

# ADDITION OF FLY ASH TO THE FIBER COMPOSITE GLASS ON COMPOSITE FUEL RESISTANCE PROPERTIES

**Bahas Loh Kertabait**

Jurusan Teknik Dirgantara-Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto

kertabait@gmail.com

## **Abstract**

*The process of making composites into several main stages, namely preparation of tools, cutting of specimens. Then the base (glass) is cleaned and coated with molding wax and PVA. Mix the resin with the addition of variations of fly ash 0%, 10%, 20% and 30%. Next, apply resin and glass fiber to the base (glass) for up to 3 layers then press it. After 12 hours remove the specimen and cut it to size..*

**Keyword :** *composites, glass, specimen and layer*

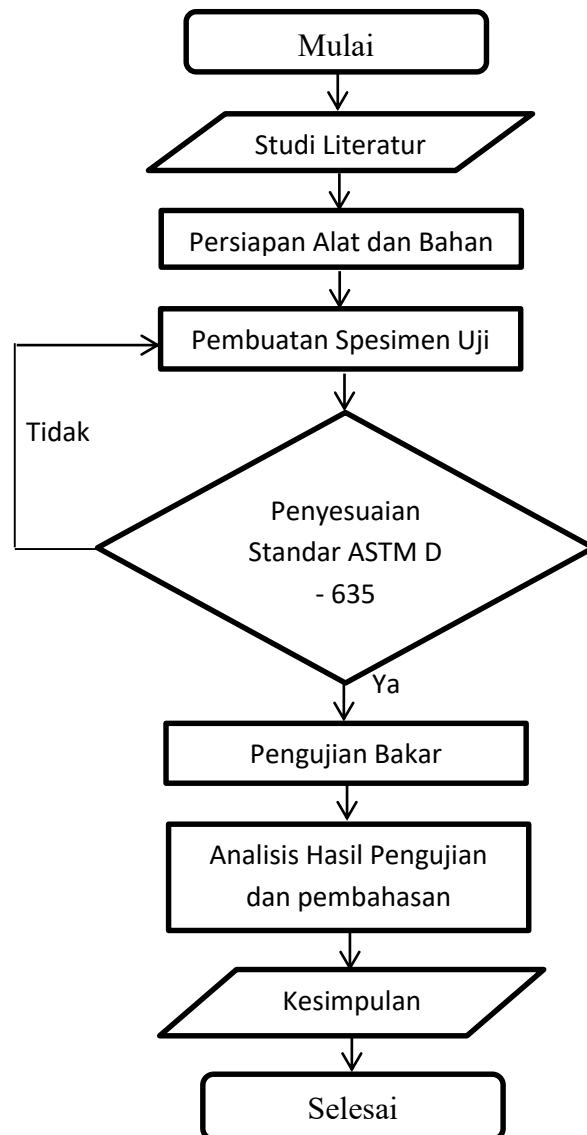
## **1. Latar Belakang**

Bahan komposit adalah bahan yang terbuat dari dua atau lebih bahan penyusun dengan sifat fisik atau kimia yang berbeda secara signifikan, yang bila digabungkan menghasilkan bahan dengan karakteristik yang berbeda dari komponen individu. Komponen individu tetap terpisah dan berbeda dalam struktur akhir, ini yang membedakan komposit dari campuran dan senyawa. Komposit memiliki kelebihan antara lain ringan, kemudahan konstruksi, permukaan lebih halus, kaku dan tahan lama. Unsur pembentuk komposit adalah matriks dan penguat (reinforcement) [1][2][3]. Matrik yang umum digunakan adalah polimer berbahan resin dan penguat serat sintesis berbahan dasar serat karbon (carbon fiber) dan serat kaca (glass fiber). Penggunaan material komposit semakin beragam seiring dengan kemajuanteknologi dan informasi dewasa ini, hampir di semua sektor menggunakan bahan komposit, contoh: transportasi, telekomunikasi, rekayasa industri, kedokteran dan peralatan olah raga. Penggunaan dan pemanfaatan material komposit di berbagai bidang disesuaikan dengan kebutuhan dan kekuatannya selain yang paling utama sebagai bahan pengganti material yang sudah ada. Banyak keuntungan penggunaan material komposit antara lain: tahan korosi, kekuatan memadai, cukup ringan (rasio antara kekuatan dan massa jenisnya cukup tinggi), harga terjangkau, dan proses pembuatannya relatif muda[4][5][6][7]. Penggunaan material komposit oleh berbagai sektor industri di Amerika Serikat sejak tahun 1960. Selama beberapa dekade ini konsumsi telah meningkat sekitar 30 kali, dan tingkat pertumbuhan diperkirakan akan terus berlanjut. Kenaikan terbesar adalah terjadi di pasar transportasi dan konstruksi. Penggunaan material komposit dalam berbagai macam aplikasi tersebut di atas adalah karena keunggulan utama dari komposit memiliki kekuatan yang bisa diatur (tailorability), memiliki kekuatan lelah (fatigue) yang baik, memiliki kekuatan jenis (strength/weight) yang tinggi dan tahan korosi. Beberapa kelemahan dalam komposit yang berdampak pada konsumen, salah satunya adalah kinerja yang buruk terhadap api. Ketika komposit yang terkena suhu tinggi (biasanya di atas 300 °C atau 400 °C) matriks terurai dengan melepaskan panas, asap, jelaga, yang dapat mengakibatkan kegagalan struktur komposit, dan degradasi struktural dalam integritas dapat menimbulkan kebakaran yang sangat berbahaya dan meningkatkan kemungkinan cedera serius dan kematian. Dalam perkembangannya jumlah penggunaan komposit meningkat hingga 50 % pada pesawat jenis baru : Airbus A350 XWB dan Boeing 787. Sehingga dibutuhkan komposit tahan api di beberapa tempat yang kemungkinan bersentuhan dengan api[8][9][10][11][12][13].

## 2. Metodologi Penelitian

Metode studi literatur merupakan suatu metode pengambilan data yang dilakukan oleh penulis dari berbagai sumber media cetak maupun media elektronik, yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan oleh penulis sebagai sarana dalam penunjang dalam pengerjaan skripsi. Sumber literatur yang digunakan diantara lain :

- a. Buku  
Data berasal dari literatur buku yang berkaitan dengan teori *material engineering* terutama bidang komposit.
- b. Jurnal  
Jurnal mengenai percobaan sebelumnya terkait komposit tahan api.
- c. Internet  
Pengumpulan data berasal dari situs yang bermanfaat yang membantu dalam melakukan penelitian.
- d. Eksperimen  
Metode ini dilakukan dengan menggunakan eksperimental, yaitu dengan membuat spesimen uji dengan menggunakan komposit *fiber glass* yang matriknya dicampur dengan *fly ash*. Kemudian dilakukan pengujian *horizontal burn test* sesuai ASTM – D635[14][15].



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Spesimen dilakukan pengujian sesuai ASTM – D635. Pengujian dilakukan di dalam laboratorium kimia STTA Yogyakarta. Tata cara pengujian sesuai ASTM – D635 pada bagian procedure (dokumen terlampir). Spesimen diuji dengan cara dibakar dan didapatkan data sesuai yang diinginkan. Gambar 4.9 dibawah ini merupakan spesimen yang telah melalui tahap pengujian. Bisa dilihat gambar tersebut spesimen mengalami pelepasan abu yang cukup banyak sehingga mengotori lantai dan spesimen masih terlihat utuk tanpa ada patahan atau berubah sangat rapuh setelah pembakaran.

Spesimen yang telah jadi diuji didapatkan dua data yaitu TTI (time to ignition) dan BR (burning rate). Spesimen terdiri dari 4 variasi ,yaitu 0% , 10%, 20% dan 30 % penambahan fly ash pada campuran matriksnya. Setiap kelompok variasi spesimen terdiri dari 3 spesimen ,jadi total spesimen total sebanyak 12 spesimen. Data yang didapat pada pengujian ini adalah Time to Ignition (TTI) dan Burning Rate. TTI didapat dari perhitungan saat pertama kali api menyentuh ujung spesimen sampai mencapai titik 25 mm. BR didapat dari rumus dibawah ini:

$$V = (60 L)/t$$

Keterangan :

$$V = BR \text{ ( mm/ menit)}$$

$$L = \text{Panjang spesimen ( 75 mm)}$$

$$T = \text{Waktu rambat (detik)}$$

Tabel 1. Hasil Pengujian Terhadap Variasi 0% Fly Ash

No	Spesimen	<i>Time to Ignition</i> (detik)	<i>Burning Rate</i> (mm/menit)
1.	A1	12	32,14
2.	A2	10	22,28
3.	A3	11	20,36
	rata-rata	11	24,93 $\approx$ 25

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semua spesimen pada variasi konsentrasi 0 % api mampu membakar hingga jarak 100 mm. Time to ignition pada variasi ini diambil rata – rata pada 11 detik. Untuk Burning Rate pada rata – rata 24,77 mm/menit yang kemudian dibulatkan ke 25 detik.

Tabel 2. Hasil Pengujian Terhadap Variasi 10% Fly Ash

No	Spesimen	<i>Time to Ignition</i> (detik)	<i>Burning Rate</i> (mm/menit))
1.	B1	12	18
2.	B2	12	24,32
3.	B3	9	24,72
	rata-rata	11	22,35 $\approx$ 22

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semua spesimen pada variasi konsentrasi % api mampu membakar hingga jarak 100 mm. Time to ignition pada variasi ini diambil rata – rata pada 11 detik. Untuk Burning Rate pada rata – rata 22,35 mm/menit yang kemudian dibulatkan ke 22 detik.

Tabel 3. Hasil Pengujian Terhadap Variasi 20% Fly Ash

No	Spesimen	<i>Time to Ignition</i> (detik)	<i>Burning Rate</i> (mm/menit))
1.	C1	15	Mati
2.	C2	15	20,36
3.	C3	15	Mati
	rata-rata	15	20,36 $\approx$ 20

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa spesimen pada variasi konsentrasi 20% ,api mampu membakar hingga jarak 100 mm pada spesimen C2.Sedangkan dua spesimen lain nya padam mendekati ujung titik 100 mm. Time to ignition pada variasi ini diambil rata – rata pada 15 detik. Untuk Burning Rate pada 20 mm/menit dikarenakan masih ada spesimen yang terbakar sampai titik 100 mm yaitu spesimen C2. Untuk Spesimen C1 api padam pada jarak  $\pm 15$  mm dari titik 100 mm. Sedangkan untuk C3  $\pm 4$  mm dari titik 100 mm.

Tabel 4 Hasil Pengujian Terhadap Variasi 30% Fly Ash

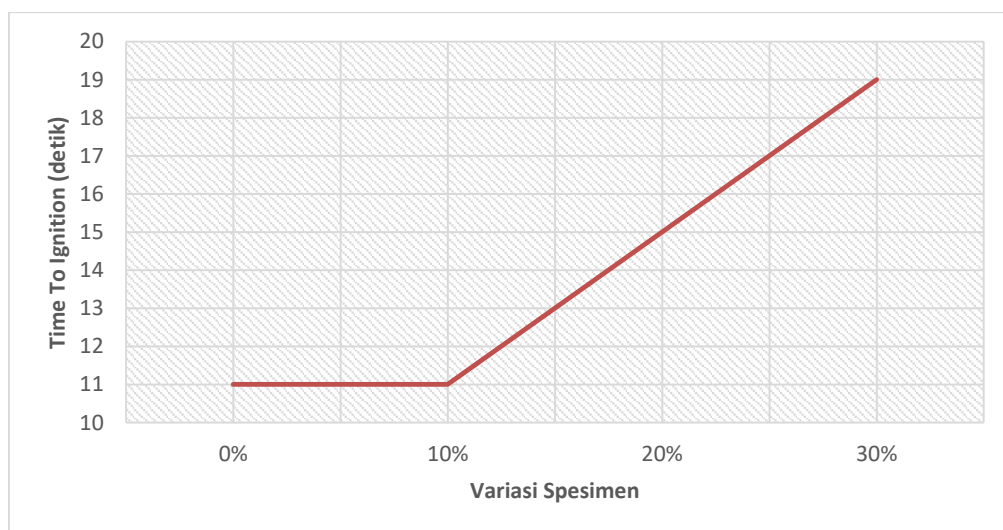
No	Spesimen	<i>Time to Ignition</i> (detik)	<i>Burning Rate</i> (mm/menit))
1.	D1	18	mati
2.	D2	19	mati
3.	D3	21	mati
	rata-rata	$19,33 \approx 19$	mati

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa TTI untuk spesimen variasi 30% berkisar di waktu 19 detik yang merupakan TTI tertinggi diantara variasi lainnya. Untuk BR ditulis mati dikarenakan api padam diatara titik 25 mm sampai 100 mm. Panjang yang terbakar bervariasi tiap spesimen yaitu untuk D1 terbakar sepanjang  $\pm 65$  mm , D2  $\pm 50$  mm dan D3  $\pm 70$  mm. Semua dihitung dari ujung specimen. Dari table diatas data kemudian disederhakan dengan mengambil hanya rata – rata time to ignition (TTI) dan Burning Rate (BR), untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.5. Untuk memudahkan menganalisa data-data hasil penelitian, maka hasilnya dipaparkan dalam bentuk kurva, yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 untuk TTI dan 4.10 untuk BR.

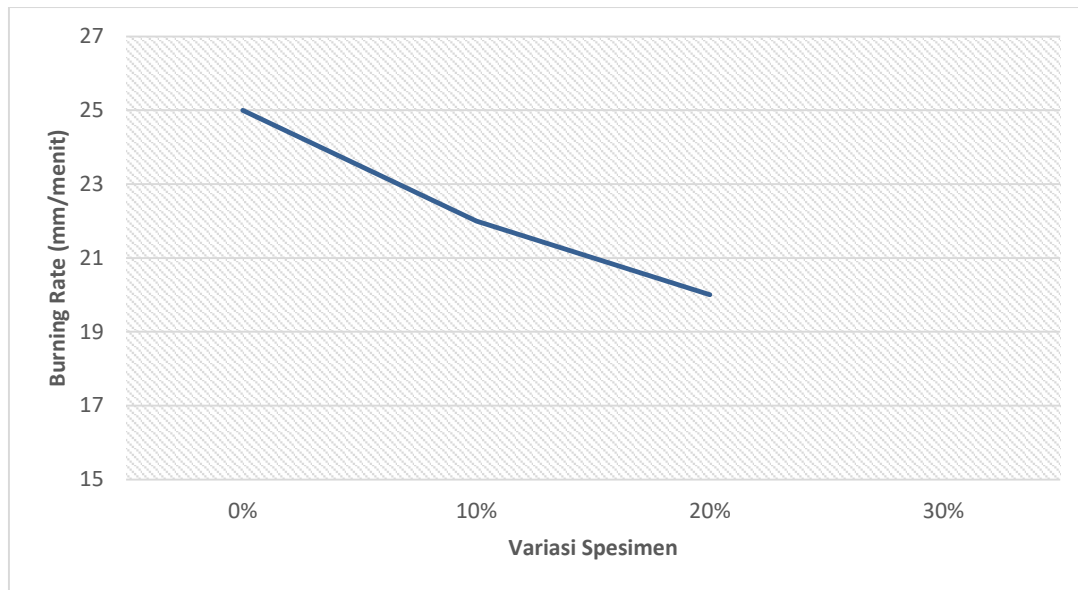
Tabel.5 Hasil Rata – Rata

No	Spesimen	<i>Time to Ignition</i> (detik)	<i>Burning Rate</i> (mm/menit)
1.	0 %	11	25
2.	10 %	11	22
3.	20 %	15	20
4.	30 %	19	mati

Tabel diatas merupakan hasil rata – rata dan pembulatan yang diambil dari masing - masing variasi spesimen. Data yang telah diambil kemudian diolah menjadi kurva .



Gambar 2 Kurva Time to Ignition Antar Spesimen



Gambar 3. Burning Rate Antar Spesimen

Kurva di atas menunjukkan ketahanan bakar komposit fiber glass dan fly ash dikategorikan baik berdasarkan standar ketahanan bakar/api yaitu UL 94 (Anonim, 1894). Dikarenakan memiliki BR dibawah 75 mm/detik atau api mati sebelum mencapai 100 mm. Kurva diatas menunjukkan bahwa nilai tertinggi TTI adalah 19 detik dengan kandungan fly ash 30%. Nilai TTI yang tinggi menunjukkan bahwa penyalan api pada komposit membutuhkan waktu yang lama. Semakin tinggi TTI, maka penyalan api lama/susah. Untuk BR yang tinggi dimiliki oleh komposit fiber glas dengan kandungan fly ash sebesar 0 %. Nilai BR yang rendah menunjukkan bahwa rambatan api pada material membutuhkan waktu yang lama. Sedangkan BR mati menunjukkan bahwa api mati sebelum menyentuh 100 mm. Jadi, semakin tinggi BR maka semakin cepat perambatan apinya. Terlihat dari kurva diatas bahwa meningkatnya penambahan fly ash akan menaikkan nilai TTI dan menurunkan nilai BR. Jika dibandingkan dengan artikel Iswayanto dalam kajian pustaka BAB II maka pada spesimen tiga layer glass fiber api tetap terbakar sampai titik 100 mm. Sedangkan dengan penambahan fly ash dengan konsentrasi 30% matriks dapat membuat api padam sebelum 100 mm. Jadi tanpa menambah layer dalam spesimen bisa menambah sifat ketahanan terhadap api. Komponen utama pada fly ash adalah senyawa  $\text{SiO}_2$  dan  $[\text{AL}]_2\text{O}_3$ . Pengaruh dari kedua senyawa tersebut sangat berkaitan dengan penambahan ketahanan bakar komposit yang telah dilakukan percobaan diatas. Kegunaannya diantaranya mampu menjadi penghalang interaksi dengan oksigen, sehingga terganggunya hukum segitiga api. Karena penambahan fly ash juga, kerapatan partikel akan semakin rapat. Pembakaran pastinya akan menimbulkan char (arang), arang ini dapat membatasi gas pembakaran an mengurangi konduktivitas thermal sehingga menurunkan kemampuan bakar. Dengan penambahan fly ash maka char yang terjadi akan semakin banyak.. Char ini yang mengurangi konsentrasi  $\text{O}_2$  di permukaan komposit sehingga pembakaran terganggu. Penambahan fly ash tentu sangat efektif untuk meningkatkan ketahanan terhadap nyala api. Karena mengurangi konsentrasi  $\text{O}_2$  maka secara teori segitiga api maka komposit akan terhambat nyala apinya. Penambahan fly ash juga meningkatkan kerapatan spesimen dan distribusi menjadi merata. Kesimpulannya penambahan fly ash dapat meningkatkan efektifitas bahan komposit anti api.

#### 4. Kesimpulan

Proses pembuatan komposit menjadi beberapa tahap pokok yaitu persiapan alat, pemotongan spesimen. Kemudian alas (kaca) dibersihkan dan dilapisi molding wax dan PVA. Campurkan resin dengan penambahan variasi fly ash 0%, 10%, 20% dan 30%. Selanjutnya aplikasikan resin dan glass fiber pada alas (kaca) sampai 3 lapis lalu lakukan pengepresan. Setelah 12 jam lepaskan spesimen dan lakukan pemotongan sesuai ukuran. Dari hasil pengujian bahwa campuran komposit dengan 30% fly ash memiliki TTI tertinggi yaitu 19 detik

dan terendah adalah komposit 0 % fly ash yaitu 11 detik. Semakin tinggi TTI semakin lama penyalaan api pada spesimen. Sedangkan BR tertinggi pada 0% yaitu 24 mm/menit, sedangkan untuk untuk 30% api mati sebelum mencapai 100 mm. BR yang tinggi menunjukkan kecepatan penyebaran semakin cepat. Dari kesimpulan tersebut spesimen komposit fly ash 30% mempunyai ketahanan terhadap api paling bagus karena TTI-nya tinggi sedangkan BR-nya rendah

### Daftar Pustaka

- [1] *Annual Book of Standards*, ASTM D 635-98 Standard, *Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position*. New York.
- [2] *Annual Book of Standards*, ASTM D 635-98 Standard 1994. UL 94 Klasifikasi Api. *Underwriters Laboratories*. Northbrook, Illinois. USA.
- [3] Arismunanto, Vinsentius Bram. 2015. *Sifat Tarik dan Ketahanan Bakar Komposit Serbuk Genteng Sokka, Phenolic, dan Serat Gelas* [tesis]. Surakarta (ID) : Universitas Sebelas Maret.
- [4] Brilian Indra Wibowo. 2019. *Analisis Proses Penggabungan Komposit Menggunakan Adhesive bonding Beserta Kekuatannya Terhadap Uji Tarik* [skripsi]. Yogyakarta (ID) : Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto.
- [5] Diharjo, Kuncoro, Bambang Kusharjanta, Roy Aries P Tarigan, Albert Raga Andhika. 2013. *Pengaruh Kandungan Dan Ukuran Serbuk Genteng Sokka Terhadap Ketahanan Bakar Komposit Geopolimer*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.4, No.1 Tahun 2013 27-34
- [6] Diharjo, Kuncoro, dkk. 2012. *Sifat Tahan Api dan Kekuatan Bending Komposit Geopolimer : Analisis Pemilihan Jenis Partikel Geomaterial*. Universitas Sebelas Maret.
- [7] Jones, Robert M. 1999. *Mechanics of Composite Materials*. Philadelphia : Taylor & Francis Inc.
- [8] Jr, William D. Callister. 2007. *Material Science and Engineering, in Introduction*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- [9] Karno, Ismanto Pusir, Yuyun Estriyanto, Danar Susilo Wijayanto. *Pengaruh Jumlah Lapisan Terhadap Ketahanan Bakar Komposit Serat Kaca Bermatriks Ripoxy R-802 EX*. Universitas Sebelas Maret.
- [10] Mitchell, Brian S. 2004. *An Introduction to Materials Engineering and Science for Chemical and Materials Engineers*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- [11] Muhammad, Reza Putra. 2014. *Bahan Ajar Bahan Teknik*. Aceh : Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh Jurusan Teknik Mesin.
- [12] Rusli. 2015. *Pengaruh Variasi Fraksi Volume serbuk Kapur Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Pada Komposit Glass Fiber Reinforced Plastic (GFRP) Berpenguat Serat E-Glass Chop Strand Mat dan Matrik Resin Polyester* [skripsi]. Yogyakarta (ID) : Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto.
- [13] Sajjan, Sangamesh K., Vishwanath V.H. 2014. *Effect of Fly Ash on Mechanical and Fire Properties of Fibre Glass Epoxy Composites*. Mechanical Engineering Department, B.L.D.E.A's V. P. Dr. P.G. H. CET, Vijayapura, India.
- [14] Sudhakara, P., Kannan, P., Obireddy, K., and Rajulu, A.V. (2011). *Organophosphorus and DGEBA Resins Containing Clay Nanocomposites: Flame Retardant, Thermal, and Mechanical Properties*, J. Mater Science 46, 2778 – 2788
- [15] Surdia, Tata, Shinroku Saito. 1987. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta : PT Pradnya Paramita