

APLIKASI PREPREG CARBON FIBER UNTUK PEMBUATAN COVER SHOCKBREAKER MOTOR VESPA SPRINT 150

Faisal Arif Nurgesang¹, Abdurrahman Farishi¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km. 14,5 Sleman, Yogyakarta 55584 Indonesia Telp. (0274) 898 444
Email: faisal.arif.nurgesang@uii.ac.id

Abstrak

Aplikasi material komposit telah banyak digunakan di berbagai bidang, salah satunya adalah bidang otomotif. Karakteristik material komposit yang kuat tapi ringan menjadi kelebihanannya. Selain itu, tampilan yang natural dan menarik juga menjadi faktor jenis material ini banyak digunakan di bidang otomotif khususnya kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat. Pada penelitian ini, pre-impregnated carbon fiber digunakan untuk membuat cover shockbreaker motor Vespa Sprint 150. Proses pembuatan produk komposit dilakukan menggunakan cetakan aluminium dengan metode compression molding. Parameter proses yang diteliti adalah jumlah lapisan prepreg carbon fiber dan suhu curing. Hasilnya, untuk mendapatkan produk yang lebih ringan dan minim kecacatan, dan memiliki warna yang lebih pekat, dapat dibuat menggunakan prepreg carbon fiber sebanyak empat lapis pada suhu curing 140 °C.

Kata kunci: *prepreg carbon fiber; komposit; cover shockbreaker; vespa sprint*

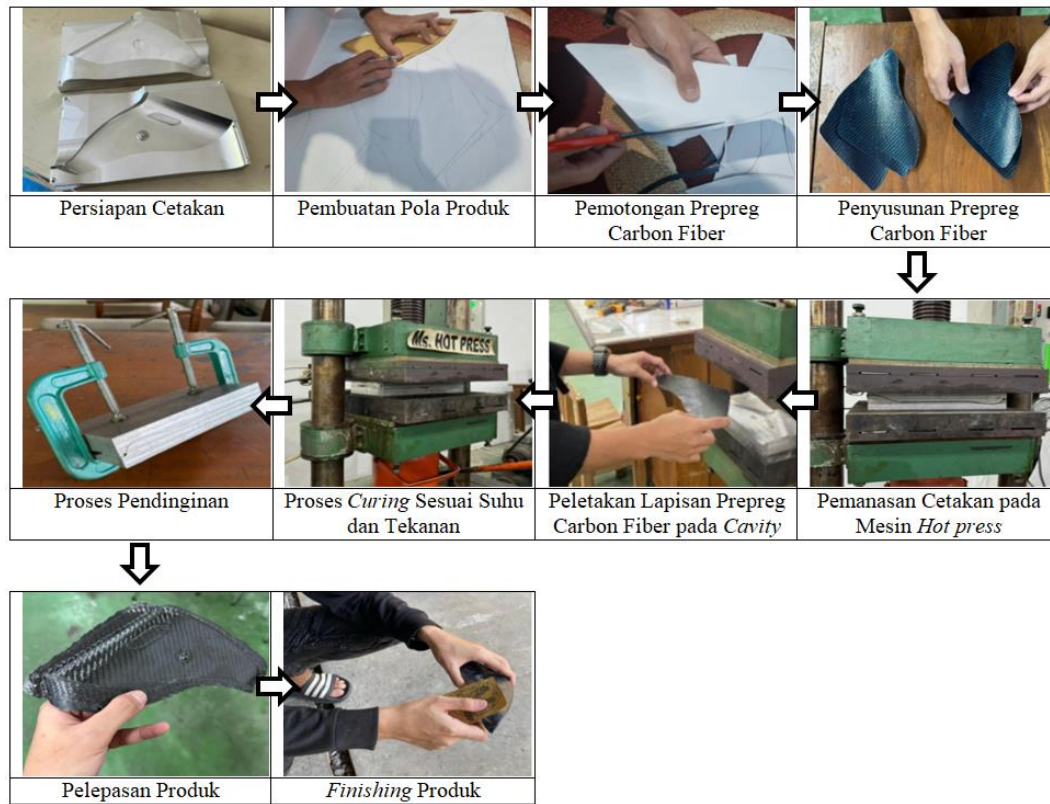
Pendahuluan

Pre-impregnated carbon fiber atau bisa disebut juga dengan *prepreg carbon fiber* merupakan bahan komposit yang telah diresapi atau dijenuhkan dengan resin sebelum digunakan untuk pembuatan produk komposit (J. W. Kim et al., 2024; Meredith et al., 2015). Bahan komposit ini memiliki banyak kelebihan meliputi tidak membuang banyak resin, resin dapat tersebar merata, waktu curing yang singkat, dan praktis karena dapat langsung diletakkan pada cetakan meskipun perlu perlakuan tekan dan panas agar resinnya dapat mengeras (Budelmann et al., 2020) Zhang et al., 2018; Novo et al., 2016). Untuk penggunaannya, *prepreg carbon fiber* telah banyak digunakan diberbagai bidang seperti otomotif, pesawat terbang, peralatan olahraga, pembangkit listrik tenaga angin, dan berbagai aplikasi lainnya (G. Kim et al., 2024; Krishna Mohan et al., 2019; Crossley et al., 2013). Salah satu bidang yang memiliki pangsa pasar yang luas untuk produk-produk komposit adalah bidang otomotif. Saat ini, tren penggunaan *carbon fiber* pada industri otomotif kian meningkat karena keunggulan utama material komposit yaitu kuat tapi ringan (Thori et al., 2013). Selain memiliki karakteristik kuat tapi ringan, produk komposit juga memiliki tampilan yang natural dan menarik sehingga menjadi nilai tambah bagi pecinta otomotif (Rochardjo, 2023). Hal ini menjadi salah satu pertimbangan para produsen untuk menciptakan komponen *aftermarket* produk otomotif seperti *hood* mobil, *cover* spion mobil, cover tangki, pengganti bodi motor, dan beberapa komponen lainnya (Bere et al., 2021).

Untuk membuat produk komposit, dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti *hand lay-up*, *vacuum infusion*, *compression molding*, dan beberapa metode lainnya (De Wayne Howell & Fukumoto, 2014) (Utomo & Drastiawati, 2021) (Al Mahmood, 2017). Masing-masing metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Akan tetapi, dari sudut pandang efisiensi waktu, permukaan halus dikedua sisi, dan keterulangan produk yang presisi, metode *compression molding* unggul dibandingkan dengan metode lainnya. Dalam membuat produk komposit menggunakan *prepreg carbon fiber*, terdapat sebuah proses yang sangat penting yaitu proses *curing* karena proses polimerisasi resin *epoxy* pada *prepreg carbon fiber* terjadi diatas suhu ruang. Berdasarkan penelitian dari Silva et al., (2022), bahwa rentang suhu untuk proses *curing* pada *prepreg carbon fiber* adalah 120 °C hingga 230 °C tergantung dari jenis resin yang digunakan. Selain itu, parameter proses untuk pembuatan produk komposit menggunakan *prepreg carbon fiber* adalah banyaknya jumlah lapisan yang digunakan. Secara umum, semakin banyak jumlah lapisan maka semakin kaku produk komposit yang dibuat. Namun demikian, kebutuhan kekakuan produk juga perlu dipertimbangkan agar dapat memperoleh jumlah lapisan yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Oleh karena itu, penelitian ini menginvestigasi banyaknya jumlah lapisan dan suhu *curing* pada proses pembuatan produk komposit menggunakan *prepreg carbon fiber*.

Bahan dan Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah prepreg carbon fiber 2x2 twill 3K 220GSM. Adapun alur proses pembuatan produk komposit *cover shockbreaker* Vespa Sprint 150 dapat dilihat pada Gambar 1.



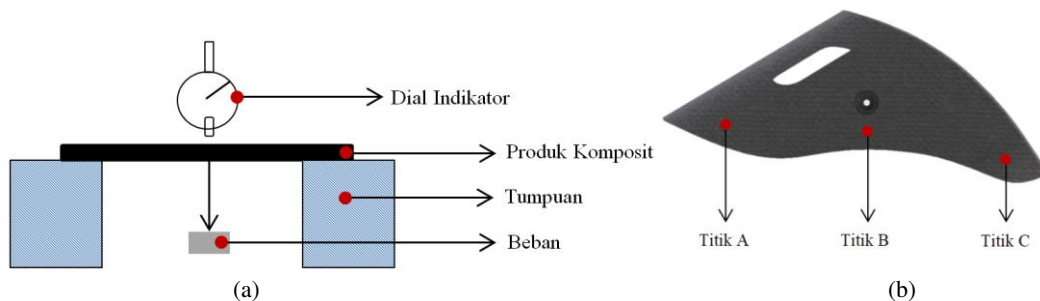
Gambar 1. Alur proses pembuatan produk komposit *cover shockbreaker* vespa sprint 150

Pembuatan produk *cover shockbreaker* Vespa Sprint 150 diawali dengan menyiapkan cetakan. Cetakan dibuat dari material aluminium 5052 yang dibentuk menggunakan mesin CNC Supermill MK. 2.0. Sebelum digunakan, cetakan terlebih dahulu dilapisi dengan *wax* anti lengket (Miracle Gloss) pada bagian rongga cetakan *core* dan *cavity*nya. Kemudian, dilanjutkan dengan pembuatan pola menggunakan pensil sesuai dengan produk yang akan dibuat. Pembuatan pola digambar langsung pada bagian belakang *prepreg carbon fiber* agar mudah untuk dilakukan pemotongan pola menggunakan gunting. Setelah terpotong sesuai pola, bagian belakang *prepreg carbon fiber* dilepas dan disusun sesuai dengan jumlah lapisan yang direncanakan. Selanjutnya, dilakukan pemanasan cetakan menggunakan mesin *hot press* hingga mencapai suhu *curing*. Setelah mencapai suhu *curing* yang direncanakan, lapisan *prepreg carbon fiber* dimasukkan kedalam rongga *core-cavity* cetakan. Kemudian, dilakukan penekanan pada cetakan dengan lama waktu 5 menit disetiap suhu *curing*. Setelah proses penekanan dan *curing* selesai, cetakan dikeluarkan dari mesin *hot press* untuk didinginkan selama 60 menit. Di akhir proses, produk dilepaskan dari cetakan dan dilakukan proses *finishing* yaitu menghilangkan bagian tepi produk yang melebihi ukuran produknya. Detail desain eksperimen pada pembuatan produk komposit *cover shockbreaker* Vespa Sprint 150 menggunakan *prepreg carbon fiber* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain eksperimen pembuatan produk komposit *cover shockbreaker* Vespa Sprint 150

No.	Kode Produk	Tekanan (Bar)	Lama Penekanan (menit)	Suhu <i>Curing</i> (°C)	Jumlah Lapisan
1.	Komposit120C2L	30	5	120	2
2.	Komposit120C3L	30	5	120	3
3.	Komposit120C4L	30	5	120	4
4.	Komposit120C4L	30	5	120	Lapisan Terbaik
5.	Komposit130C4L	30	5	130	Lapisan Terbaik
6.	Komposit140C4L	30	5	140	Lapisan Terbaik

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan produk komposit, dilakukan pengamatan visual pada produk komposit yang dibuat. Selain itu, untuk mengetahui kekakuan produk komposit, dilakukan pengujian defleksi dengan beban 600 gram yang diletakkan pada bagian tengah produk dan pengukuran ketebalan dilakukan menggunakan mikrometer. Skema pengujian defleksi dan lokasi pengukuran produk komposit dapat dilihat pada Gambar 2.

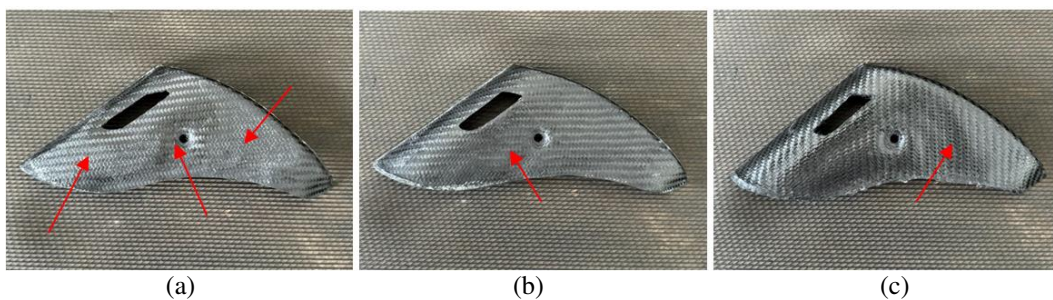


Gambar 2. Ilustrasi (a) skema pengujian defleksi dan (b) lokasi pengukuran ketebalan produk komposit

Agar mendapatkan produk sesuai dengan yang diinginkan, telah ditentukan beberapa kriteria produk yaitu: (1) memiliki permukaan yang halus dan minim kecacatan dari gelembung mikro sesuai dengan hasil penelitian dari Bani et al., (2017), (2) memiliki bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan produk asli, dan (3) dapat dipasang di motor vespa Sprint 150 secara *plug and play*.

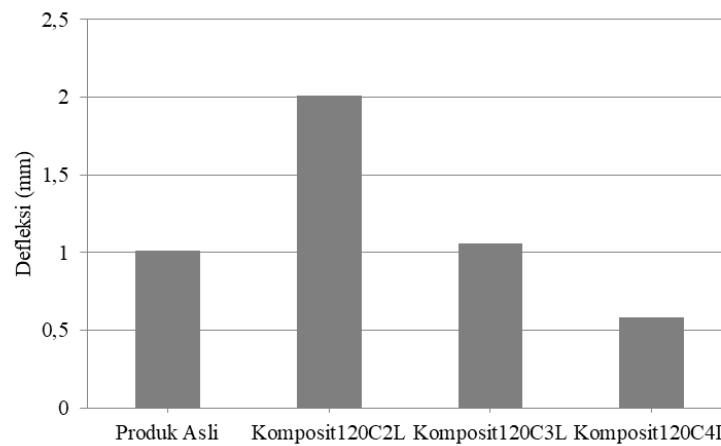
Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pembuatan produk komposit *cover shockbreaker* Vespa Sprint 150 menggunakan *prepreg carbon fiber* melalui metode *compression molding*, pada tekanan 30 bar, suhu *curing* 120 °C, dan lama penekanan 5 menit dengan variasi jumlah lapisan sebanyak 2, 3, dan 4 lapis diperoleh hasil seperti dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil produk komposit dengan variasi jumlah lapisan *prepreg* (a) 2 lapis, (b) 3 lapis, dan (c) 4 lapis.

Seperti dapat dilihat pada Gambar 3, secara visual produk komposit yang dibuat dengan variasi jumlah lapisan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Dari ketiga variasi lapisan tersebut, masih banyak terdapat permukaan yang bergelombang pada semua produk seperti ditunjukkan oleh anak panah warna merah. Akan tetapi, permukaan bergelombang dapat dengan jelas dilihat pada produk komposit yang dibuat dengan 2 lapis *prepreg carbon fiber*. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak rongga ruang yang tersisa pada cetakan yang belum terisi oleh *prepreg carbon fiber*. Akibatnya, terjadi gelombang pada permukaan produk ketika dilakukan proses penekanan dan *curing*. Selain itu, pada suhu *curing* yang digunakan masih perlu investigasi lebih lanjut karena terlihat dengan jelas disemua produk komposit terdapat gelembung mikro pada matriks yang mengakibatkan munculnya warna putih yang mayoritas ditemukan pada persimpangan anyaman *carbon fiber*. Meskipun demikian, dengan meningkatnya jumlah lapisan, meningkat pula kekakuan produk komposit yang dibuat seperti dapat dilihat pada Gambar 4.



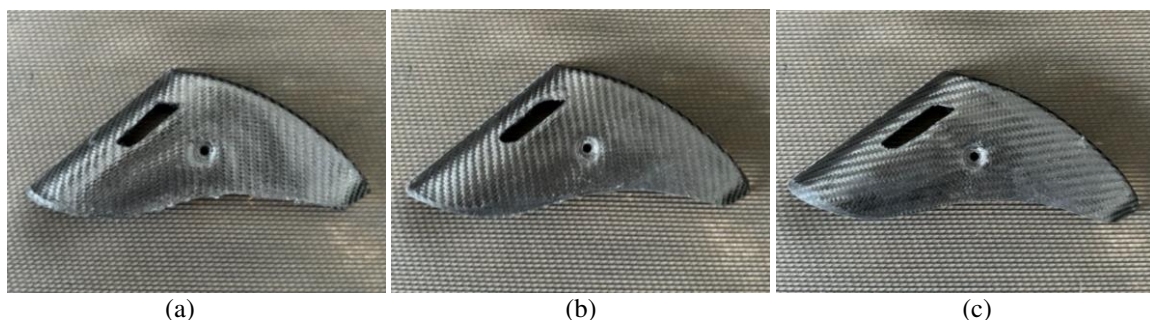
Gambar 4. Nilai defleksi produk asli dan produk komposit dengan variasi jumlah lapisan prepreg carbon fiber

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai defleksi produk komposit dengan variasi jumlah lapisan *prepreg carbon fiber* semakin menurun. Pada produk komposit yang dibuat dengan dua lapisan, nilai defleksinya adalah 2.01 mm, sedangkan untuk tiga lapisan nilai defleksinya adalah 1.06 mm dan untuk empat lapisan nilai defleksinya adalah 0.58 mm. Sehingga, semakin banyak jumlah lapisan *prepreg carbon fiber* yang digunakan semakin kaku pula produk komposit yang dihasilkan karena ketebalan produk juga meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah lapisan. Ketebalan produk dengan variasi jumlah lapisan *prepreg carbon fiber* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ketebalan produk komposit dengan variasi jumlah lapisan prepreg carbon fiber

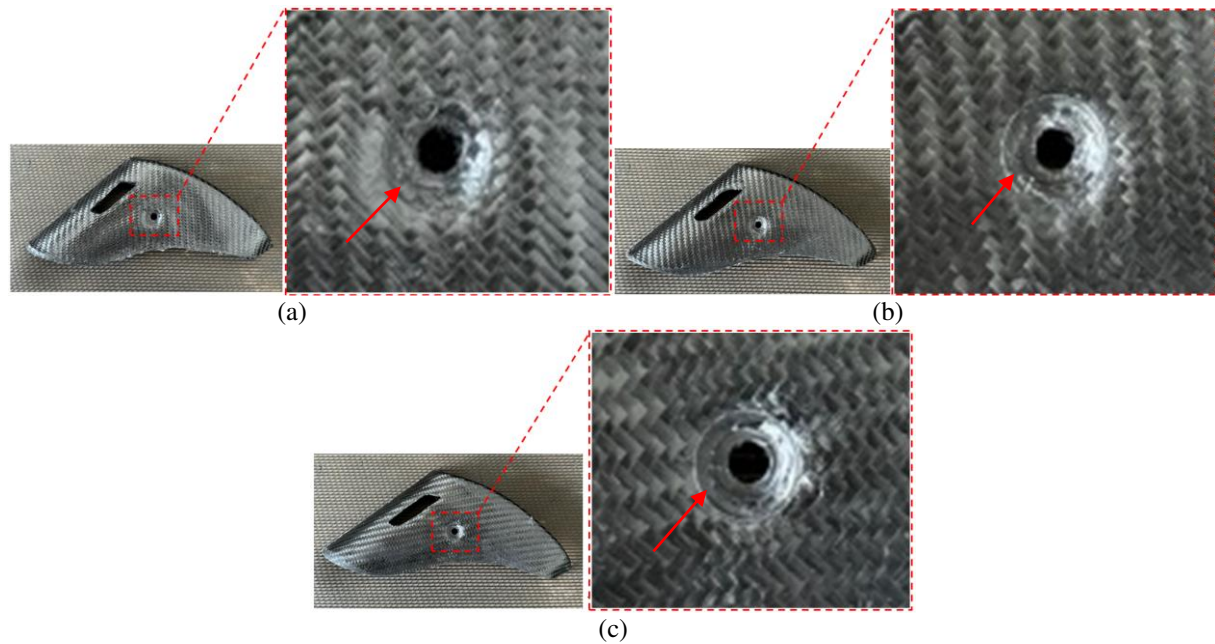
No.	Kode Produk	Ketebalan (mm)			Massa (gr)
		Titik A	Titik B	Titik C	
1.	Produk asli	2.85	2.75	2.66	42.26
2.	Komposit120C2L	0.82	0.80	0.75	10.63
3.	Komposit120C3L	1.16	1.14	1.12	15.78
4.	Komposit120C4L	1.28	1.29	1.26	21.26

Berdasarkan data yang tertuang pada Tabel 2, ketebalan produk komposit berpengaruh pada massa produk tersebut. Produk komposit yang dibuat dengan dua lapisan *prepreg carbon fiber* memiliki massa 10.63 gram, produk komposit yang dibuat dengan tiga lapisan *prepreg carbon fiber* memiliki massa 15.78, dan produk komposit yang dibuat dengan empat lapisan memiliki massa 21.26 gram. Sehingga, dengan dibuat dengan empat lapis *prepreg carbon fiber*, produk komposit dapat memangkas massa sebanyak 50% dari produk aslinya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, untuk mengetahui pengaruh suhu *curing* terhadap keberhasilan produk komposit digunakan lapisan *prepreg carbon fiber* sebanyak empat lapisan. Gambar 5 berikut ini menunjukkan hasil produk komposit yang dibuat dengan variasi suhu *curing* pada 120, 130, dan 140 °C.



Gambar 5. Hasil produk komposit dengan variasi suhu *curing* (a) 120 °C, (b) 130 °C, dan 140 °C

Secara visual, produk komposit yang dibuat dengan empat lapisan dan variasi suhu *curing* menunjukkan hasil yang cukup signifikan. Semakin tinggi suhu *curing*, semakin pekat pula warna produk yang dihasilkan. Selain itu, gelembung mikro yang mengakibatkan munculnya warna putih sudah semakin berkurang khususnya di lokasi yang sama yang ditunjukkan gambar dengan perbesaran seperti dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan visual gelembung mikro pada matriks yang mengakibatkan munculnya warna putih pada produk komposit dengan suhu *curing* (a) 120, (b) 130, dan (c) 140 °C

Selain berkurangnya intensitas gelembung mikro yang berdampak pada kepekatan warna produk komposit dengan variasi suhu curing, dapat dilihat pula dari lubang bertingkat pada produk seperti ditunjukkan pada anak panah warna merah. Semakin tinggi suhu *curing*, semakin jelas pula bentuk lubang yang terbentuk. Dari hasil ini dapat diindikasikan bahwa suhu *curing* yang tinggi yaitu 140 °C dapat membentuk bagian-bagian dengan detail yang baik. Tahap akhir dari penelitian ini adalah memasang produk komposit ke motor Vespa Sprint 150. Dari proses pemasangan yang dilakukan, produk komposit yang dibuat dapat dipasang secara plug and play pada motor tersebut, Hasil pemasangan produk komposit dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil pemasangan produk komposit140C4L pada motor Vespa Sprint 150

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa produk komposit dapat menambah estetika kendaraan karena memiliki tampilan yang natural. Selain itu, produk ini juga memiliki massa yang lebih ringan namun memiliki kekakuan yang lebih baik dibandingkan dengan produk aslinya.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan, diperoleh kesimpulan bahwa jumlah lapisan berpengaruh terhadap kekakuan produk. Selain itu, suhu *curing* juga berpengaruh terhadap banyaknya gelembung mikro yang muncul pada produk yang dibuat. Semakin tinggi suhu, jumlah gelembung mikro yang timbul semakin sedikit dan produk komposit semakin pekat warnanya. Sehingga, pada penelitian ini, untuk membuat produk komposit cover shockbreaker vespa sprint 150 dapat dilakukan dengan metode *compression molding* menggunakan *prepreg carbon fiber* sebanyak empat lapis pada suhu *curing* 140 °C. Dengan parameter proses ini, bobot produk komposit yang

dibuat lebih ringan 50% dibandingkan dengan produk asli. Namun demikian, untuk menghasilkan produk komposit *cover shockbreaker* Vespa Sprint 150 yang lebih sempurna, perlu dilakukan investigasi lebih lanjut karena gelembung mikro pada produk komposit yang dibuat dengan parameter tersebut masih cukup terlihat dengan jelas.

Daftar Pustaka

- Al Mahmood, A. (2017). Characterization of Glass Fibre Reinforced Polymer Composite Prepared by Hand Layup Method. *American Journal of Bioscience and Bioengineering*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.11648/j.bio.20170501.12>
- Bani, Y. O., Mangesa, D. P., & Bale, J. S. (2017). Pembuatan dan pengujian alat fabrikasi komposit vacuum bag dengan menggunakan metode VDI 2221. *Lontar Jurnal Teknik Mesin UNDANA*, 04(01), 16–25. <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/LJTMU/article/view/898>
- Bere, P., Dudescu, M., Neamtu, C., & Cocian, C. (2021). Design, manufacturing and test of cfrp front hood concepts for a light-weight vehicle. *Polymers*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/polym13091374>
- Budelmann, D., Schmidt, C., & Meiners, D. (2020). Prepreg tack: A review of mechanisms, measurement, and manufacturing implication. *Polymer Composites*, 41(9), 3440–3458. <https://doi.org/10.1002/pc.25642>
- Crossley, R. J., Schubel, P. J., & De Focatiis, D. S. A. (2013). Time-temperature equivalence in the tack and dynamic stiffness of polymer prepreg and its application to automated composites manufacturing. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 52, 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2013.05.002>
- De Wayne Howell, D., & Fukumoto, S. (2014). Compression molding of long chopped fiber thermoplastic composites. *CAMX 2014 - Composites and Advanced Materials Expo: Combined Strength. Unsurpassed Innovation., Figure 1.*
- Kim, G., Lee, H., Arnold, K., & Rodriguez, J. (2024). Reusing uncured Fiber-reinforced thermoset composite Prepreg waste with water-soluble PVA backing film. *Sustainable Materials and Technologies*, 41(June), e01016. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2024.e01016>
- Kim, J. W., Gardner, J. M., Sauti, G., Jensen, B. D., Wise, K. E., Wincheski, R. A., Smith, J. G., Zavada, S. R., & Siochi, E. J. (2024). Fabrication of carbon nanotube epoxy prepreg towards lightweight structural composites. *Composites Part B: Engineering*, 275(December 2023), 111329. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2024.111329>
- Krishna Mohan, P. R., Anil Kumar, M., Kumar, S. G., & Mohite, P. M. (2019). Development of in-house unidirectional carbon/epoxy prepreps and its characterization for aerospace applications. *Procedia Structural Integrity*, 14(2018), 176–183. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2019.05.023>
- Meredith, J., Bilson, E., Powe, R., Collings, E., & Kirwan, K. (2015). A performance versus cost analysis of prepreg carbon fibre epoxy energy absorption structures. *Composite Structures*, 124, 206–213. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2015.01.022>
- Novo, P. J. ., Nunes, J. P. ., Silva, J. F. ., & Marques, A. T. . (2016). *Processing of Carbon Reinforced Thermoplastic Pre- Impregnated Materials.* June, 26–30.
- Rochardjo, H. S. B. (2023). Perkembangan Mutakhir Material Komposit, Peluang, Dan Tantangannya Dalam Aplikasi Di Bidang Otomotif. *Dgb.Ugm.Ac.Id*. <https://dgb.ugm.ac.id/wp-content/uploads/sites/280/2023/10/Naskah-Pidato-Prof.-Heru-Santoso.pdf>
- Silva, S. M., Paiva, C., Silva, N., Silva, T. D. C., Rezende, C., Botelho, E. C., & Costa, M. L. (2022). *Studies of curing cycle of carbon fiber / epoxy resins (8552 ® and M21 ®) prepreps based on thermal and rheological analyses.* 47(2), 83–99. <https://doi.org/10.26850/1678-4618eqj.v47.2SI.2022.p>
- Thori, P., Sharma, P., & Bhargava, M. (2013). an Approach of Composite Materials in Industrial Machinery: Advantages, Disadvantages and Applications. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 02(12), 350–355. <https://doi.org/10.15623/ijret.2013.0212060>
- Utomo, W. B., & Drastiawati, N. S. (2021). Pengaruh Variasi jenis core , temperatur curing dan post-curing karakteristik bending komposit sandwich serat karbon dengan metode vacuum infusion. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(2), 45–54.
- Zhang, W., Ma, X., Lu, J., Zhang, Z., Jane Wang, Q., Su, X., Zeng, D., Mirdamadi, M., & Cao, J. (2018). Experimental characterization and numerical modeling of the interaction between carbon fiber composite prepreps during a preforming process. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, 140(8), 1–8. <https://doi.org/10.1115/1.4039979>