PENGARUH SERBUK GEOMATERIAL PADA KOMPOSIT POLYESTER TERHADAP KETAHANAN PANAS

Sutrisno[1], Yustinus Hari Sularso[1], Mustafa[1]
1. Dosen Fakultas Teknik Mesin Universitas Merdeka Madiun

ABSTRACT
This study aims to determine the effect of variations in the percentage of Geomaterial powder and glass fiber to heat resistance, Heat resistance was tested by a process thermogravimetri (TGA), this is done by testing the composite by heating to a certain temperature. Along with the heating process will affect the mass of the material. Tests performed on three samples that differences in the composition percentage Geomaterial powder and glass fiber composition. Results from the study showed that the heat resistance of the composite Geomaterial bermatrik glass fiber polyester, the variation of powder Geomaterial 30% and 0% glass fiber has the most excellent heat resistance.

Keywords: composite Geomaterial, Thermogravimetri, fiber glass, Polyester

ABSTRAK
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi prosentase serbuk geomaterial dan serat gelas terhadap ketahanan panas. Ketahanan panas diuji dengan cara proses thermogravimetri (TGA), hal ini dilakukan dengan menguji komposit dengan cara dipanaskan pada suhu tertentu. Seiring dengan proses pemanasan akan mempengaruhi massa dari material tersebut. Pengujian dilakukan pada 3 sampel yaitu perbedaan komposisi prosentase serbuk geomaterial dan komposisi serat gelas. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa ketahanan panas dari komposit geomaterial serat gelas bermatrik *polyester*, pada variasi serbuk geomaterial 30% dan serat gelas 0% mempunyai ketahanan panas yang paling baik.

Kata kunci : komposit geomaterial, Thermogravimetri, serat gelas, Polyester

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang rekayasa material serta berkembangnya isu lingkungan hidup menuntut terobosan baru dalam menciptakan material yang berkualitas tinggi dan ramah lingkungan. Tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan teknologi ternyata menyebabkan munculnya masalah baru, yaitu masalah lingkungan yang dapat mengganggu kehidupan manusia itu sendiri. Salah satu masalah lingkungan adalah rusaknya lingkungan akibat pemakaian material yang tidak dapat dihancurkan oleh alam. Pemakaian material alternatif sebagai pengganti material tidak ramah lingkungan sangat diperlukan.

Komposit yang kuat dan tahan panas diantaranya adalah komposit serat karbon-*phenolyc*. Serat karbon merupakan salah satu bahan komposit yang banyak digunakan pada aplikasi teknologi komposit. Serat karbon mempunyai sifat mekanik yang baik, massa jenisnya kecil memberikan keuntungan pada aplikasinya. Salah satu contohnya adalah *space shuttle* yang menggunakan komposit serat karbon pada *leading edges* dan *nose cone*, dimana temperatur kerjanya dapat mencapai suhu 1500 °C (Middleton, 1990).

Material komposit berpenguat serat karbon dengan dipadukan serbuk geomaterial mempunyai keuntungan yaitu tahan terhadap panas. Keuntungan dari komposit ini adalah material yang sangat melimpah dan mudah untuk mendapatkannya. Komposit serat gelas termasuk komposit yang mahal. Untuk menjadikan komposit tersebut menjadi lebih murah, diperlukan material substitusi yang mempunyai sifat hampir sama yaitu kuat dan tahan bakar. Penguat pada komposit selain berbentuk serat juga dapat berbentuk partikel. Diantara material yang sering dipakai sebagai bahan komposit

tahan suhu tinggi adalah *fly ash* yang termasuk dalam kelompok *monmorilonit* (MMt). Unsur utama dari *fly ash* adalah silika (SiO_2) dan alumina (AL_2O_3).
Pada saat ini sistem transportasi diharapkan mempunyai keamanan yang cukup tinggi, termasuk material yang digunakan didalamnya mempunyai kemampuan ketahanan panas sehingga tidak mudah terbakar.

TINJAUAN PUSTAKA

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Campuran tersebut menghasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik ini yang berbeda dari material pembentuknya. Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional pada umumnya dari proses pembuatannya melalui percampuran yang tidak homogen, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa sifat dengan gabungan yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat [1].
Untuk menghasilkan material komposit yang kuat dan tahan panas diperlukan bahan dasar yang mempunyai nilai karakteristik yang sama dengan hasil komposit yang diinginkan. Diantara material yang sering dipakai sebagai bahan komposit tahan suhu tinggi adalah *fly ash*. Kandungan utama dari *fly ash* adalah silika (SiO_2) dan alumina (AL_2O_3). Limbah fly ash pernah diteliti sebagai bahan komposit, diantaranya [2] yang hasilnya limbah FA (*fly ash*) yang didominasi oleh SiO_2 (48%) dan Al_2O_3 (32%) mempunyai ketahanan nyala api. Ketahanan nyala api komposit meningkat seiring dengan peningkatan kandungan FA. Panel komposit yang memiliki ketahanan nyala api tertinggi adalah komposit dengan kandungan FA 40% (w/w). Pemberian *cover* logam di bagian tepi panel komposit akan memperlama waktu pembakaran panel. Serbuk *fly ash* mengandung silika dan alumina sebagai sumber utama untuk membuat komposit geopolimer. Serbuk *fly ash* memiliki komposisi yang lebih heterogen daripada *kaolin* dan *metakaolin* (Wijaya *et al*., 2004).
Geopolimer merupakan salah satu polimer anorganik yang mempunyai sifat-sifat mekanik yang bagus yaitu tahan terhadap panas dan asam serta memiliki kuat tekan yang tinggi mencapai 100 MPa [3]. Penelitian serbuk genteng Sokka dengan resin *ripoxy* R-802 sebagai bahan komposit dilakukan [4] mengatakan bahwa bahan tersebut layak sebagai bahan komposit tahan bakar sesuai standard UL-94.
Komposit serat karbon dengan matrik resin *phenolyc* juga diteliti oleh [5] yang hasil bahwa komposit dengan pengujian TGA mempunyai stabilititas thermal yang tinggi, komposit ini mulai terdegradasi pada suhu 300 °C dan massa stabil pada suhu 800 °C. Putra dan Triharjanto, (2010) melakukan penelitian tentang analisa tegangan pada tabung motor roket dengan material serat karbon untuk ketebalan 6 mm. Peneliatian ini merupakan bagian dari optimasi tabung roket RWX-200, serat karbon dipilih karena memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi serta tahan temperatur yang tinggi sesuai dengan spesifikasi material yang dibutuhkan untuk tabung motor.

METODE

Pada penelitian ini bahan dan alat yang dipakai antara lain:
1. Bahan yang digunakan antara lain:
   a. Serbuk geomaterial dengan ukuran butir +200.
   b. *Polyester* (UPR Yukalac 157 BQTN-EX)
   c. Serat glass.
2. Alat yang digunakan antara lain:
   a. Mesin penghancur
      Digunakan untuk menhaluskan serbuk geomaterial menjadi ukuran mess 200.

b. Neraca digital
   Alat ini digunakan untuk menimbang material dengan ketelitian 0,001 g dan kemampuan maksimal 500 g.
c. Ayakan
d. Tempat pengaduk dan pengaduk
   Alat ini digunakan untuk megaduk bahan yaitu *Polyester* dengan serbuk geomaterial.
e. Alat bantu lain: gunting, *cutter*, penggaris, jangka sorong, gerinda tangan, dan *Astralon.*
f. Cetakan terbuat dari kaca yang didesain sesuai ukuran.
   Digunakan sebagai cetakan untuk membuat spesimen komposit.
g. Alat uji ketahanan panas

Prosedur pelaksanaan

Langkah–langkah pembuatan specimen sebagai berikut:
a. Menyiapkan serbuk geomaterial (serbuk keramik) yang sudah di *oven* lalu ditimbang sesuai kebutuhan.
b. Menyiapkan *polyester*, katalis, dan promotor sesuai ukuran kebutuhan.
c. Menyiapkan serat glass yang sudah dipotong sesuai ukuran dan jumlah tertentu.
d. Menyiapkan cetakan sesuai ukuran yang telah direncanakan.
e. Mencampur *polyester*, katalis, dan promotor sampai rata lalu ditambah dengan serbuk geomaterial.
f. Campuran yang sudah jadi dituang dalam cetakan sedikit demi sedikit sambil dimasukkan serat karbon, langkah-langkah ini dilakukan sampai selesai.
g. Setelah selesai cetakan tadi di tutup dengan kaca lagi supaya permukaan sebelah atas rata.
h. Setelah kira kira 2 jam cetakan dibuka, spesimen diambil, dan dibuat spesimen sesuai dengan ukuran yang diinginkan.
i. Spesimen yang sudah jadi di *oven* selama 1 jam dengan suhu 100 °C.
j. Spesimen tersebut siap untuk dilakukan pengujian

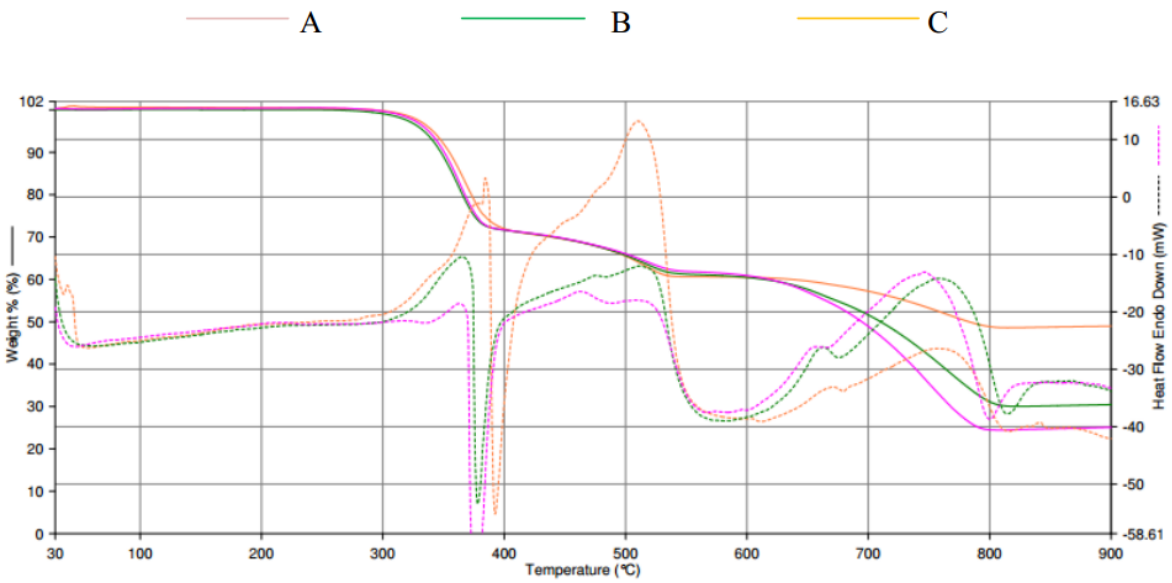
Tabel 1. *Variable* Sampel

No	SERAT GLASS			SERBUK		*POLYESTER*	
	Serat dan serbuk	Volume (cm^3)	Massa (g)	Volume (cm^3)	Massa (g)	Volume (cm^3)	Massa (g)
A	(30% Serbuk Geo, 0% Serat Glas.)	31,66	55,41	0	0	49,34	55,26
B	(20% Serbuk Geo 10% Serat Glass)	25,33	44,32	6,33	15,83	49,34	55,26
C	(10% Serbuk Geo, 20% Serat Glass.)	18,99	33,24	12,67	31,68	49,34	55,26

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dari komposit dan pembanding pada awalnya sama sampai terdapat kejadian yang mengakibatkan perubahan suhu seperti pelelehan, penguraian, atau perubahan struktur sehingga suhu pada komposit berbeda dengan pembanding. Suhu komposit lebih tinggi daripada suhu pembanding maka perubahan

yang terjadi adalah eksotermis. Begitu pula sebaliknya, bila suhu komposit lebih rendah daripada suhu pembanding maka perubahan yang terjadi disebut endotermis.



Gambar 1. Hasil uji TGA/DTA Variasi A, B, dan C

Pengujian ini pada dimulai dari suhu 30 °C sampai 900 °C dengan perubahan temperatur 10 °C/min. Pada ketiga variasi tersebut (A, B, dan, C) tampak pada grafik mulai terjadi penurunan masa pada temperatur 300 °C, hal ini menunjukkan pada ketiga variasi pada suhu tersebut mulai terjadi perubahan struktur. Ketiga sampel tersebut sampai pada temperatur 625 °C mengalami penurunan massa yang hampir sama yaitu tersisa 60%. Pada temperatur 625 °C sampai 800 °C dari ketiga variasi mengalami penurunan massa yang berbeda, A sampai temperatur 800 °C massa tersisa 48%, C tersisa massa 30%, C massa tersisa 25%. Pada temperatur 800 °C sampai 900 °C dari ketiga sampel tersebut tidak mengalami penurunan massa (massa stabil). Pengujian TGA menunjukkan bahwa semakin banyak fraksi volume serbuk geomaterial pada temperatur diatas 800 °C, massa yang tersisa semakin sedikit. Penurunan massa setelah temperatur 800 °C mengalami perbedaan yang signifikan, hal ini disebabkan pada variasi A atau fraksi volume SGS lebih banyak, berarti semakin banyak prosentase oksida besi dan kalsium oksida yang tidak terbakar. Serbuk genteng Sokka terdapat unsur kandungan Oksida besi yang mempunyai titik lebur 1535 °C sedangkan kalsiun oksida mempunyai titik lebur 845 °C. [5] mengatakan komposit serat karbon dan resin phenolyc pada pengujian TGA akan mengalami degradasi struktur yang signifikan di temperatur 350 °C yang mengakibatkan penurunan massa yang signifikan juga, sampai temperatur 800 °C penurunan massa sudah stabil.

Pengujian DTA variasi A terbakar pada suhu 280 °C, B terbakar pada suhu 300 °C, dan C terbakar pada suhu 340 °C. Hal ini menunjukkan semakin banyak fraksi volume serat, komposit semakin lama dan semakin tinggi suhu untuk terdegradasi. Proses selanjutnya ada beberapa tahapan perubahan yaitu endotermis dan eksotermis [6]. Pengujian ini mengalami 3 tahapan proses eksotermis dan endotermis seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Temperatur pada Proses Eksotermis dan Endotermis

Variasi	I		II		III	
	Eksotermis (°C)	Endotermis (°C)	Eksotermis (°C)	Endotermis (°C)	Eksotermis (°C)	Endotermis (°C)
A	385	393	510	603	746	812
B	369	380	503	572	739	798
C	366	378	460	566	726	782

Hasil menunjukkan bahwa pada A mengalami perubahan eksotermis dan endotermis rata-rata lebih tinggi dibandingkan pada B dan C. Perubahan ini disebabkan karena pada variasi A prosentase SGS lebih banyak. Pada SGS ada beberapa kandungan antara lain oksida besi (13,3%) mempunyai titik lebur pada suhu 1535 °C dan kalsium oksida (3,55%) mempunyai titik lebur pada suhu 875 °C. Hal inilah yang menyebabkan pada sampel yang lebih banyak kandungan SGS mempunyai ketahanaan suhu yang tinggi, pada suhu diatas 800 °C massa pada sampel A mempunyai massa yang lebih tinggi dari B dan C.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisa data, maka dapat disimpulkan: ketahanan panas komposit semakin seiring dengan meningkatnya komposisi serbuk geomaterial. Sampel yang terbaik pada sampel A yaitu pada komposisi 30% serbuk geomaterial, hal ini dikarenakan pada komposisi tersebut banyak mengandung SiO_2 dan Al_2O_3 yang mempunyai ketahanan panas yang cukup tinggi. Pada sampel tersebut material tahan sampai suhu 325 ^{O}C masih belum mengalami perubahan material. Sampel A pada suhu 800 ^{O}C masih menyisakan material 48%, B masih 30% dan C masih 25%.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Gibson, O. F.. 1994. *Principles of Composite Material Mechanics*, McGraw-Hill International Editional Editions, USA.

[2]. Diharjo Kuncoro. 2008. Studi Penambahan Limbah Fly Ash Sebagai Pembentuk Komposit Geopolymer Untuk Meningkatkan Ketahanan Nyala Api, Difusi dan Pemanfaatan Iptek KNRT Republik Indonesi.

[3]. Jimenez Fernandez, A. Palomo. 2005. *Composition and Microstructure of Alkali Activated Fly Ash Binder: Effect of The Activator*. Cement and Concrete Research, Vol. 35, hal. 1984-1992.

[4]. Tarigan Roy. 2012. Pengaruh Fraksi berat dan ukuran Serbuk Genteng Sokka Terhadap Ketahanan Bakar komposit Geopolimer. UNS.

[5]. Natali Maurizio, Marco Monti, Debora Puglia, José Maria Kenny , Luigi Torren. 2011. *Ablative properties of carbon black and MWNT/phenolic composites: A comparative study.* Composite : Part A 43 (174-182)

[6]. Monteiro Sergio Neves, Veronica Calado, Rubén J. S. Rodriguez, Frederico M. Margem. 2012. *Thermogravimetric Stability of Polymer Composites Reinforced with Less Common Lignocellulosic Fibers-an Overview*. Instituto Militar de Engenharia (IME), Materials Science Department, Rio de Janeiro, Brazil.

[7]. Diharjo Kuncoro, Bambang Kusharjanta, Roy Aries P Tarigan, Albert Raga Andhika. 2013. Pengaruh Kandungan Dan Ukuran Serbuk Genteng Sokka Terhadap Ketahanan Bakar Komposit Geopolimer, Rekayasa Mesin Vol.4, No.1 Tahun 2013, UNS

[8]. Diharjo K., Triyono. T.. 2000. Material Teknik. UNS Press.

[9]. Dubbin. 1995. *Electron Microscope Observations Of Chromium Hidroxide-Induced Montmorillonite Micrclusters*, Clay and Clay minerals Vol 43, No 1, 131-134.

[10]. Tiesong Lin, Dechang Jia,Meirong Wang, Peigang He And Defu Lian. 2009. *Effects Of Fibre Content On Mechanical Properties And Fracture Behaviour Of Short Carbon Fibre Reinforced Geopolymer Matrix Composites*. Institute for Advanced Ceramics, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, People's Republic of China MS.

[11]. Quintiere James G., Richard N. Walters, Sean Crowley. 2007. *Flammability Properties Of Aircraft Fiber Structural Composite*. Dept of Fire Protection Engineering University Of Maryland.