

# KOMPOSIT SERAT GELAS DENGAN PENAMBAHAN *FILLER* MgO TERHADAP KETAHANAN BAKAR DAN KEKUATAN BENDING

<sup>1</sup>Sahid Bayu Setiajit, <sup>2</sup>Sriyanto, <sup>3</sup>Riza Arif Pratama, <sup>4</sup>Indra Permana, <sup>5</sup>Muhammad Ikhsan

<sup>1,2,3,4,5</sup>Teknologi Pemeliharaan Pesawat, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

## Abstrak

Penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan di dunia industri manufaktur. Komposit adalah material yang ringan dan banyak mendapat perhatian para peneliti bidang material. Penggunaan plastik dan komposit pada industri otomotif mengalami peningkatan dari sisi jenis material dan komponen – komponen yang dibuat. Pemilihan material polimer komposit untuk kebutuhan otomotif sangat bervariasi tergantung pada tujuan pemilihan material. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan material. Material polimer yang sering digunakan sebagai bahan baku komponen kendaraan adalah unsaturated polyester (UP). Pengujian yang dilakukan adalah pengujian bakar dan bending. Hasil yang diperoleh dari pengujian bending adalah kandungan MgO 5% yaitu 129,31 Mpa. Pengujian bakar yang diperoleh adalah 15,38 mm/min dengan variasi penambahan filler 25% dari fraksi berat. Pengaruh penambahan filler pada pengujian bakar dan kekuatan bending berpengaruh seiring filler ditambah sebanyak dengan kelipatan 5%.

**Kata Kunci:** Ketahanan Bakar Komposit MgO

## Abstrack

The use of composite materials began to be developed in the manufacturing industry. Composite is a lightweight material and has received much attention from material researchers. The use of plastics and composites in the automotive industry has increased in terms of the types of materials and components that are made. The selection of polymer composite materials for automotive needs varies greatly depending on the purpose of selecting the material. Several factors are taken into consideration in the selection of material. The polymer material that is often used as raw material for vehicle components is unsaturated polyester (UP). The tests carried out were burning and bending tests. The results obtained from the bending test are 5% MgO content, namely 129.31 Mpa. The fuel test obtained was 15.38 mm/minute with variations in the addition of 25% filler from the weight fraction. The effect of the addition of filler on the fuel test and the bending strength after the filler is added in increments of 5%.

**Keywords:** MgO Composites Burn Resistance

## Pendahuluan

Penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan di dunia industri manufaktur. Komposit adalah material yang ringan dan banyak mendapat perhatian para peneliti bidang material. Penggunaan plastik dan komposit pada industri otomotif mengalami peningkatan dari sisi jenis material dan komponen – komponen yang dibuat. Faktor yang menyebabkan industri otomotif melihat potensi penggunaan plastik sebagai pengganti komponen metal adalah nilai ekonomi yang tinggi dan sifat yang lebih fleksibel (J. Maxwell, 1994). Kekuatan komposit polimer tergantung pada material serat dan orientasi serat. Pengaturan orientasi serat mempengaruhi kekuatan komponen. Komponen pada kendaraan biasanya menggunakan polimer termoset karena memiliki beberapa keunggulan yaitu sensitifitas yang lebih rendah terhadap temperatur dibandingkan dengan termoplastik (G. Davies, 2003).

<sup>1</sup>Email Address: [sahidbayu.setiajit@lecture.utp.ac.id](mailto:sahidbayu.setiajit@lecture.utp.ac.id)

Received 1 Desember 2022, Available Online 30 Desember 2022



<https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.766>

Pengaruh dari material ringan tersebut mengalami kenaikan karena banyaknya pemakaian material ini. Kenaikan material plastik ini mencapai 5,7% dari tahun 2006 sampai 2011. Pemilihan material polimer komposit untuk kebutuhan otomotif sangat bervariasi tergantung pada tujuan pemilihan material. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan material. Faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan komposit polimer yaitu ketahanan terhadap temperatur, ketahanan bakar, ketahanan kimia, ketahanan aus, kekuatan impak, dan ketahanan terhadap ultra violet. Komposit polimer terdiri dari struktur primer, sekunder maupun tersier. Struktur primer berfungsi menjaga kekuatan dan kekakuan dengan cara menambahkan panel vertikal (pilar) dari polimer komposit (N. Trucker, dkk 2002).

Struktur sekunder artinya bahwa polimer dipadukan dengan material lain untuk mendapatkan fungsi kekakuan struktur, sedangkan struktur tersier hanya memanfaatkan komposit polimer tanpa memiliki fungsi penguatan struktur. Material polimer yang sering digunakan sebagai bahan baku komponen kendaraan adalah unsaturated polyester (UP). Amerika serikat menggunakan unsaturated polyester (UP) pada tahun 1999 lebih dari 800.000 kg untuk kebutuhan industri. Ketertarikan terhadap UP juga disebabkan oleh sifat mekanik yang baik, kemudahan dalam pengerjaan, dan kemudahan untuk mengkombinasi dengan berbagai macam serat maupun filler sehingga didapatkan sifat mekanik yang diinginkan (H. Hansmann, dkk 2003).

UP sangat mudah terbakar dan menghasilkan banyak asap saat terbakar (A. B. Morgan, dkk 2006) karena bahan baku UP adalah polimer sintesis yang salah satunya adalah purified terephthalic acid (PTA) yang berasal dari minyak bumi sebagai sumber energi yang mudah terbakar. Rekayasa untuk meningkatkan ketahanan bakar UP telah banyak dilaporkan. Peningkatan ketahanan bakar dilakukan dengan menggunakan unsur lain yaitu magnesium oksida (MgO) atau filler clay (misalnya montmorillonite (MMT)). MgO dengan jumlah yang tinggi dapat memperpanjang waktu nyala bahan, dan waktu nyala bahan meningkat secara signifikan dengan peningkatan konsentrasi MgO (H. Tang, X. B. Zhou). MgO didalam UP menghasilkan uap selama proses dekomposisi termal dapat menutupi api dan bahan plastik untuk mencegah gas yang mudah terbakar mengalir dan menyebar. Filler berbasis clay, misalnya montmorillonite (MMT), mekanisme tahan bakar MMT adalah penurunan Peak Heat Release Rate (PPHT) akibat fase kondensasi proses dekomposisi matriks (H. Qin, 2005).

Penambahan MMT (clay) dapat meningkatkan ketahanan bakar resin UP dengan membentuk formasi dengan membentuk formasi arang saat dekomposisi termal terjadi. Resin UP biasanya digunakan untuk komponen kendaraan dan dikombinasikan dengan reinforcement untuk mendapatkan kekuatan yang baik. Komposit glass fiber (GF) dan resin UP biasanya dipadukan untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih baik dari pada UP maupun GF saja (H. Hansmann, 2003). Kekuatan komposit dapat ditingkatkan dengan menambahkan jumlah lapisan GF atau dengan menggunakan GF dengan modulus yang lebih tinggi (K. Diharjo dkk, 2016). Susunan GF (mat300 / mat450 / mat600 / roving500 / mat300) didalam resin UP menghasilkan tegangan tarik maksimum sekitar  $130 \text{ N/mm}^2$  dan gaya bending maksimum 700 N, sedangkan resin UP tanpa reinforcement hanya menghasilkan tegangan tarik maksimal sekitar  $60 \text{ N/mm}^2$  dan gaya bending maksimum sekitar 200N. UP dengan reinforcement GF menghasilkan temperatur mass loss rate (MLR) maksimum dari  $350,7 \text{ }^\circ\text{C}$  (UP tanpa GF) menjadi  $385,9 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hasil tersebut disebabkan oleh kesetabilan termal GF pada temperatur leleh ( $T_m$ ) sekitar  $1.000^\circ\text{C}$  [9]. Ketahanan bakar UP meningkat setelah ditambahkan reinforcement GF, ketahanan resin UP reinforcement GF (UP-GF) dapat ditingkatkan dengan penambahan *filler* tahan bakar.

## Metode Penelitian

Komposit GFRP terbuat dari resin tak jenuh (UP), serat gelas (GF), Magnesium Oksida (MgO). Resin *Orthophthalic* UP 268 BQTN diperoleh dari Singapore Highpolymer Chemical Products (SHCP) digunakan sebagai matrik. MEPOXE metil etil keton peroksida (MEKP) sebanyak 1 vol% resin digunakan sebagai inisiator pada *proses curing* komposit. Serat gelas acak (EMC200) dan anyam (WR200) Fantatex digunakan sebagai penguat dalam komposit. MgO digunakan sebagai pengisi tahan api aktif.

## Preparasi Spesimen

MgO dan MMT dikeringkan pada suhu 125°C selama 30 menit, dan kemudian didinginkan hingga suhu kamar dan disimpan di kontainer box yang dilengkapi dengan silika gel. Serat gelas yang digunakan adalah EMC200-WR200-EMC200 dalam penelitian ini fraksi berat yang digunakan 16,8% susunan serat untuk pembuatan komposit serat acak, serat anyam, kemudian serat acak. UP dan pengisi dicampur menggunakan pengaduk mekanik berkecepatan tinggi pada 3.000 rpm selama 5 menit (hapuarachchi & peijs, 2009). Setelah itu, gelembung yang dihasilkan dalam proses pencampuran menghilang secara alami dalam waktu 5 menit. Selanjutnya, MEKP ditambahkan ke matrik kemudian diaduk perlahan menggunakan tongkat. Campuran matrik dan pengisi dituangkan ke dalam cetakan yang telah diisi dengan konfigurasi GF yang sesuai. Sikat digunakan untuk menghilangkan udara yang terjebak dan untuk meratakan komposit. Akhirnya, cetakan ditutup dan ditekan. Setelah 24 jam proses pengepresan kemudian dilanjutkan dengan post cure selama 60 menit dengan suhu 100°C (Diharjo et al., 2016) Sampel GFRP dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 1**.

**Table 1. Variasi Spesimen**

Nama Spesimen	Variasi Komposit	Fraksi berat %	
		UP	MgO
0%	GFRP	16,8	
5%	GFRP + MgO	16,8	8,3
10%	GFRP + MgO	16,8	8,1
15%	GFRP + MgO	16,8	7,9
20%	GFRP + MgO	16,8	7,8
25%	GFRP + MgO	16,8	0

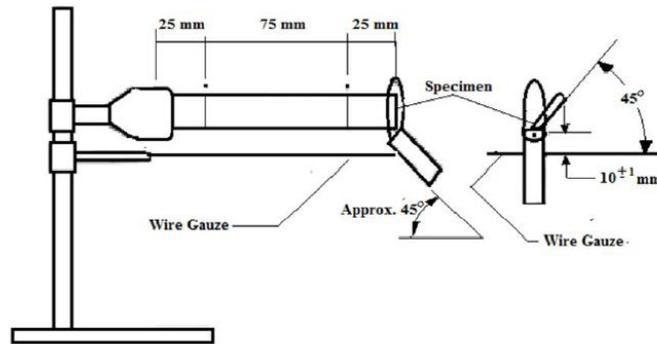
## Pengujian Bending

Karakterisasi kekuatan *bending* GFRP diperoleh dari *four point bending* menurut ASTM D 6272-00. Dimensi spesimen uji standar ini adalah 127 mm, lebar 12,7 mm, dan tebal 3,2 mm. Jarak bentang dukungan diatur 52 mm sehingga rasio bentang ke kedalaman 16,25: 1. Kekuatan lentur (S) ditunjukkan dalam Persamaan. 1 di mana P adalah beban maksimum ketika spesimen rusak

$$S = 3PL/4bd^2 \quad (1)$$

## Pengujian Ketahanan Bakar

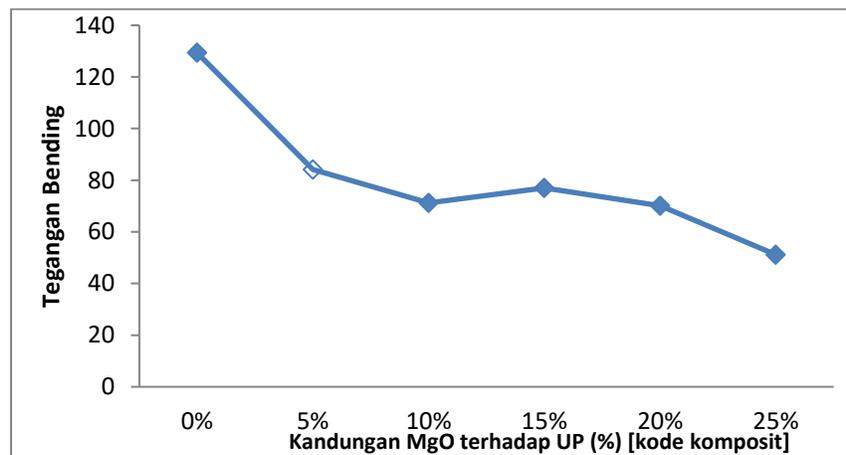
Pengujian ketahanan bakar mengacu pada ASTM D635 dengan ukuran spesimen (3 mm x 13 mm x 125 mm). Spesimen dijepit pada arah *horizontal* dengan panjang penjepit 5 mm. Spesimen diberi tanda pada ukuran panjang 25mm dan 75 mm, seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Metode Pengujian Bakar Komposit**

### Pembahasan

Hasil kekuatan bending dari GFRP dengan variasi penambahan MgO dan MMT menyebabkan penurunan kekuatan bending. Variasi (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%) ditunjukkan pada Gambar 2.

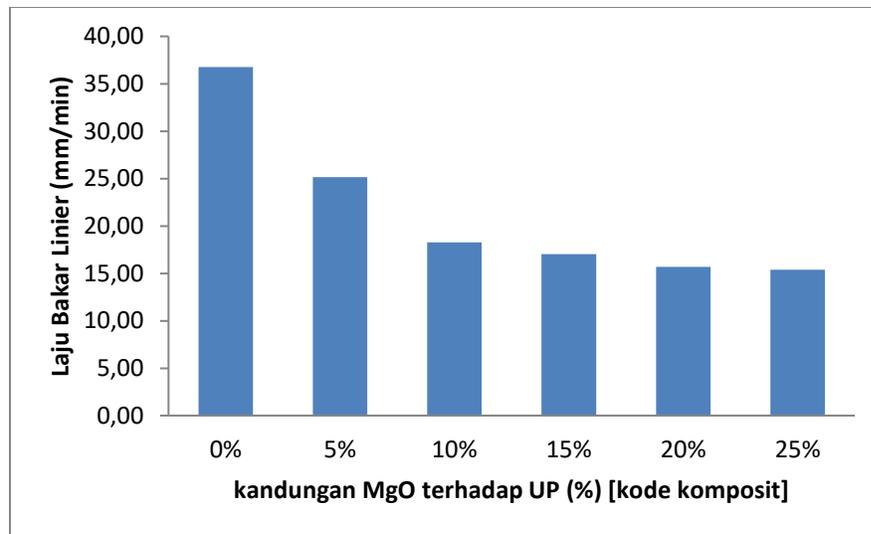


**Gambar 2. Pengujian Bending Komposit**

Gambar 2. Grafik tersebut menunjukkan bahwa Penambahan MgO mempengaruhi kekuatan bending. Kekuatan bending menurun seiring penambahan variasi MgO (5%, 10%, 15%, 20%, 25%) menunjukkan bahwa kekuatan bending menurun pada kandungan MgO 5% yaitu 129,31 Mpa. Penurunan kekuatan komposit yang disebabkan oleh penambahan MgO tanpa perlakuan menghasilkan aglomerasi dan matrik sulit terinterkalasi kedalam MMT, sehingga menyebabkan penurunan tegangan *bending* (Inceoglu & Yilmazer, 2001). Penurunan kekuatan komposit MgO di sebabkan karena ada *pull out* pada saat pengujian. Faktor lain yang mempengaruhi menurunnya tegangan adalah void

### Pengujian bakar

Hasil pengujian bakar nilai terendah ditunjukkan pada spesimen 25% MgO. Nilai laju bakar liniernya adalah 15,38 mm/min, menunjukkan api yang disulutkan pada spesimen uji padam akan tetapi waktu api mati menjadi lama untuk mencapai garis uji spesimen. Gambar 3.



**Gambar 3. Pengujian bakar komposit dengan penambahan konsentrasi MgO**

Penambahan MgO mempengaruhi laju bakar komposit karena penambahan konsentrasi mempengaruhi perambatan api dan membatasi gas pembakaran dan mengurangi konduktivitas thermal sehingga kemampuan bakar menurun. Arang yang terbentuk pada permukaan luar dapat mengurangi konsentrasi O<sub>2</sub> disekitar komposit sehingga menghambat terjadinya nyala karena kandungan O<sub>2</sub> berkurang (Sundhakara, 2011).

### Kesimpulan

Peningkatan kandungan MgO mempengaruhi ketahanan bakar komposit UP-GF yang ditunjukkan oleh penurunan laju bakar linier. Laju bakar liner paling tinggi terjadi pada variasi penambahan MgO 25% yaitu 15,38 mm/min dan paling rendah pada variasi 0% MgO yaitu 36,75 mm/min. Peningkatan kandungan MgO menghasilkan penurunan kekuatan mekanik komposit UP-GF yang ditunjukkan oleh penurunan tegangan bending. Tegangan bending yang diperoleh pada masing – masing penambahan MgO dibandingkan dengan nilai tertinggi adalah 129,31 MPa dan nilai terendah dengan nilai 51,17 MPa dengan penurunan 60,42%.

### Daftar Pustaka

- J. Maxwell, *Plastics In The Otomotive Industry*. Cambridge: Woodhead Publishing, 1994.  
 G. Davies, *Material For Automobile Bodies*. Butterworth Heinemann, 2003.  
 N. Trucker and K. Lindsey, “An Introduction to Automotive Composites,” Rapra Technol. Ltd., 2002.  
 H. Hansmann, *Polyester Resin. Composites ASM Handbook / extraction*, 2003.  
 A. B. Morgan and C. A. Wilkie, *Non-Halogenated Flame Retardant Handbook*. John Wiley & Son, Ltd, 2006.  
 H. Tang, X. B. Zhou, and X. L. Liu, “Effect of magnesium hydroxide on the flame retardant properties of unsaturated polyester resin,” *Procedia Eng.*, vol. 52, pp. 336–341, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.02.150.  
 H. Qin, “Flame retardant mechanism of polymer/clay nanocomposite based on polypropylene,” *Polymer (Guildf.)*, vol. 46, no. 19, pp. 109–121, 2005.  
 K. Diharjo, V. B. Armunanto, and S. A. Kristiawan, “Tensile and Burning Properties of Clay/Phenolic/GF Composite and its Application,” *AIP Conf. Proceeding*, 2016.  
 T. D. Hapuarachi and T. Peijs, “Aluminium trihydroxide in combination with ammonium polyphosphate as flame retardants fpr unsaturated polyester resin,” *Expres Polym. Lett.*, vol. 3, no. 11, pp. 743–751, 2009.