

KAJI EKSPERIMENTAL PENENTUAN UKURAN KARAKTERISASI MEKANIK MATERIAL POLYESTER YANG DIPERKUAT DENGAN PARTIKEL KARBON SUBMIKRO

Pandu Iqbal Dirgantara, Carolus Bintoro

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : dirgantaraibald@gmail.com, bintoroe@polban.ac.id

ABSTRAK

Paper ini membahas mengenai efektivitas penggunaan partikel karbon aktif dan non aktif, dengan ukuran yang mikro dan sub-mikro terhadap peningkatan kekuatan tarik dan modulus elastisitas bahan polyester. Ukuran partikel karbon aktif dan non-aktif pada awalnya dibentuk dengan grinding hingga mencapai ukuran mikro yaitu 2μ hingga 4μ . Pada partikel ukuran sub-mikro dibentuk melalui *shock thermal* hingga menjadi ukuran sub-mikron. Kemudian partikel tersebut dicampurkan dengan polyester untuk membuat spesimen uji tarik. Dari kaji eksperimental uji tarik spesimen, maka dapat diketahui kekuatan tarik material polyester yang elastis diperoleh 24,53 Mpa, dengan karbon non-aktif dan aktif ukuran mikron diperoleh berturut-turut 36,25 Mpa dan 41,56 Mpa. Pengujian pada spesimen dengan karbon aktif ukuran sub-mikro diperoleh 48,87 Mpa. Kaji eksperimental tersebut dibatasi untuk mengetahui perbedaan ukuran partikel pada karakteristik mekaniknya. Ukuran partikel terbaik dimanfaatkan pada pembuatan sambungan (*fitting*) struktur rangka sepeda. Pada kajian ini diperoleh hal baru untuk meningkatkan kekuatan material serta kelenturan bahan sehingga tidak mudah retak ataupun *failure*.

Keywords: Polyester, carbon active, micro carbon particles, sub-micro carbon particles

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi material komposit membutuhkan polimer dengan sifat yang unggul dan biaya rendah. Oleh karena itu, polimer material komposit dianggap sebagai salah satu pendekatan yang lebih menjanjikan untuk menghasilkan material baru dan telah diteliti secara ekstensif.[1] Dalam beberapa tahun terakhir, banyak penelitian telah didedikasikan untuk memanfaatkan pengisi lignoselulos seperti batok kelapa, kayu, daun nanas, cangkang sawit, dll. Pemanfaatan pengisi alami atau penguat dalam komposit polimer termoplastik dan termoset untuk menggantikan pengisi sintetis. Kajian ini dilakukan untuk mendapatkan partikel pengisi yang memberi dampak positif dan dapat meminimalkan biaya, meningkatkan produktivitas dan sifat mekanik produk.[1]

Fiber-reinforced polymer plastics (FRPs) umumnya memiliki kekuatan dan kekakuan spesifik yang unggul dibandingkan dengan struktur lainnya, seperti logam atau komposit yang diperkuat dengan keramik. Manufaktornya pun relatif mudah, ringan, dan memiliki berbagai sifat fisik dan ketahanan korosi yang tinggi, dimana hal tersebut membuat FRP banyak diminati.[2]

Resin adalah konstituen penting lainnya dalam komposit. Dua jenis resin adalah termoplastik dan termoset. Sebuah resin termoplastik tetap solid pada suhu kamar, meleleh ketika dipanaskan dan memadat ketika didinginkan. Dikarenakan reaksi kimia dari polimer yang tidak saling berhubungan. Karena mereka tidak terikat secara permanen. Hal ini menyebabkan termoplastik tidak diminati dalam aplikasi struktural. Sebaliknya, resin termoset memiliki reaksi kimia yang mengikat secara permanen yang tidak dapat diubah jika dipanaskan pada suhu tinggi. Karakteristik ini membuat komposit resin termoset sangat diinginkan untuk aplikasi struktural. Resin yang paling umum digunakan dalam komposit adalah poliester tak jenuh, epoksi, dan vinil ester; yang paling umum adalah poliuretan dan fenolik.[3]

Komposit polimer termoset adalah bagian penting dari material komposit yang digunakan dalam aplikasi teknik modern. Resin termoset seperti epoksi dan polyester umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi struktur mulai dari industri mobil hingga aplikasi dalam pesawat. Komposit yang menggunakan polimer termoset dan dicampurkan dengan serat fiber dan partikel menunjukkan karakteristik mekanik yang sangat baik seperti

penyusutan rendah, sifat perekat yang baik, ketahanan kimia yang baik dan sifat mekanik yang tinggi.[4]

Saat ini, metode pembuatan hemat biaya, seperti *Resin Transfer Molding (RTM)* dan *Vacuum Assisted Resin Infusion Molding (VARIM)*, sedang banyak digunakan untuk produksi massal struktur komposit. Oleh karena itu, perbaikan dalam kompresi dan sifat lentur melalui metode yang tepat pasti dapat menguntungkan desain struktural komposit dan lebih banyak aplikasi dari bahan-bahan daerah yang berbeda.[5]

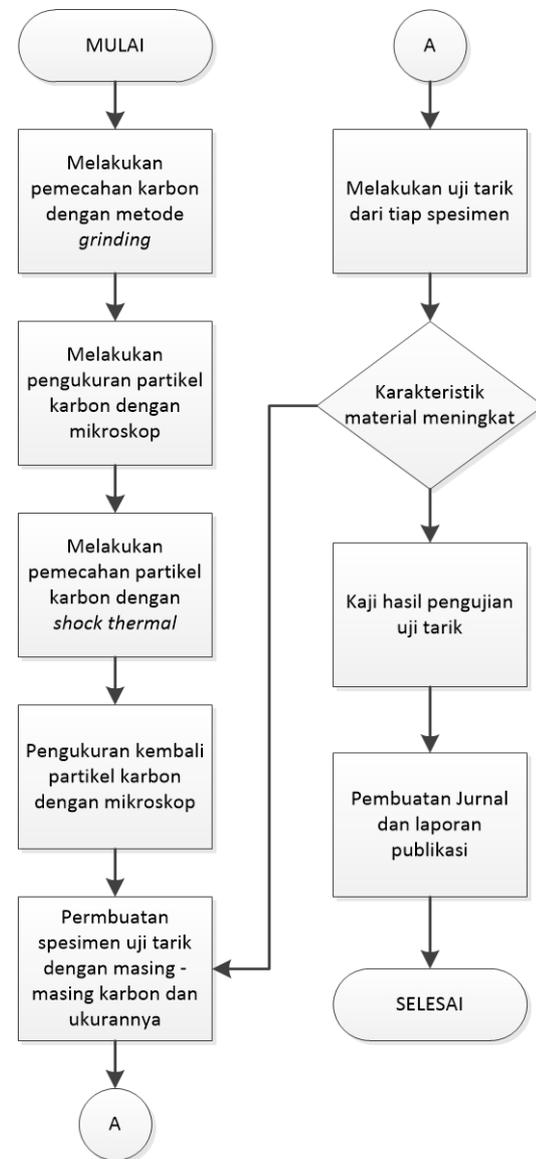
Kajian yang dilakukan ini merupakan kelanjutan dari usaha yang pernah dilakukan, yaitu dengan mengganti carbon non-aktif menjadi carbon aktif, berserta ukurannya. Perubahan dari sisi ukurannya dilakukan dengan menggunakan partikel berukuran mikro melalui penghancuran mekanik dan berukuran sub-mikro melalui penghancuran thermal. Resin yang digunakan masih sama dengan sebelumnya, yaitu resin polyster.

Panji Azmi (2017) melakukan kaji eksperimentabahan penguat poliester dengan partikel karbon ukuran mikro. Selain partikel tersebut, partikel serbuk kayu, dan neon juga dikaji kekuatannya. Dari pengujian tersebut dapat diketahui bahwa partikel karbon memberikan dampak positif yang maksimal.[6]

Dari kaji eksperimental uji tarik spesimen, menggunakan partikel sebuk kayu pada polyester adalah 40,70 Mpa dan 40,22 Mpa untuk spesimen dengan partikel karbon dengan ukuran mikro, namun pada eksperimen tersebut diketahui bahwa material bersifat getas dan mudah patah jika diberi beban berlebih.[6]

Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan ukuran geometri partikel karbon dalam peningkatan karakteristik mekanik yang optimal pada bahan polyester. Partikel karbon yang digunakan dalam kaji eksperimental ini yaitu; karbon non-aktif, karbon aktif ukuran mikro dan sub-mikron. Dengan menambahkan karbon tersebut pada polyester yang telah dicampur dengan aseton maka diharapkan dapat meningkatkan kekuatan material serta kelenturan bahan sehingga tidak mudah retak ataupun *failure*.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Metode pelaksanaan penelitian

Pada umumnya polyester tanpa bahan penguat memiliki kekuatan tarik yang tidak terlalu tinggi, dan lagi memiliki sifat yang getas. Dari pengujian Saepurohman (2016), diketahui bahwa nilai kekuatan tarik dari resin polyester adalah 24,53 Mpa. (7)

Sesuai dengan metode yang dapat dijelaskan pada diagram alir yang tertera pada gambar 1, Proses pelaksanaan penelitian adalah dengan membuat spesimen polyester yang diberi bahan penguat partikel karbon, masing-masing sebanyak 5 buah. Hal tersebut dilakukan dalam rangka untuk dapat mendapatkan nilai rata-rata kekuatannya.

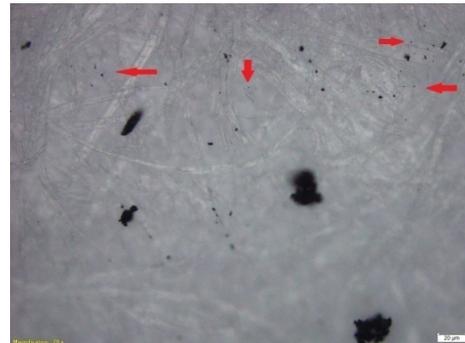
Spesimen yang digunakan adalah standar ASTM – E8 untuk plat dengan dimensi 145x10x5.[6] Hasil pengujian dari spesimen di tiap tahapan pemecahan partikel dapat mencapai hasil kekuatan tarik yang melebihi spesimen uji tarik yang tidak menggunakan partikel karbon sebagai penguatnya. Proses pembuatan partikel karbon dilakukandengan tahapan sebagai berikut, yaitu:

Grinding pada tahap ini karbon aktif dan non aktif di pecah menggunakan mesin *blender* hingga ukuran partikel tersebut berkisar 2μ hingga 4μ pengukuran diameter partikel dilakukan menggunakan *Trinocular digital microscope* MZH – DMC 1180. Ukuran partikel karbon setelah grinding rata-rata berkisar 2-5 μm sesuai yang tertera pada gambar 2. Setelah dilakukan pengukuran maka sebagian dari karbon dibuat menjadi campuran polyester untuk spesimen uji tarik sebanyak 5 buah.



Gambar 2 Ukuran partikel setelah grinding berkisar 2 – 5 μm

Shock Thermal, pada tahap ini, karbon yang berukuran mikro di panaskan hingga mencapai 400 derajat celcius selama 30 menit. Partikel karbon yang telah dipanaskan di dinginkan dengan air sehingga karbon akan terpecah ukurannya menjadi lebih kecil, pada tahap ini ukuran partikel karbon mencapai diameter rata rata 0.3μ – 0.4μ mikro. Partikel karbon tersebut dicampurkan dengan polyester dan di buat spesimen uji tarik sebanyak 5 buah. Partikel hasil perlakuan *shock thermal* dapat dilihat pada panah yang tertera pada gambar 3.



Gambar 1 Partikel karbon setelah shock thermal

Hasil uji tarik yang dilakukan menghasilkan data karakteristik polyester yang diberi bahan penguat oleh karbon, nilai – nilai pengujian tersebut dapat dibandingkan dengan karakteristik polyester yang tidak dicampur dengan bahan penguat, serta dengan polyester yang tidak menggunakan aseton.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil pengujian material Polyester dengan karbon aktif ukuran sub-mikro.

No.	Max Force (N)	Tensile Strength (MPa)	Young's modulus (MPa)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm ²)
1	2167.6	33.564	999.53	5.501	64.582
2	2673.9	43.010	1017.1	6.186	62.171
3	1845.3	28.793	1152.6	4.048	64.089
4	3350.6	52.122	1166.9	6.648	64.285
5	2886.3	48.363	988.03	7.464	59.682
Maximum	3350.6	52.122	1166.9	7.464	64.582
Minimum	1845.3	28.793	988.03	4.048	59.682
Mean	2584.9	48.868	1064.8	5.969	62.962

Tabel 2 Hasil pengujian material Polyester dengan karbon aktif ukuran mikron.

No.	Max Force (N)	Tensile Strength (MPa)	Young's modulus (MPa)	Elongation percentage @ peak (%)	Area (mm ²)
1	2935.7	33.387	1075.93	5.451	60.67
2	2679.4	30.940	1057.67	5.698	55.89
3	2712.5	30.855	1005.68	5.633	59.15
4	2542.4	31.867	1004.32	5.704	53.11
5	2463.1	32.526	1059.26	5.222	52.94
Maximum	2935.7	33,387	1075.93	5.704	60.67
Minimum	2463.1	30.855	1004.68	5.222	52.94
Mean	2666.	31.189	1036.37	5.542	56.35

Dari hasil pengujian dengan metode uji tarik pada spesimen polyester dengan partikel karbon berukuran mikron dan sub-mikron di dapat hasil kekuatan tarik Polyester dengan partikel karbon aktif mikron adalah 31,2 Mpa. Sedangkan polyester dengan karbon aktif sub-mikron didapat kekuatan tariknya 48,87 Mpa. Nilai kekuatan tarik dari spesimen dengan partikel karbon sub-mikron meningkat 98% dari kekuatan tarik spesimen polyester yang tidak dicampur dengan partikel karbon, data pengujian tarik dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 .

Dari hasil penelitan tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan partikel penguat yang lebih kecil dapat meningkatkan karakteristik dari polyester. Karakteristik karbon sub-mikron yang dicampur polyester dengan baik dapat meningkatkan karakteristik hingga 98%.

4. KESIMPULAN

Partikel karbon sub-mikron yang dicampur pada polyester dapat menyatu dengan baik dengan polyester sehingga kekuatan tarik dari spesimen dapat meningkat, spesimen karbon dengan ukuran mikron tidak terlalu meningkatkan kekuatan tarik material sehingga karbon tidak tercampur secara sempurna dengan resin.

Selain menambahnya kekuatan tarik yang di sebabkan oleh campuran partikel karbon pada polyester, aseton juga berperan dalam membuat material menjadi lebih elastis (*ductile*). Penggunaan aseton pada campuran polyester sebesar 2,5% hingga 5% dapat meningkat kan kelenturan material tanpa mengurangi karakteristik kekuatan material.

Penggunaan polyester yang telah dicampur dengan bahan penguat, terutama menggunakan partikel karbon dapat meningkatkan karakteristik komposit, dengan begitu material komposit tersebut dapat diterapkan pada berbagai struktur yang membutuhkan beban beban yang cukup tinggi,

dengan peningkatan karakteristik material tersebut serta sifat material yang *ductile* dapat dapat meningkatkan karakteristik komposit yang umumnya getas.

Namun berdasarkan pada hasil eksperimental diatas, perlunya dilakukan pengukuran secara tepat dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Hal ini perlu untuk dapat mengetahui dimensi partikel secara teliti dan kaitannya dengan peningkatan kekuatan dan kekakuan material hibrida

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Shehu, et.al., "Effect of particle size on the properties of Polyester/Palm Kernel Shell (PKS)Particulate Composites", J. Mater. Environ. Sci. 5(2) (2014) 366-373
- [2] Mehran Tehrani, et.al., "Hybrid Composites Based on Carbon Fiber/Carbon Nano-filament Reinforcement", Materials 2014, 7, 4182-4195
- [3] Salar Bagherpour, "Fibre Reinforced Polyester Composites", Chapter 6 Islamic Azad University, Department of Materials Science and Engineering, Najafabad-Branch, Iran,
- [4] Akash Mohanty, V. K. Srivastava, "Compressive failure analysis of alumina nano particles dispersed short glass/carbon fiber reinforced epoxy hybrid composites", International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 3, Issue 11, November-2012
- [5] FangLiu, et.al., "Mechanical Properties of Epoxy and Its Carbon Fiber Composites Modified by Nanoparticles", College of Civil Engineering, Xijing University, Xi'an 710123, China
- [6] Azmi Panji, "kajian material komposit hIbrida pada sepeda road bike dan penyiapan alat bantu manufakturnya", Politeknik Negeri Bandung, 2016, Bandung, Indonesia.
- [7] Muhammad Saepurrohman, "Pembuatan Dan Kaji Struktur Turbin Savonius Twisted Hydrodinamis Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Tenaga Air", Politeknik Negeri Bandung, 2016, Bandung Indonesia.