G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan
Volume 7, No. 4, Oktober 2023, hal. 1529-1539
E-ISSN: 2623-064X | P-ISSN: 2580-8737

Analisa Kekuatan Material Komposit Berbahan *Fly Ash* dan Serbuk Kaca Bermatrik Resin Epoksi

Bambang Pratowo[1]✉,Kunarto[2], Muhammad Irfan Affandy[3]

[1, 2, 3] Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 05-09-2023
Direvisi : 20-09-2023
Diterima : 23-09-2023

ABSTRAK

Fly ash dihasilkan dalam jumlah yang banyak di PLTU Tarahan,Lampung selatan. Tujuan riset ini untuk mengetahui persentase variasi campuran komposit untuk memperoleh sifat karakteristik komposit yang bagus. Sedangkan komposisi serbuk kaca terdiri dari 3 varian yaitu persentase 10%, 20%, dan 30%, jumlah soal tes sebanyak 21 buah. Komposisi fly ash terdiri dari 3 variasi yaitu persentase 10%, 20% dan 30%. Gaya lentur maksimum untuk komposit yang mengandung 30% fly ash dan 10% serbuk kaca adalah 74,7N serta nilai impack terbaik terletak pada fly ash 30% serta serbuk kaca 10% sebesar 1,27 J/ mm2 nilai kekerasan paling tinggi pada fly ash 20% serta serbuk kaca 20% sebesar 81,1HD.bisa disimpulkan bahwa keseimbangan komposisi dantara fly ash dengan serbuk kaca berpengaruh bersar terhadap nilai kekerasan, variasi fly ash 30% serta serbuk kaca 10% merupakan kondisi optimal untuk kekuatan maksimum pada uji bending.

Kata Kunci:

Fly ash, Serbuk kaca, Komposit.

***Keywords* :**

Fly ash, Glass powder, Composites.

ABSTRACT

Fly ash is produced in large quantities at PLTU Tarahan,South Lampung.Purpose of this research is determine percentage of variations the composite mixture to obtain good composite characteristic properties. Sedangkan komposisi serbuk kaca terdiri dari 3 varian yaitu persentase 10%, 20%, dan 30%, jumlah soal tes sebanyak 21 buah. Komposisi fly ash terdiri dari 3 variasi yaitu persentase 10%, 20% dan 30%. Gaya lentur maksimum untuk komposit yang mengandung 30% fly ash dan 10% serbuk kaca adalah 74,7N and the best impact value lies in 30% fly ash and 10% glass powder of 1.27 J/mm2 highest hardness value at 20% fly ash and 20% glass powder at 81.1 HD.it can be concluded that balance of the composition between fly ash and glass powder has large effect on the hardness value,variations of 30% fly ash and 10% glass powder are optimal conditions for maximum strength in the test bending.

***Corresponding Author* :**
Bambang Pratowo
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lamung, Indonesia
Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No.26, Kedaton, Bandar Lampung, Lampung 35142
Email: bambang.pratowo@ubl.ac.id.

PENDAHULUAN

Pengetahuan dan teknologi saat ini sudah mengalami kemajuan yang pesat. Hal ini ditunjukkan salah satunya oleh bahan dasar pembuatan produk furniture yang semakin berkembang baik dari segi jenis item serta kualitas material yang bagus. Pada umumnya *furniture*

This is an open access article under the CC BY license

dibuat memakai bahan kayu, serta batuan alam semacam marmer, saat ini terdapat banyak tipe material hasil dari produksi sampingan telah dimanfaatkan untuk membuat bahan material semacam, sisa produksi baja, plastic, kaca, ab terbang (*fly ash*), cangkang kelapa sawit, metakaolin, fume, dan abu sekam padi. Sebagian besar matrial hasil produksi sampingan ini dibuang begitu saja didaerah terbuka dan berdampak negativ terhadap area sekitar.

Abu terbang adalah salah satu contohnya, apabila dibuang secara terbuka hasilnya dapat berdampak pencemaran pada air, tanah, serta udara karena dalam jumlah sedikitpun abu terbang bisa mencemari lingkungan. Pemanfaatan bahan hasil samping sebagai kombinasi permukaan padat merupakan salah satu cara untuk mencegah pencemaran lingkungan terhadap bahan tersebut (Sutrisno, dkk. 2023). Semakin meningkatnya penggunaan bahan kaca sebagai bahan untuk kebutuhan bangunan dan perkakas rumah tangga, mengakibatkan banyaknya limbah kaca yang berpotensi mencemari lingkungan sekitar mengingat material kaca adalah salah satu material yang sulit atau bahkan tidak bisa diuraikan secara alami olehlingkungan, karena sebagian besar limbah kaca yang sudah tak terpakai dibuang dilahan terbuka begitu saja tanpa adanya pengolahan.

Dilansir dari sumber Sistem Informasi Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2021 Indonesia menghasilkan 6.43% sampah adalah limbah kaca dan kurangnya pemanfaatan limbah tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk memproses limbah kaca dan limbah batubara (*fly ash*) yang akan dimanfaatkan sebagai bahan campuran komposit. Diharapkan dengan adanya pengolahan limbah kaca dan *fly ash* ini dapat menciptakan bahan material alternatif pengganti paving blok dan diharapkan dapat mengurangi kedua limbah tersebut yang memiliki dapat merusak lingkungan. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisa kekuatan material komposit berbahan *fly ash* dan serbuk kaca bermatrik resin epoksi.

METODE PENELITIAN

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah merupakan matode eksperimen, yaitu sesuatu metode untuk mencari sebab akibat antara 2 factor yang sengaja ditimbulkan. dilakukan di Laboratorium Teknik mesin serta Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung. Peralatan dan Bahan Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

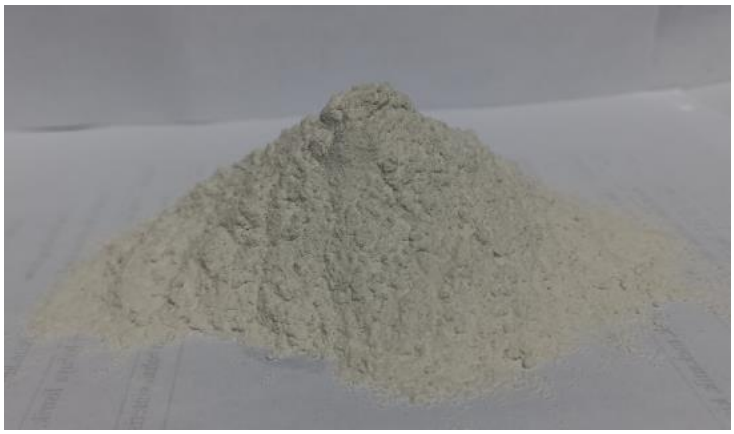
1. Bahan

1) Fly Ash

Merupakan bahan utama penelitian yang berasal dari limbah batubara yang dibuat pada PLTU Tarahan, Lampung selatan. Variasi pemakaian campuran abu terbang adalah persentase 20%, persentase 10% serta persentase 30% dari berat total spesimen untuk satu sampel.

Gambar 2. ***Fly ash***

2) Serbuk kaca
Serbuk kaca yang digunakan berasal dari limbah botol- botol yang tidak terpakai yang telah dihaluskan menjadi bubuk. Serbuk kaca yang telah diayak merupakan jenis serbuk yang digunakan dalam campuran 100 mesh seperti pada gambar 2 terdapat 3 variasi pemakaian serbuk kaca yakni 10%, 20%, serta 30%



Gambar 3. Serbuk kaca

3) Wax
Digunakan untuk melapisi cetakan spesimen uji agar tidak lengket saat melepas spesimen.

4) Resin Epoksi
Dalam produksi material komposit, bertindak sebagai matriks atau pengikat.

Gambar 4. Resin Epoksi

2. Peralatan

1. Saringan 100 mesh
Berfungsi untuk menyaring *fly ash* & serbuk kaca.

2. Timbangan Digital
Untuk menyeimbangkan bahan penelitian.

3. *Universal Testing Machine*
Berungsi untuk mengetes material.

4. Durrometer
Menguji kekerasan pada spesimen uji.

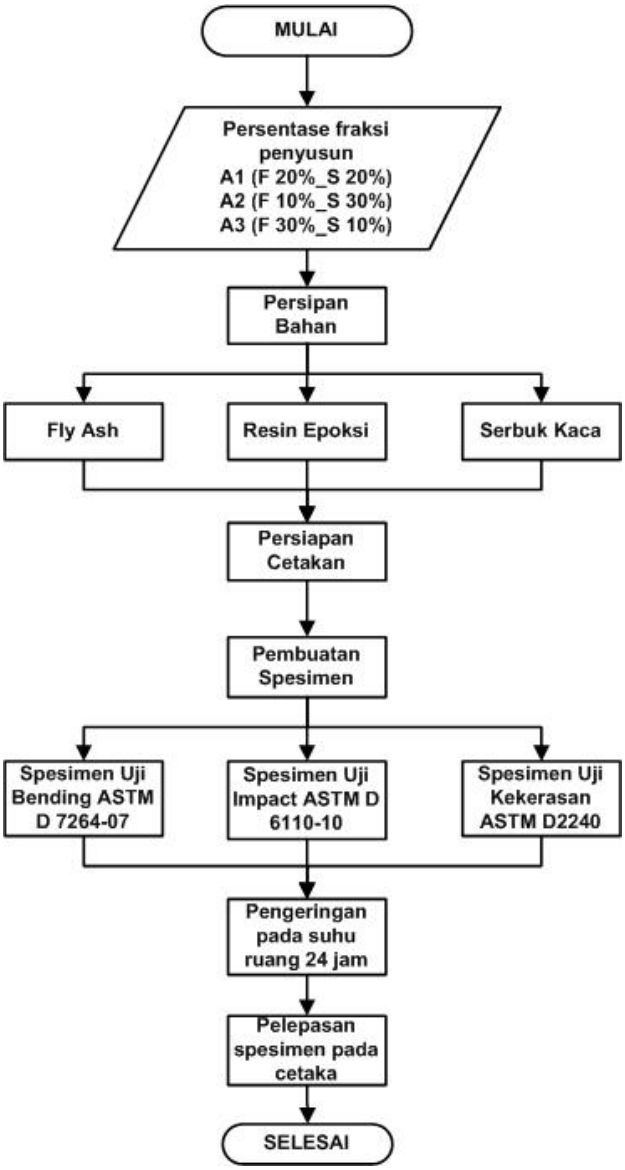
5. Jangka Sorong
   Berufungsi mengetahui dimensi spesimen uji.
6. Pena dan pengggaris
   Digunakan untuk mencatat hasil uji danmengukur spesimen.
7. Cetakan
   Digunakan untuk mencetak specimen uji.
8. Lem
   Digunakan untuk merekatkan cetakan specimen.
9. Palu
   Digunakan untuk menghancurkan dan menghaluskan limbah kaca.
10. Gelas Ukur
    Digunakan untuk menakar resin
11. Universal Impack Testing
    Berungsi untuk menguji material yang akan dihasilkan.

3. Membuat Contoh Bahan Uji

Penelitian ini menggunakan limbah kaca yang dikumpulkan dari lingkungan sekitar dan limbah produksi dari PLTU Tarahan di Lampung Selatan. Tiga benda uji dengan variasi komposisi yang beragam akan dibuat sebagai bagian dari prosedur penelitian.

Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Siapkan alat dan bahan untuk penyelidikan Anda.
2) Menimbang komponen penelitian sesuai dengan komposisinya.
3) Gabungkan dan gabungkan sejumlah tertimbang fly ash dan serbuk kaca hingga merata.
4) Siapkan cetakan spesimen yang telah diolesi dengan wax.
5) Tuangkan resin kedaam campuranfly ash dan serbuk kaca kemudian campur selama 5-10 Secon.
6) Taburkan adonan ke cetakan yang telah disiapkan
7) Tutup cetakan yang sudah berisi adonan dengan tutup cetakan hingga rapat
8) Kemudian berikan tekanan pada bagian atas sebesar 5 kg, langkah ini bertujuan agar tidak ada udara yang tersisa ketika melakukan pencetakan.
9) Diamkan selama 24 jam tunggu hingga komposit mengeras dan kering.
10) Kemudian lepaskan komposit dari cetakan secara perlahan
11) Lakukan langjah-langkah diatas secara berulang sampai didapatkan jumlah specimen yang dbutuhkan.



Gambar 5. Diagram Alir Pembuatan Spesimen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Variasi Persentase

No.	Sampel uji	Fly ash (%)	Serbuk kaca (%)	Resin epoksi (%)
1.	A1	20 %	20 %	
2.	B2	10 %	30 %	60%
3.	C3	30 %	10 %	

Pengujian Bending

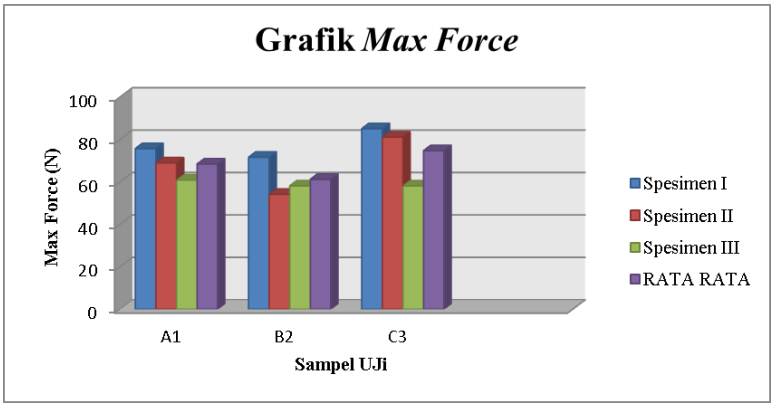
Setelah melakukan pengujian spesimen dengan tiga kali pengulangan pengujian di tiap sampel uji untuk mendapatkan hasil rata-rata. hasil uji lentur yang dilakukan dengan menggunakan peralatan Universal Testing.

Tabel 2. Nilai Hasil Rata-Rata Uji Bending

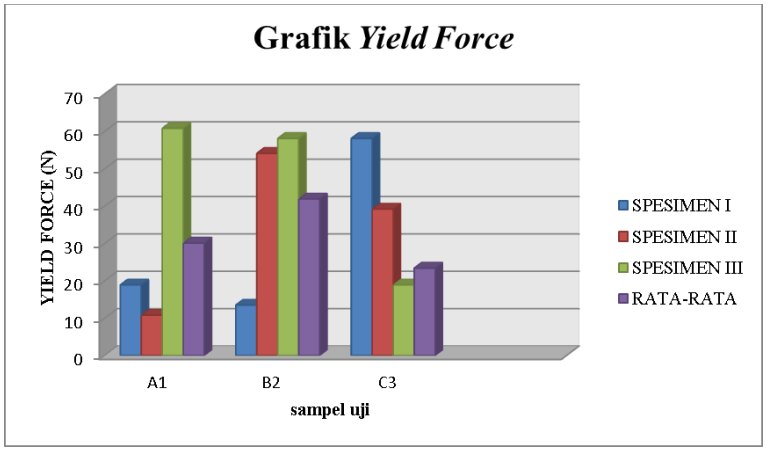
No.	Spesimen	Area (mm^2)	Max Force (N)	Yield Forfe (N)	Compression Strength (N/mm^2)	Elongation (%)
1.	A1	65	68,4	30,1	0,464	67,18
2.	B2	65	61,2	41,9	0,644	146,25
3.	C3	65	74,7	23,4	0,360	67,42

Dari data hasil pengujian sampel C3 mendapat kekuatan maksimum atau *max force* sebesar 74,7 N sedangkan untuk nilai teerendah terjadi pada sampel B2 ini terjadi akibat komposisi kandungan pada sampel uji C3 fly ash lebih banyak dibanding dengan sampel A1 dan B2

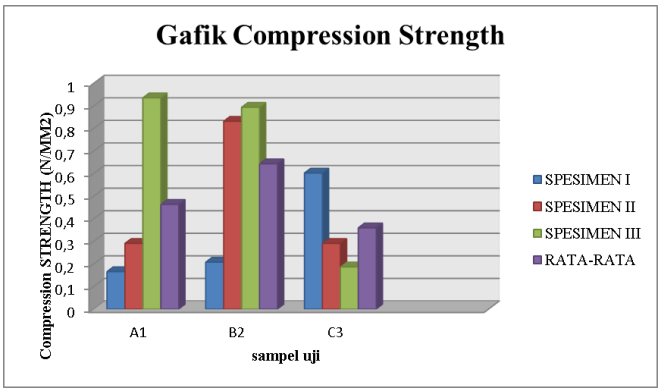
Untuk nilai pertambahan panjang atau *elongation* nilai tertinggi terjadi pada sampel uji B2 dan mengalami penurunan yang cukup drastis lebih dari 50% pada sampel A1 dan C3 ini terjadi dikarenakan sampel B2 memiliki komposisi kandungan serbuk kaca lebih banyak bila dibanding dengan A1 dan C3



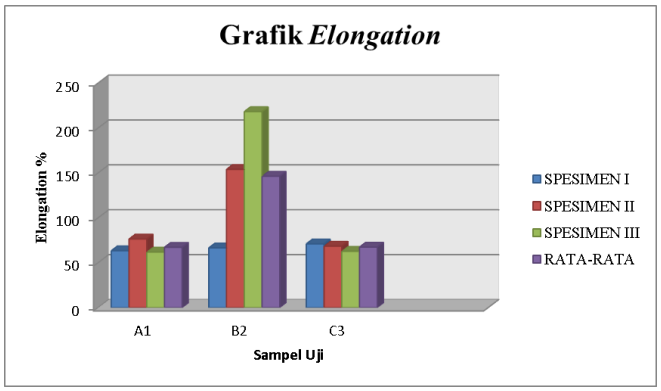
Gambar 7. Grafik Kekuatan Maksimum Pengujian Bending



Gambar 8. Grafik *Yield Force* Pengujian Bending



Gambar 9. Grafik *Compretion Strength* Pengujian Bending



Gambar 10. Grafik Pertambahan panjangan Pengujian Bending

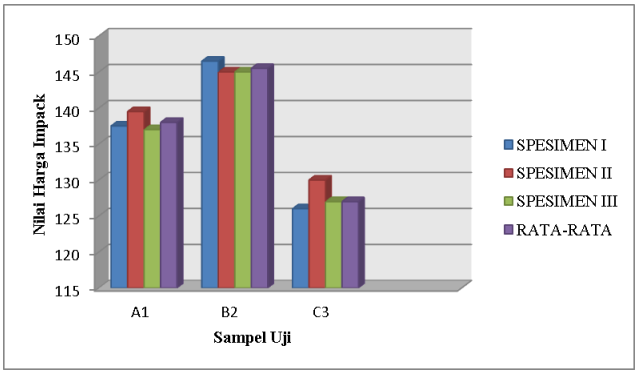
Pengujian Impack

Setelah melalukan pengujian impak dengan metode *charpy* pada komposit *fly ash* dan serbuk kaca mendapatkan hasil:

Tabel 5. Hasil Rata-rata Uji Impack

No.	Spesimen	Hasil Uji (J/mm^2)			Rata-rata
		I	II	III	
1.	A1	137,5	139,5	137	138
2.	B2	146,5	145	145	145,5
3.	C3	126	130	127	127

Berdasarkan hasil pengujian impack maka dapat diihat grafik pada gambar 6 :



Gambar 6. Grafik Harga Impack

Energi tumbukan berasal dari energi potensial pendulum yang diubah menjadi energi kinetik (gerak). Posisi ketinggian awal dan akhir pendulum, jarak antara titik ayunan dan takik, serta beratnya semuanya dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak energi yang dilepaskan oleh pendulum. Harga impak(HI) bisa didefinisikan sebagai besar tenaga yang diterima(E) dibagi dengan luas penampang dibawah takik(A). Harga impak dihargai dengan satuan(joule/ mm2) seperti pada persamaan berikut:

$$HI = \frac{E}{A} \longrightarrow A = W \times H$$

Dimana: HI = Harga Impak
W = Lebar Penampang
H = Tinggi Penampang
A = Luas Penampang

Dari hasil perhitungan impak diperoleh hasil berikut:
Diketahui:
Lebar penampang (W) = 10 mm
Tinggi Penampang (H) = 10 mm
Luas Penampang (A) = W x H
= 10 mm x 10 mm = 100 mm^2
Harga Impak Spesimen (A1)
Energi Impack (E) = 138
Luas Penampang (A) = 100 mm^2

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{138}{100}$$
$$= 1.38 \text{ joule}/mm^2$$

Harga Impak Spesimen (B2)
Energi Impack (E) = 145,5
Luas Penampang (A) = 100 mm^2

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{145.5}{100}$$
$$= 1.455 \text{ joule}/mm^2$$

Harga Impak Spesimen (C3)
Energi Impack (E) = 127
Luas Penampang (A) = 100 mm^2

$$HI = \frac{E}{A} = \frac{127}{100}$$
$$= 1.27 \text{ joule}/mm^2$$

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka penguji akan membahas tentang pebandingan hasil dari pengujian material penyusun komposit, hubungan antara *fly ash,* serbuk kaca dan resin epoksi terhadap penambahan fraksi berat. Berdasarkan hasil uji impak, ketidakkonsistenan kekuatan komposit inilah yang menyebabkan variasi rata-rata harga impak material. Berdasarkan hasil dari harga impack yang bisa dilihat dari sampel uji A1 menghasilkan sebesar 1.38 joule/mm^2 , harga B2 tidak jauh lebih besar dengan sampel uji A1, B2 menghasilkan harga sebesar 1.45 joule/mm^2 akan tetapi pada sampel C3 berbeda dengan kedua sampel sebelumnya harga impack C3 menghasilkan sebesar 1.27, dapat dilihat bahwa penambahan *fly ash* pada komposisi sampel uji penting untuk pembuatan komposit.

Kenaikan harga impack yang terjadi dapat dilihat pada sampel uji B2 pada fraksi berat ini disebabkan karena campuran serbuk kaca yang lebih banyak dibanding dengan sampel uji A1 dan C3 akan tetapi dalam hal ini sampel B2 bersifat lebih getas dibandingkan dengan sampel uji A1 dan C3 dapat dilihat dari hasil patahannya yang berbantuk merata

Hasil Pengujian Kekerasan

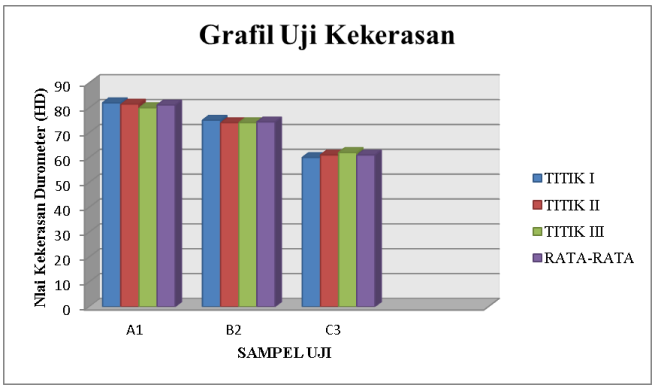
Setelah melalukan pengujian kekerasan dengan Durometer hardeness Shore D yang dilakukan di tiga titik pada spesimen komposit sampel uji, kemudian mendapatkan hasil :

Tabel 6. Hasil Uji Kekerasan

No	Sampel Uji	Hasil Uji Kekerasan (HD)			Rata-rata (HD)
		I	II	III	
1.	A1	82	81,5	80	**81,1**
2.	B2	75	74	74	**74,3**
3.	C3	60	61	62	**61**

Hasil dari pengujian kekerasan didapatkan nilai tertinggi pada material uji A1 sebesar 81,1 HD sedangkan yang mendekati yaitu material uji B2 sehingga dapat dikatakan bahwa semakin banyak campuran serbuk kaca pada komposit material uji makan nilai kekerasan akan bernilai tinggi, ini dibuktikan dengan adanya penurunan nilai kekeraasan pada specimen uji C3 dengan nilai uji 61 HD yang memiliki komposisi *fly ash* yang dominan lebih banyak dibandingkan dengan specimen A1 dan B2.

Rata-ratanya dapat Anda lihat pada grafik di bawah ini berdasarkan hasil pengujian yang dijalankan:



Gambar 7. Grafik hasil Uji Kekerasan

Berdasarkan data hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel 6 dan grafik hasil pengujian penulis mendapatkan hasil dari material uji dengan nilai rata-rata 81,1 HD akan tetapi mengalami penurunan nilai kekerasan pada material uji B2 dengan nilai rata-rata 74,3 HD terjadi penurnan nilai kekerasan pada B2 ini disebabkan karena campuran serbuk kaca lebih banyak dibanding dengan material uji A1. Namun penurunan nilai kekerasan komposit terjadi pada material uji C3 hampir 50% dari material uji A1, yaitu dengan nilai rata-rata 61 HD. penurunan yang sangat drastis ini terjadi disebabkan oleh komposisi yang terkandung dalam material uji C3 ini mengandung lebih banyak *fly ash* .

Perbandingan nilai kekerasan ini ditimbulkan oleh karena adanya perbedaan komposisi campuran pada spesimen uji. Pada spesimen dengan kode sampel A1 mendapat nilai kekerasan tertinggi sebesar 81,1 HD dengan komposisi yang sama antara Fly ash dan serbuk kaca yaitu 20% . Ini mengakibatkan campuran antara matrik fly ash dan serbuk kaca mengikat dengan baik sedangkan pada specimen C3 mendapat nilai kekerasan terendah dengan komposisi *fly ash* yang lebih dominan sehingga menghasilkan nilai kekerasan yang kecil disebabkan oleh void atau udara yang terjebak didalam specimen yang mengakibatkan kepadatan atau kerapatan specimen yang kurang baik atau merata (Andhika, 2013; Sutrisno, dkk. 2023).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil temuan dan analisis di atas dapat ditarik beberpa kesimpulan sebagai beikut: 1) Hasil bending maksimal didapat pada sampel A3 yaitu dengan nilai max force 74,7 N, sementara nilai paling rendah berada di sampel A2 yaitu dengan nilai 61,2 N, kekuatan kompresi maksimal terjadi pada sampel A2 yaitu dengan nilai 0,644 N/mm2 dan yang terendah berada pada sampel A3 yaitu dengan nilai 0,360 N/mm2 ini dapat terjadi dikarenakan campuran serbuk kaca pada sampel A2 lebih banyak dibandingkan dengan sampel A1 dan A3. Untuk sampel A3 mendapat nilai terkecil dikarenakan campuran serbuk kacanya sedikit menyebabkan sampel uji tidak kuat dalam menahan beban. Jika ingin membuat karakter komposit dengan nilai bending yang bagus maka campuran fly ash harus lebih dominan; 2) Harga impak tertinggi berada pada sampel uji A2 sebasar 1,45 J/mm2 itu artinya sampel uji sangat lemah dalam menerima beban impack, ini dikarenakan komposisi pada sampel uji ini banyak serbuk kaca. nilai terendah didapat pada sampel uji A3 yaitu dengan nilai 1,27 J/mm2 ini terjadi akibat banyaknya kandungan fly ash pada sampel uji dibanding dengan sampel A1 dan A2, dapat dilihat bahwa penambahan fly ash ini berpengaruh terhadap kekuatan impack..

Saran

Penulis memberikan beberapa rekomendasi dari data yang dikumpulkan yang diharapkan dapat dipertimbangkan dalam penelitian dan pengembangan gabungan, antara lain sebagai berikut: 1) Penelitian dan pengembangan pada metode pembuatan komposit masih perlu dilakukan guna untuk meningkatkan karakteristik komposit terhadap sifat mekanik, sehingga mendapatkan hasil yang lebih baik lagi; 2) Pengembangan penelitian perlu dilakukan kembali dengan variasi sampel uji dan fraksi berat yang berbeda sehingga didapatkan hasil yang berbeda guna sebagai pembanding hasil-hasil penelitian sebelumnya untuk mengetahui nilai terbaik dan campuran manakah yang menghasilkan komposit yang lebih baik.

REFERENSI

Andhika, A. R. (2013). Pengaruh Kandungan Partikel Terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Geopolimer *Fly ash-Ripoxy*.

ASTM D 6110-10, "*Standard Test Method For Datermining the Charpy Impack Resistance of Notched Specimens of Plastics".*

ASTM D – 2204, "*Standard Test Method For Rubber Property – Durometer Hardeness".*

American Standard Testing and Material. 2002. "*Standard Test Method For Flexural Properties of Polymer Matriks Composite".*

Harahap Veryyon. 2021. "*Pembuatan Material Komposit BAFE12019/ZNO Pada Bidang Radiologi".* Malang : Ahlimedia pres

Lawrence H. Van Vlack. 1981. ''*Ilmu dan TeknologiBahan".* Ed. 5,. Indonesia : Erlangga.

Martin D.J Sumajouw & Servie O. Dapas *"Elemen Beton Bertulang Geopolymer".* Ed. 1,. Yogyakarta : Cv. Andi offside

Mahanani, Riski Wisnu. 2015. *"Pengaruh Serbuk Kaca Sebagai SubtitusiSebagai Agregat Halus dan Sebagai Filler Terhadap Sifat Mekanik Beton Denga Tambahan Superplasticizer".* Universitas Atma Jaya Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil

Setiawan, A., Savetlana, S., & Ibrahim, G. A. (2013). Pengaruh Ukuran Butir Serbuk Fly Ash Terhadap Kekuatan Impact Bahan Komposit Bermatriks Epoxy. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, *1*(4).

Sofyan, Bondan, T. 2011.*" Pengantar Material Teknik,* Jakarta selatan *:* Salemba Teknika

Sutrisno, T. A., Cahyono, N. D., Widi, K. A., Rahmadianto, F., Febritasari, R., & Pohan, G. A. (2023). Analisa Pengaruh Variasi Penambahan Fly Ash Terhadap Kekuatan Impact Pada Material Komposit Resin Polyester Berpenguat Serat Kulit Jagung. *Journal Of Mechanical Engineering Manufactures Materials And Energy*, 7(1), 27-35.

Syamsul Hadi, M,T., Ph.D 2016. "*Teknologi Bahan".*Ed. 1,. Yogyakarta : Cv. Andi offside

Sani, Abdullah, Ridwan. 2019. *"Karakteristik Material".* Jakarta: Bumi Aksara.

Sari, Nasmi Herlina. 2018. *"Material Teknik".* Ed.1,. Yogyakarta : Deepublish

Sari, Nasmi Herlina. 2021. "*Polimer Termoset*". Yogyakarta : Cv Budi Utama