

Kaji Eksperimental Penentuan Pengaruh Partikel Penguat Pada Komposit Polimer

Carolus Bintoro

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Bandung, e-mail : bintoroc@yahoo.com

Abstrak

Tulisan ini membahas mengenai kajian peningkatan kekuatan material komposit polimer menggunakan metode penyebaran partikel yang lebih keras dibandingkan dengan matriksnya. Hal tersebut terkait dengan usaha untuk mendapatkan material yang mampu mengalami beban statik, dinamik dan tumbukan. Aplikasi material tersebut diharapkan ideal untuk digunakan pada struktur sepeda, turbin air Gorlov, runner turbin Francis dll. Tiga buah spesimen komposit polimer dibuat dengan material dasar yang sama, dimana masing-masing terdiri dari lima buah dengan penambahan partikel serbuk besi, serbuk karbon dan serbuk talk. Semua spesimen dasar dibuat dengan fiber carbon, serta fraksi volume yang sama, yang ditujukan untuk menentukan perbedaan karakteristik mekanik uji tarik. Pengujian dilakukan pada Universal Testing Machine, khusus material komposit dengan beban maksimal 500 Kgf. Hasil uji eksperimental menunjukkan bahwa penambahan partikel dapat meningkatkan kekuatan tariknya, tetapi tergantung dari bahan partikelnya. Apabila menggunakan partikel besi, karbon ataupun talk maka akan diperoleh peningkatan kekuatan tarik maupun kekakuannya. Untuk kekuatan dengan menambahkan partikel besi, karbon maupun talk berturut-turut meningkat 82,17%, 80%, 12,06%. Dan kekakuannya untuk penambahan partikel besi, karbon dan talk akan meningkat berturut-turut 105,74%, 70,08% dan talk 93,85%. Hal baru yang dipelajari dari kajian ini adalah adanya bahan tertentu yang akan meningkatkan kekuatannya dan ataupun kekakuannya. Oleh karena itu perancangan bentuk dan dimensi produk harus disesuaikan dengan kondisi.

Kata kunci : *Komposit polimer, partikel keras, serbuk besi, serbuk karbon, serbuk talk*

PENDAHULUAN

Proses rancang bangun sepeda kayuh, tubin Gorlov, runner turbin Francis yang dikembangkan oleh Lab. Komposit JTM Polban, menimbulkan pertanyaan mengenai seberapa kuat produk-produk yang dihasilkan. Beberapa kajian memang menunjukkan kinerja yang menggembirakan, namun disisi lain terdapat pula produk (dengan partikel tertentu) yang tidak dapat memenuhi kriteria tersebut. Setelah melalui kaji eksperimental diketahui bahwa spesifikasi teknik material yang diadakan tidak sesuai dengan data hasil pengujian yang diperoleh pada beberapa literatur.

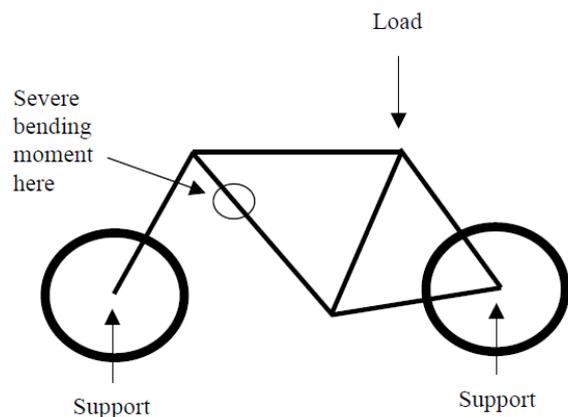
Berdasarkan definisinya komposit dinyatakan sebagai kombinasi dari material-material yang berbeda, dengan tujuan tidak hanya

mengkombinasikan propertinya namun juga untuk menciptakan properti yang baru. Kombinasi properti (*additive effect*) adalah kekakuan dan kekuatan yang tinggi komposit diperoleh dari properti fiber yang tinggi, sedangkan berat yang ringan diperoleh dari penggunaan matriks dengan massa jenis yang rendah. Namun demikian usaha untuk terus meningkatkan karakteristik mekaniknya terus diusahakan, salah satunya adalah dispersi partikel yang keras kedalam polimer (resin).

Sifat mekanik dan fisik polimer secara teori dapat ditingkatkan kembali dengan penambahan berbagai jenis partikel. Dengan demikian keuntungan utama penggunaan material komposit, yaitu kekuatan yang tinggi pada rasio beratnya, kekuatan lentur yang tinggi, ketahanan korosi, karakteristik terhadap leleh yang baik dan sifat isolasi termal

dapat dicapai.Keuntungan penggunaan material komposit diperoleh dari bahan penguat yang memiliki kekuatan tinggi, kekakuan dan redaman yang baik dan dengan berat jenis yang rendah [1].Dengan demikian aplikasi pada rancangan struktur tertentu dapat dilakukan.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian yang dikembangkan ini adalah diperolehnya sistem material yang ideal untuk berbagai produk struktur, diantaranya rangka sepeda. Shao-Yun Fu [2], menyatakan bahwa diperlukan partikel penguatdalam komposit polimer untuk meningkatkan kekakuannya, kekuatannya dan ketangguhannya. Champoux [3], menyatakan bahwa dari sisi teknis, berat, kekakuan dan kenyamanan sepeda, adalah parameter penting yang dapat diperoleh dengan penggunaan material maju pada rangkanya. Mat Brower [4], menyatakan apabila rangka sepeda dibebani maka akan terdefleksi sehingga tidak nyaman bagi pengendara karena bersifat lentur dengan beban sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1. Dapat diamati bahwa terdapat momen *bending* yang bekerja pada struktur sepeda.



Gambar 1 Gaya-gaya yang bekerja pada rangka sepeda

Kajian mengenai rangka sepeda, sesungguhnya telah dikembang di laboratorium teknologi komposit Polbanmelalui beberapa kegiatan, sejak tahun 2005. Namun demikian belum diperoleh solusi yang tepat untuk penyelesaiannya, sehingga dapat diperoleh rangka sepeda yang dapat diaplikasikan ke masyarakat. Gambar 2, memperlihatkan prototipe sepeda yang pernah direalisasikan. Namun demikian struktur tersebut belum memenuhi spesifikasi, oleh karena

mengalami kerusakan karena hentakan sebagaimana dapat dimati pada Gambar 3.



Gambar 2 Rangka sepeda yang pernah dibuat



Gambar 3 Kerusakan oleh karena hentakan pada pedal

Melihat kerusakan yang terjadi maka dugaan awal adalah bahan tidak mampu mendukung beban kejut. Dampak dari beban tersebut secara umum adalah *delaminasi* dalam komposit sehingga menyebabkan penurunan kekuatan dan kekakuannya, terutama oleh beban kompresi [5]. Kerusakan umumnya terjadi oleh beban yang besar pada kecepatan sedang hingga rendah. Sebagian besar dampak pengujian komposit dibuat dengan menjatuhkan beban, ataupun beban kecil yang terkonsentrasi.

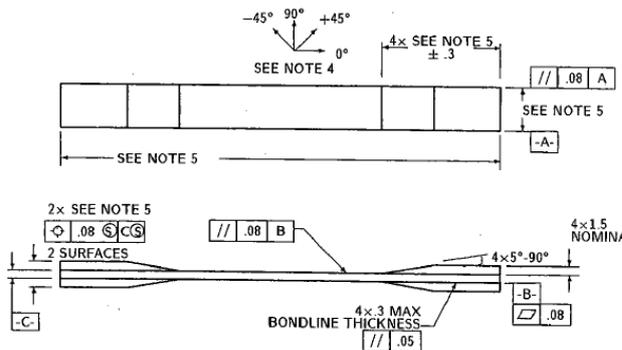
Mengkaji semua yang telah dilakukan, dengan menganalisis apa yang telah dilakukan, maka pada penelitian ini ditujukan untuk menghasilkan sistem material yang mampu mendukung hentakan. Dengan demikian maka penelitian yang dilakukan ditujukan untuk menentukan karakteristik mekanik material komposit polimer yang didispersikan partikel keras pada resinnya.

METODE KAJIAN

Permasalahan kekakuan, kekuatan dan daya tahan terhadap beban hentakan pada material struktur, oleh peneliti diselesaikan dengan mendispersikan serbuk keras ke dalam polimer. Hal tersebut dimaksudkan agar partikel keras tersebut dapat berlaku sebagai penghambat perambatan retakan pada material komposit polimer.

Usaha untuk mendapatkan pemahaman fenomena fisik pengaruh serbuk terhadap beban mekanik, dimaksudkan untuk membandingkan serbuk mana yang paling berkualitas terhadap kekuatan mekanik komposit polimer. Kajian dilakukan pada produk komposit laminasi basah yang kemungkinan dapat digunakan pada struktur yang nilai dan jenis bebannya berbeda. Spesimen uji tarik dibuat dengan menerapkan serbuk yang berbeda yang akan ditentukan spesifikasi teknisnya.

Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah kaji eksperimental yang kemudian akan dilanjutkan dengan kaji eksperimental. Spesimen dirancang untuk dapat sedekat mungkin memenuhi standar ASTM D3039/D3939M-00 (lihat Gambar 4). Oleh karena fasilitas mesin uji tarik yang dimiliki adalah kecil, maka dilakukan penyesuaian dalam ukurannya (lihat Gambar 5).



Gambar 4 Gambar spesimen uji

No.	NAMA BAHAN	Tensile Strength σ , (MPa)		Modulus Elasticity, E, (GPa)	
		Nilai	Δ %	Nilai	Δ %
1	GFRP tanpa partikel	15,341	Base	0,244	Base
2	GFRP + Partikel Aerosil	29,478	92,15	0,527	115,98
3	GFRP + Partikel Besi	27,947	82,17	0,502	105,74
4	GFRP + Partikel Kaca	23,764	54,91	0,138	(43,44)
5	GFRP + Partikel Karbon	27,614	80,00	0,415	70,08
6	GFRP + Partikel Kayu	31,202	103,39	0,368	50,82
7	GFRP + Partikel Karbon	22,335	45,59	0,406	66,39
8	GFRP + Partikel Silica	14,427	(5,95)	0,165	(32,38)
9	GFRP + Partikel Talk	17,191	12,06	0,473	93,85

HASIL PENGUKURAN DAN DISKUSI

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, maka dapat dinyatakan bahwa penelitian ini pada tingkat tertentu telah berhasil. Dari kajian yang dilakukan diketahui bahwa penambahan partikel dalam material komposit telah meningkatkan nilai kekuatan tariknya, hingga mencapai hampir 2 kali lebih besar (dengan partikel kayu) daripada kekuatan tarik tanpa menggunakan partikel. Namun peningkatan kekuatan tarik tersebut, apabila dibandingkan dengan referensi terkadang diikuti dengan penurunan kekakuannya (modulus elastisitasnya) hingga sekitar 50%. Hasil pengujian dengan metode uji tarik, diperlihatkan pada Tabel 1. Hal lain yang dapat disampaikan pada tulisan ini adalah peningkatan nilai kekerasan komposit diperoleh dengan pencampuran partikel silika. Nilai hasil pengujian dilakukan dengan metode Vickers diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil uji tarik spesimen CFRP dengan partikel

Tabel 2. Hasil uji kekerasan pada material dengan dan tanpa partikel.

Spesimen	MEAN	
Tanpa Partikel	12.43	1.0
Campur (kayu + Silika)	26.23	2.1
Kayu	16.33	1.3
Polos Heat Treatment	18.53	1.5
Silika	22.27	1.8
Campur Heat Treatment	18.33	1.5

Pada Tabel 1, tampak dengan jelas bahwa penambahan partikel tidak dapat dipastikan pengaruhnya secara jelas, oleh karena partikel tertentu dapat meningkatkan kekuatannya dan kekakuannya. Dalam hal lain, partikel yang lainnya akan meningkatkan kekuatannya dan menurunkan kekakuannya. Dari sekian banyak partikel, yang menarik adalah partikel kayu yang akan meningkatkan kekuatannya sebesar 103,4% dan kekakuannya sebesar 50,82 % dibandingkan yang

tanpa partikel. Namun demikian dari sisi kekerasan yang diperoleh dari penambahan partikel, dimana dijustifikasi dengan uji kekerasan Vickers, penambahan partikel kayu dan silika telah meningkatkan 2,1 kali kekerasannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian tarik dan uji kekerasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut,

1. Penambahan partikel kayu dan partikel silika untuk sementara menjadi menarik, oleh karena kekuatan yang meningkat, serta kekakuannya dapat dikompensasi dengan membuat bagian yang memiliki momen inersia permukaan yang tinggi. Jadi aplikasi pada rancangan sepeda dengan membuat profil rangka berbentuk oval ataupun bentuk lainnya.
2. Penambahan partikel silika pada bahan CFRP, membuatnya menjadi keras, dengan demikian aplikasi pada rangka sepeda diperkirakan dapat menjadi solusi terhadap masalah goresan selama aplikasinya.

DAFTAR PUSATAKA

1. Mahmood M Shokrieh, et.al., Dynamic failure behavior of glass/epoxy composites under low temperature using Charpy impact test method, *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences*, Vol. 18, June 2011, pp. 211-220
2. Shao-Yun Fu, et.al., Effects of particle size, particle/matrix interface adhesion and particle loading on mechanical properties of particulate-polymer composites, *ScienceDirect, Composites: Part B* 39 (2008) 933-961
3. Y. Champoux, S. Richard and J.-M. Drouet, *Bicycle Structural Dynamics*, VélUS, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada
4. Matt Brower, *Advancements in Materials Used in Bicycle Frames*, School of Engineering Grand Valley State University, March 25, 2005
5. Robin Olsson, *Experimental Validation Of Delamination Criterion For Small Mass Impact*, 16th International Conference On Composite Materials, Kyoto – Japan, 2007.