuran sudah didapatkan, kemudian selanjutnya point-point tersebut digunakan untuk mengukur dimensi ketebalan pada produk cover *shock breaker* vespa sprint 150. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat bantu mikrometer sekrup. Berikut pada Gambar 3.30 – 3.32 merupakan proses pengukuran dengan point A, B, dan C.



Gambar 3. 30 Pengukuran Ketebalan Point A

Gambar 3. 31 Pengukuran Ketebalan Point B

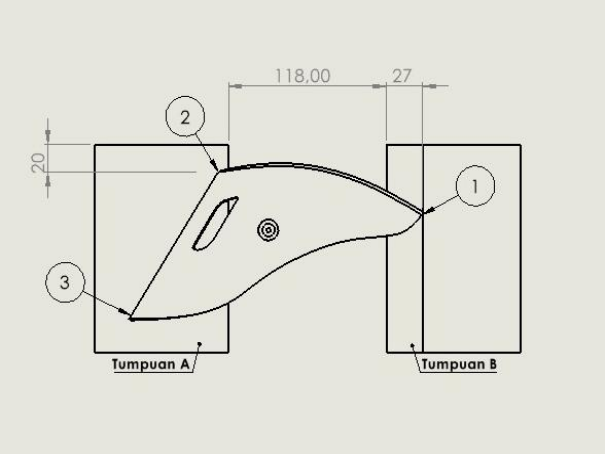
Gambar 3. 32 Pengukuran Ketebalan Point C

Setelah proses pengukuran ke-1 sudah dilakukan, maka selanjutnya adalah proses pengukuran yang ke-2. Pada proses pengukuran tersebut yaitu dengan mengukur massa semua sampel produk dengan menggunakan alat bantu yang berupa timbangan digital. Berikut pada Gambar 3.33 merupakan proses pengukuran massa produk yang dilakukan menggunakan timbangan digital.

Gambar 3. 33 Pengukuran Massa Produk

3.9 Pengujian Defleksi

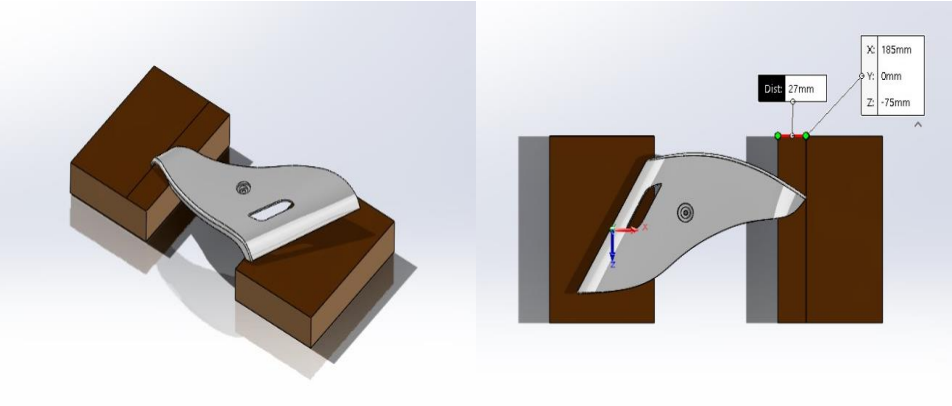
Setelah melakukan proses pengukuran ketebalan dan berat produk, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian defleksi. Pengujian defleksi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekakuan dari produk yang telah dibuat. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur seberapa besar perubahan bentuk (defleksi) yang terjadi pada produk saat diberikan beban yang sudah ditentukan. Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan produk yang akan diuji di atas sebuah landasan atau penompang yang stabil, yaitu di dua tumpuan pada *frame* uji defleksi sehingga produk tersebut menggantung bebas di tengah. Berikut Gambar 3.34 dibawah merupakan ilustrasi penempatan produk pada *frame* uji defleksi.



Gambar 3. 34 Ilustrasi Penempatan Produk

Pada gambar diatas merupakan contoh ilustrasi yang digunakan dalam penempatan produk yang akan diuji defleksi, posisi penempatan produk dilakukan dengan menempelkan bagian ujung produk yang ditandai dengan nomor 2 pada sisi kanan tumpuan A dan diberi jarak antara ujung produk nomor 2 dengan sisi atas tumpuan A sebesar 20 mm (2 cm). Kemudian ujung produk yang ditandai dengan nomor 1 diletakkan pada tumpuan B dengan jarak yang didaptkan pada ujung produk nomor 1 dengan sisi kiri tumpuan B sebesar 27 mm (2,7 cm), dan selanjutnya untuk ujung produk nomor 3 posisinya terletak pada tumpuan A dan posisinya sudah menyesuaikan dari pemberian jarak pada ujung produk nomor 1 dan 2.

Berikut pada Gambar 3.35 dibawah merupakan desain dari posisi penempatan produk pada *frame* uji defleksi yang sudah disesuaikan ukurannya.



Gambar 3. 35 Desain Posisi Penempatan Produk

Selanjutnya pengujian defleksi dilakukan pada semua sampel produk, untuk bagian tengah atau pada dudukan tempat baut produk diikatkan seutas tali yang akan digunakan untuk menggantungkan beban dengan massa 600 gr. Beban tersebut kemudian digantungkan pada tali yang telah diikat pada baut, sehingga beban akan memberikan gaya vertikal yang menyebabkan produk mengalami defleksi. Untuk mengukur defleksi yang terjadi, digunakan alat ukur *dial indicator*. *Dial indicator* ditempatkan pada permukaan atas produk tersebut. Berikut pada Gambar 3.23 merupakan proses pengujian defleksi yang dilakukan pada produk.

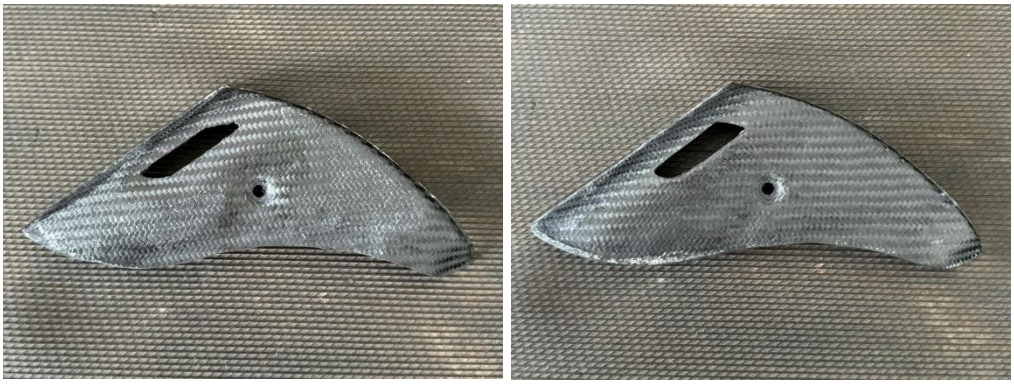
Gambar 3. 36 Pengujian Defleksi Pada Produk

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Jumlah Lapisan Prepreg (*Stacking*) dan *Curing* Terhadap Hasil Produk Komposit

Selama proses pembuatan sampel produk yang telah dilakukan, pengaruh *stacking* dan suhu *curing* sangat menentukan hasil yang didapatkan terhadap produk yang dibuat. Suhu *curing* yang digunakan pada proses pembuatan sampel produk yaitu 120 ℃, 130 ℃, 140 ℃, dengan lapisan (*stacking*) yang digunakan sebanyak 2, 3, 4, 10 lapis dan untuk tekanan yang disamaratakan yaitu sebesar 30 Bar.

Pada Gambar 4.1 dibawah ini merupakan sampel 1, 2, dan 3 yang sudah dibuat, produk tersebut menunjukkan bahwa tingkat kekakuan yang lebih rendah dibandingkan dengan jumlah lapisan yang lebih banyak. Produk ini lebih fleksibel dan akan mudah mengalami defleksi saat diberikan beban. Dengan penggunaan suhu di 120 ℃, resin memerlukan waktu lebih lama untuk mencapai kekerasan maksimum. Hal ini menyebabkan produk memiliki kekakuan yang kurang baik dan potensi adanya cacat seperti permukaan yang mengalami gosong di beberapa bagian dan terdapat gelombang atau ketidakrataan pada bagian produk karena proses *curing* yang kurang optimal dan sempurna.

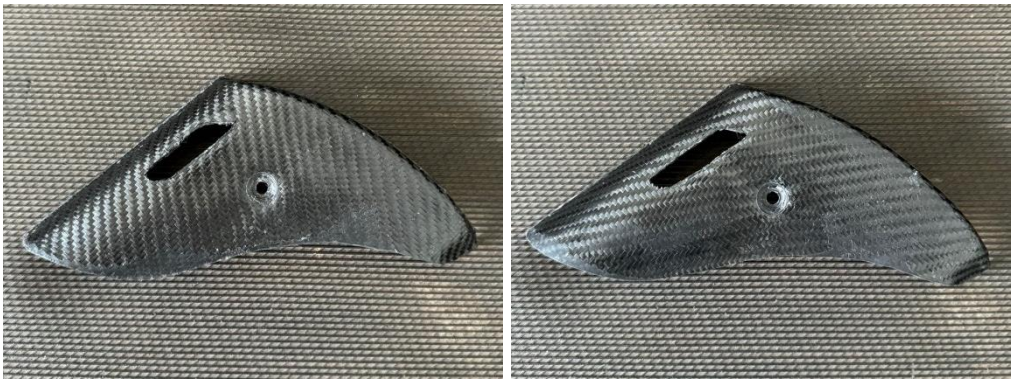


(a) (b)

(c)

Gambar 4. 1 (a) Sampel 1 (120 ℃ dengan 2 Lapis), (b) Sampel 2 (120 ℃ dengan 3 Lapis) dan (c) Sampel 3 (120 ℃ dengan 4 Lapis)

Kemudian, berikut pada Gambar 4.3 dibawah merupakan produk selanjutnya yaitu sampel 4 dan 5. Adanya kedua produk tersebut dibuat berdasarkan kegagalan pada produk sebelumnya dan sesuai dengan tabel pemilihan kriteria terbaik. Dari produk dibawah menunjukkan kekakuan yang didapatkan lebih baik dibandingkan dengan sampel sebelumnya. Namun, pada percobaan ini ditemukan bahwa masih terdapat gelombang atau ketidakrataan pada beberapa bagian permukaan produk dan tidak sesuai dengan kriteria produk aslinya. Hal ini disebabkan karena masih terdapat rongga kosong didalam cetakan (*mold*) yang mengakibatkan distribusi tekanan yang tidak merata atau kurang optimalnya resin yang tersebar di antara lapisan prepreg.



(a) (b)

Gambar 4. 2 (a) Sampel 4 (130 ℃ dengan 4 Lapis) dan (b) Sampel 5 (140 ℃ dengan 4 Lapis)

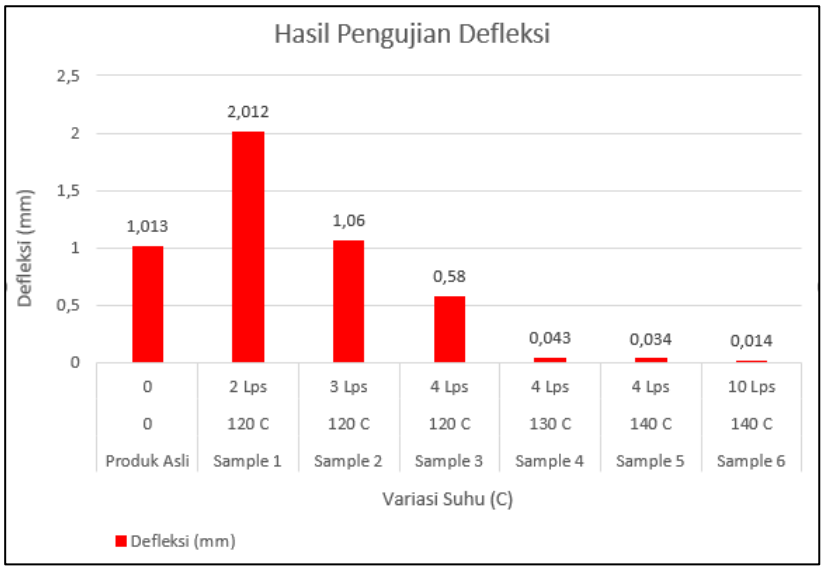
Dengan adanya permasalahan yang terjadi pada sampel produk sebelumnya yaitu masih terdapat gelombang atau ketidakrataan pada beberapa bagian permukaan produk yang dikarenakan masih terdapat rongga kosong didalam permukaan cetakan (*mold*), maka dari itu dibuatnya sampel ke-6 seperti pada Gambar 4.3 dibawah, sampel produk tersebut dibuat berdasarkan kurangnya jumlah lapisan prepreg pada produk yang akan dibuat. Produk tersebut menunjukkan kekakuan tertinggi di antara semua variasi lapisan.

Namun dengan banyaknya jumlah lapisan, produk masih mengalami penyebaran resin yang tidak merata, sehingga perlu dilakukan proses finishing untuk meratakan permukaan produk tersebut. Produk dengan 10 lapisan ini memiliki nilai defleksi terendah, yang menunjukkan peningkatan kekakuan dan ketebalan produk yang sudah sangat sesuai dengan kriteria produk asli yang diinginkan.

Gambar 4. 3 Sampel 6 (140 ℃ dengan 10 Lapis)

4.2 Pengaruh Jumlah Lapisan Prepreg (*Stacking*) dan *Curing* Terhadap Kekakuan Produk

Dengan adanya jumlah lapisan (*stacking*) dan *curing* yang digunakan pada penelitian tersebut didapatkan hasil dari pengujian defleksi yang dilakukan terhadap nilai kekakuan dari masing-masing sampel produk yang dibuat. Nilai defleksi yang dihasilkan pada 6 buah sampel yang sudah didapatkan seperti Gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pengujian Defleksi

Dari grafik pengujian defleksi dengan massa yang diberikan sebesar 600 gr diatas didapatkan bahwa produk dengan nilai defleksi tertinggi terdapat pada produk sampel ke-1 yang memiliki nilai yaitu 2,012 mm, dan kemudian diikuti dengan nilai defleksi terendah terjadi pada produk sampel ke-6 yang memiliki nilai yaitu 0,014 mm. Dengan hasil yang telah didapatkan tersebut dapat membuktikan bahwa jumlah susunan lapisan (*stacking*) dan perlakuan *curing* sangat mempengaruhi nilai dari kekakuan pada produk. Semakin tinggi jumlah susunan lapisan (*stacking*) dan perlakuan *curing* yang diberikan maka dapat meningkatkan nilai kekakuan pada produk, begitu juga sebaliknya semakin rendah jumlah susunan lapisan dan perlakuan *curing* yang dilakukan maka menyebabkan nilai kekakuan pada produk semakin rendah. Hal tersebut disebabkan karena pada saat

penggunaan jumlah lapisan terkecil masih terdapat rongga kosong yang terjadi didalam cetakan (*mold*) dan membuat perlakuan *curing* tidak merata secara maksimal baik dari suhu dan tekanan yang dilakukan, yang mengakibatkan lembaran pada *prepreg carbon fiber* tidak kering secara keseluruhan.

4.3 Pengaruh Jumlah Lapisan Prepreg (*Stacking*) dan *Curing* Terhadap Ketebalan dan Massa Produk

Dari pengukuran yang sudah dilakukan berupa pengukuran ketebalan dan massa pada produk, dihasilkan sebuah tabel seperti dibawah ini yaitu pada tabel 4-1 dan 4-2.

Tabel 4-1 Hasil Pengukuran Ketebalan 3 Point

Produk	Nilai Ketebalan (mm)		
	Point A	Point B	Point C
Produk Asli	**2,85**	**2,75**	**2,66**
Sampel 1 (120 ℃ / 2 Lapis)	0,82	0,80	0,75
Sampel 2 (120 ℃ / 3 Lapis)	1,16	1,14	1,12
Sampel 3 (120 ℃ / 4 Lapis)	1,28	1,29	1,26
Sampel 4 (130 ℃ / 4 Lapis)	1,33	1,30	1,35
Sampel 5 (140 ℃ / 4 Lapis)	1,45	1,53	1,38
Sampel 6 (140 ℃ / 10 Lapis)	**2,75**	**2,60**	**2,80**

Pada Tabel 4-1 diatas merupakan hasil pengukuran ke-1 yang sudah dilakukan yaitu berupa pengukuran dimensi ketebalan pada semua produk yang sudah dibuat, pengukuran tersebut dilakukan secara langsung menggunakan alat bantu yaitu mikrometer sekrup. Dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa jumlah lapisan (*stacking*) dan perlakuan *curing* dapat mempengaruhi tingkat ketebalan masing-masing produk. Hal tersebut dapat dibuktikan dari hasil perbandingan produk sampel ke-1 sampai dengan produk sampel ke-6, dari masing-masing produk sampel menggunakan variasi lapisan dan *curing* yang berbeda-beda. Diambil contoh pada sampel 2, 3, dan 4, dimana sampel 2 menggunakan suhu *curing* 120 ℃ dengan lapisan sebanyak 3 lapis, sampel 3 menggunakan suhu *curing* 120 ℃ dengan lapisan sebanyak 4 lapis, dan sampel 4 menggunakan suhu *curing* 130 ℃ dengan lapisan sebanyak 4 lapis.

Hasil dari perbandingan ketiga sampel tersebut memiliki nilai ketebalan yang berbeda-beda, Hal tersebut diakibatkan semakin tinggi jumlah lapisan (*stacking*) dapat mengisi rongga kosong yang terjadi didalam cetakan (*mold*) dan semakin optimal juga perlakuan *curing* pada prepreg karena tidak adanya rongga kosong didalam cetakan (*mold*) tersebut. Dari semua sampel tersebut dapat diambil bahwa sampel ke-6 lah yang memiliki kriteria yang sesuai dengan produk aslinya.

Tabel 4-2 Hasil Pengukuran Massa Produk

Produk	Variasi	Massa (gr)
Produk Asli	-	**42,26**
Sampel 1	120 ℃ / 2 Lapis	10,62
Sampel 2	120 ℃ / 3 Lapis	15,78
Sampel 3	120 ℃ / 4 Lapis	21,26
Sampel 4	130 ℃ / 4 Lapis	21,64
Sampel 5	140 ℃ / 4 Lapis	21,68
Sampel 6	140 ℃ / 10 Lapis	**43,72**

Pada Tabel 4-2 diatas merupakan hasil pengukuran ke-2 yang sudah dilakukan yaitu berupa pengukuran massa pada semua produk yang sudah dibuat, pengukuran tersebut juga dilakukan secara langsung menggunakan alat bantu yaitu timbangan digital. Pada tabel massa tersebut dapat diketahui bahwa dari jumlah lapisan (*stacking*) dan *curing* yang digunakan sangat mempengaruhi berat yang dihasilkan dari produk yang akan dibuat, semakin tinggi jumlah lapisan prepreg dan suhu *curing* yang digunakan, maka akan terdapat penambahan berat pada masing-masing produk. Diambil contoh pada sampel 3 dan 4, sampel tersebut memiliki suhu *curing* berbeda dengan jumlah lapisan yang sama, namun memiliki penambahan berat pada produk yang dihasilkan. Hal ini berkaitan bahwa dengan semakin tinggi suhu curing yang digunakan, maka akan sangat berpengaruh juga pada berat produk yang dihasilkan.

4.4 Hasil Pemasangan Produk Komposit

Pada Gambar 4.5 dibawah merupakan proses pemasangan produk komposit *cover shockbreaker* pada sepeda motor vespa sprint 150.

Gambar 4. 5 Proses Pemasangan Produk

Produk yang akan dipasang pada sepeda motor vespa sprint 150 harus dapat terpasang secara *plug & play*. Hal tersebut bertujuan agar para pengguna yang akan mengganti *cover shockbreaker* pada vespa miliknya dapat dilakukan dengan mudah dan presisi. Pada produk yang sudah dibuat telah dilakukan tahap pemasangan pada sepeda motor vespa sprint 150 dan hasilnya produk tersebut dapat langsung terpasang tanpa adanya perubahan yang dilakukan pada sepeda motor tersebut. Berikut pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa hasil pemasangan produk dapat terpasang secara *pulg & play* pada motor vespa sprint 150.

Gambar 4. 6 Hasil Pemasangan Produk

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan proses-proses yang sudah dilakukan telah berhasil dibuat produk *cover shockbreaker* vespa sprint menggunakan metode *compression molding* dengan *prepreg carbon fiber* sesuai dengan kriteria produk yang diinginkan, dan dapat dipasang secara *plug and play* pada sepeda motor tersebut.
2. Berdasarkan data dan hasil yang telah didapatkan selama proses pembuatan produk menggunakan metode *Compression Molding*, suhu perlakuan *curing* secara optimal digunakan sebesar 140 ℃ dengan jumlah susunan lapisan yang optimal digunakan sebanyak 10 lapis dan tekanan pada perlakuan *curing* sebesar 30 Bar.
3. Adapun kendala-kendala yang didapatkan selama proses pembuatan produk berlangsung adalah:
    a) Pembuatan sampel produk yang menggunakan variasi *curing* 120 ℃ dengan jumlah lapisan (*stacking*) sebanyak 2, 3, dan 4 lapis, terjadi cacat produk yang dihasilkan, dimana pada permukaan produk mengalami gelombang atau tidak rata dan terdapat bagian terbakar atau gosong karena resin pada karbon *prepreg* tidak menutupi keseluruhan permukaan cover *shockbreaker* tersebut.
    b) Pada sampel produk selanjutnya dengan menggunakan variasi *curing* 130 dan 140 ℃ dengan jumlah lapisan (*stacking*) yang sama sebanyak 4 lapis, Masih ditemukan bahwa pada bagian permukaan terdapat gelombang atau tidak rata pada produk yang dihasilkan, hal ini dapat terjadi dikarenakan pada bagian dalam cetakan (*mold*) masih terdapat rongga kosong yang membuat proses *curing* berlangsung tidak optimal.
    c) Sampel produk yang terakhir dibuat berdasarkan dari kegagalan percobaan sebelumnya, yaitu dengan menggunakan variasi curing terbaik-

yang sudah didapatkan sebesar 140 ℃ dengan penambahan jumlah susunan lapisan (*stacking*) sebanyak 10 lapis. Didapatkan bahwa dari penambahan variasi tersebut dapat menghilangkan gelombang atau tidak ratanya permukaan produk yang dihasilkan. Akan tetapi dengan adanya jumlah lapisan (*stacking*) yang lebih banyak membuat penyebaran resin yang tidak merata atau meluber dan harus dilakukan finishing ulang menggunakan amplas, serta penambahan *clear coating*.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terdapat beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut:

- Dari penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan yang sekiranya dapat dilakukan penyempurnaan pada penelitian selanjutnya.
- Perlu diperhatikan lagi terhadap data variasi yang digunakan, termasuk penyesuain pada parameter suhu *curing* dan jumlah lapisan (*stacking*) agar selama proses yang dilakukan dapat berjalan optimal. Dikarenakan setiap bentuk dan dimensi produk yang akan dibuat pasti berbeda-beda dan sangat mempengaruhi keberhasilan dari hasil produk.
- Dalam penggunaan *prepreg compression molding* (PCM) perlu memperhatikan dimensi atau ketebalan pada bagian dalam *mold* (*cavity* dan *core*), semakin tebal dimensi pada produk yang akan diterapkan pada *mold*, maka membutuhkan jumlah lapisan (*stacking*) prepreg yang lebih banyak, karena untuk menghindari terjadinya rongga kosong pada bagian dalam cetakan (*mold*) yang akan membuat proses curing tidak optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Al Hafiz, M., Junaidi, A., Sundari, E., Teknik, M., Produksi, M., Perawatan, D., Sriwijaya, N., Jurusan,), & Mesin, T. (2022). *Analisis Kekasaran Molding Berbasis Additive Manufacturing Material Polylactic Acid Informasi Artikel Abstrak*. *3*(3), 69–76. http://doi.org/10.5281/zenodo.7246701

Arradian, D. (2022). *Indonesia Punya Komunitas Vespa Terbesar Dunia, Begini Kemeriahan Vespa World Days 2022 di Bali*. INews Madiun. https://madiun.inews.id/read/98633/indonesia-punya-komunitas-vespa-terbesar-dunia-begini-kemeriahan-vespa-world-days-2022-di-bali

Basori, Syafrizal, S. (2015). Analisis Defleksi batang Lentur Menggunakan Tumpuan Jepit Dan Rol Pada Material Aluminium 6063 Profil U Dengan Beban Terdistribusi. *Konversi Energi Dan Manufaktur UNJ*, 58.

Burhanuddin. (2015). *Teknologi dan Rekayasa: Material Polimer Komposit* (S. Ersina (ed.)). Prodi Teknik Arsitektur UIN Alauddin.

Chan, C. (2019). *Compaction Simulation for Prepreg-Autoclave-Manufacturing* [KTH Royal Institute of Technology]. http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1360645/FULLTEXT01.pdf

Dinur, R. (2019). *Proses Pembuatan Produk Komposit Sandwich Vacuum Infusion*. 1–37.

Errikson, M. (2018). *Consolidation and Forming of Aerospace Graded Composite Materials: An experimental study of prepreg characteristics* [KTH Royal Institute of Technology]. http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1357370/FULLTEXT01.pdf

G. P. Thomas. (2013). *Composite Prepregs – Manufacturing, Benefits and Applications*. AZoMaterials. https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=8353

Hafiz, A., & Dwi, P. (2021). *Perbandingan Teknik Compression Molding Dan Vacuum Infusion Terhadap Sifat Bending Komposit Hibrid Fiberglass -Serat Bambu / Polyster Tak Jenuh*.

Hankuk, C. (2021). *Advanced Prepregs to Suit all Rates of Production*. Hankukcomposite.Com. https://hankukcomposite.com/prepreg/?jsf=epro-

posts&tax=application:57;rasin-system:62;process:66;features:68

Hartono, Rifai, M., & Subawi, H. (2016). *Pengenalan Teknik Komposit* (1st ed.). Deepublish.

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

Hutagaol, S. P. (2014). *Analisis Uji Defleksi Akibat Pengaruh Penambahan Pelat Baja di Tengah Lapisan Perkerasan Struktur Komposit* [Universitas Atma Jaya Yogyakarta]. http://e-journal.uajy.ac.id/id/eprint/6798

KumparanOTO. (2017). *Indonesia, Salah Satu Negara Pengguna Vespa Terbanyak di Dunia*. KumparanOTO. https://kumparan.com/kumparanoto/indonesia-salah-satu-negara-pengguna-vespa-terbanyak-di-dunia/4

Lengsfeld, H., Wolff-Fabris, F., Krämer, J., Lacalle, J., & Altstädt, V. (2021). *Composite Technology (Prepregs and Monolithic Part Fabrication Technologies)* (2nd ed.). Hanser Publications. https://www.sciencedirect.com/book/9781569905999/composite-technology

Ludiyanto, A. (2023). *Ternyata Ini Alasan Kenapa Harga Motor Vespa Mahal*. Soloposoto. https://otomotif.solopos.com/ternyata-ini-alasan-kenapa-harga-motor-vespa-mahal-1750476#:~:text=“Kenapa vespa mahal%2C yang pertama,25%2F9%2F2023).

Malau, V. (2010). Karakteristik Sifat Mekanis dan Fisis Komposit E-Glass dan Resin Eternal 2504 dengan Variasi Kandungan Serat, Temperatur, dan Lama Curing. *Mekanika*, *8*(2), 144–149. https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/mekanika/article/viewFile/47/43

Maryo, S., Ramlan, & Adrianto. (2018). Pengenalan Sejarah Vespa Serta Meningkatkan Kecintaan Terhadap Vespa Melalui Buku Ilustrasi. *Rekamakna Institut Teknologi Nasional*, 1–11. http://eprints.itenas.ac.id/id/eprint/106

Mazumdar, S. K. (2001). *Composites Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering* (1st ed.). CRC Press.

Obeit, E. (2022). *Carbon Fiber, Apakah Benar Lebih Kuat dari Besi dan Baja?* Otoklix.Com. https://otoklix.com/blog/carbon-fiber/

Parwata. (2021). *Siap-Siap Ganti Gaya, Ini Bocoran Tren Modifikasi Vespa Matic Tahun 2022 Mendatang*. Otomania.Com. https://otomania.gridoto.com/read/243068968/siap-siap-ganti-gaya-ini-bocoran-tren-modifikasi-vespa-matic-tahun-2022-mendatang

Parwata, R. H. (2020). *Tiga Jenis Motif Carbon Fiber di Mobil dan Motor, Ada Plain, Twil dan Forged Carbon, Apa Bedanya?* Otomania.Com. https://otomania.gridoto.com/read/242162622/tiga-jenis-motif-carbon-fiber-di-mobil-dan-motor-ada-plain-twil-dan-forged-carbon-apa-bedanya

Piaggio Indonesia. (n.d.). *SPRINT UP YOUR LIFE*. Vespa.Co.Id. https://vespa.co.id/id/sprint

Sinar Inti Harapan. (n.d.). *SPRINT S 150 I-GET ABS*. PT. Sinar Inti Harapan. https://sinarinti.co.id/produk/detail/sprint-s-150-i-get-abs

Sokolowski, M. (2017). Process of Preparing and Laying Carbon Prepregs. *Transaction of The Institute of Aviation*, *1*, 27–34. https://doi.org/10.2478/tar-2017-0003

Tjahjanti, D. P. H. (2018). *Buku Ajar Teori dan Aplikasi Material Komposit dan Polimer* (M. P. Septi Budi Sartika (ed.)). UMSIDA Press. https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/view/978-602-5914-27-0

Waskita, K. B. (2022). *Inilah Model dan Daftar Harga Vespa untuk Vespa Lovers Indonesia*. Motor1.Com. https://id.motor1.com/features/613858/daftar-model-harga-vespa-indonesia/

Yoga, Z. (2019). *Ini Model Vespa Paling Laris di Indonesia*. Oto.Com. https://www.oto.com/berita-motor/ini-model-vespa-paling-laris-di-indonesia