

Pemanfaatan Limbah Elektronik Jenis Optik (*Screenprotector Smartphone*) Sebagai *Filler* pada *Polyester Matrix Composites*

Fauzan Ridhoni^{1*}, Ilham Ary Wahyudi¹, Masdani¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : fushionfauzan@gmail.com

Received : 2 Desember 2024; Received in revised form : 19 Juli 2024;

Accepted : 22 Agustus 2024

Abstract

This research aims to test and evaluate the toughness of composite material reinforced with optical type electronic waste (screen protector) with variations in the length and weight of the screen protector pieces as filler. The impact testing method in accordance with the ISO-179 standard. In this research, the composite variation used was a resin and catalyst ratio of 10:2. Based on the experimental results of this research, it can be concluded that the impact testing results of the 2 process parameters tested, namely waste length and waste weight, the most optimal impact test toughness value occurs in the factorial Taguchi L_9 design specimen, namely waste length (12.5 cm), waste weight (62 grams). This research has a time limit until the end of the research without involving further development or implementation stages. It is hoped that the results of this research will provide a better understanding of the strength and toughness of optical type electronic waste reinforced composite materials (screen protectors) with variations in the length and weight of the screen protector pieces, as well as contribute to the development of better composite materials in the future.

Keywords: Composite; Impact Test; Screenprotector Fiber.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan mengevaluasi ketangguhan material komposit berpenguat limbah elektronik jenis optik (*screen protector*) dengan variasi panjang dan berat potongan *screen protector* sebagai *filler*. Metode pengujian impak sesuai dengan standar ISO-179. Dalam penelitian ini, variasi komposit yang digunakan adalah perbandingan resin dan katalis yaitu 10:2. Berdasarkan hasil eksperimen dari penelitian ini, hasil pengujian impak dari 2 parameter proses yang diuji yaitu panjang limbah dan berat limbah, nilai ketangguhan uji impak paling Optimum terjadi pada spesimen desain factorial taguchi L_9 , yaitu panjang limbah(12,5 cm), berat limbah (62 gram). Penelitian dilakukan dengan mematuhi standar keselamatan yang relevan dan mempertimbangkan dampak lingkungan yang mungkin timbul. Penelitian ini memiliki batasan waktu hingga akhir penelitian tanpa melibatkan tahap pengembangan atau implementasi lanjutan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai kekuatan dan ketangguhan material komposit berpenguat limbah elektronik jenis optik (*screen protector*) dengan variasi panjang dan berat potongan *screen protector*, serta memberikan kontribusi pada pengembangan material komposit yang lebih baik di masa depan.

Kata kunci: Komposit; Serat Screen Protector; Uji Impak.

1. PENDAHULUAN

Dalam era modern yang didominasi oleh perkembangan teknologi, limbah elektronik menjadi salah satu tantangan utama yang perlu diatasi. Di antara berbagai jenis limbah elektronik, *screen protector* (pelindung layar) menjadi fokus penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk menguji

dan mengevaluasi ketangguhan material komposit berpenguat limbah elektronik jenis optik, dengan fokus pada *screen protector*, yang umumnya terdiri dari serat polyester [1].

Ketangguhan material komposit sangat penting dalam aplikasi industri, terutama dalam konteks kekuatan dan daya tahan terhadap impak. Penelitian ini

menggunakan metode pengujian impak sesuai dengan standar ISO-179 untuk mengevaluasi ketangguhan material komposit berpenguat serat poliester yang berasal dari limbah elektronik. Variasi dalam penelitian ini mencakup perbandingan resin dan katalis sebesar 10:2, dengan penelitian lebih lanjut terfokus pada variasi panjang dan berat potongan *screen protector* sebagai filler, yang diimplementasikan dengan metode Taguchi [2].

Namun, perlu dicatat bahwa penelitian ini memiliki batasan tertentu. Fokus penelitian hanya terbatas pada material komposit berpenguat limbah elektronik jenis optik (*screen protector*). Pengujian tidak mencakup material komposit dengan penguat lainnya, dan penelitian ini tidak membahas aspek produksi atau konstruksi material komposit. Selain itu, aspek keselamatan dan perlindungan lingkungan menjadi perhatian utama, dengan penelitian ini mematuhi standar keselamatan yang relevan dan mempertimbangkan dampak lingkungan yang mungkin timbul [3].

Penelitian ini diarahkan pada pengembangan pemahaman yang lebih baik mengenai kekuatan dan ketangguhan material komposit berpenguat limbah elektronik jenis optik (*screen protector*). Diharapkan bahwa hasil penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi pada bidang akademis, tetapi juga dapat mendukung pengembangan material komposit yang lebih unggul dan berkelanjutan di masa depan. Penelitian ini memiliki batasan waktu yang telah ditetapkan, dan fokus utamanya adalah pada tahap pengujian dan evaluasi

material, tanpa melibatkan pengembangan atau implementasi lanjutan [4].

Para peneliti memeriksa kemungkinan penggunaan limbah elektronik sebagai filler dalam komposit. Penelitian ini membentuk dasar untuk penelitian ini. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa limbah elektronik jenis optik, seperti *screen protector smartphone*, memiliki potensi untuk digunakan sebagai filler dalam matriks poliester dengan memenuhi persyaratan fisik dan mekanik yang diperlukan [5].

Uji impak adalah percobaan dengan beban langsung menumbuk spesimen untuk mengukur keuletan spesimen dan mengumpulkan data tentang dampak penumbukkan.

Spesimen ditempatkan di bawah, dan beban digambarkan sebagai pukulan pendulum yang dilepaskan dari posisi tegak pada ketinggian h . Setelah dilepaskan dari posisi awalnya, bandul pendulum menumbuk spesimen dan mematahkan spesimen pada notch spesimen, yang merupakan titik konsentrasi tegangan untuk kecepatan pukulan impak yang tinggi. Setelah itu, bandul pendulum mengayun terus hingga mencapai posisi tertingginya, h' , yang dikenal sebagai *slope*.

2. METODE PENELITIAN

Pada tahapan ini parameter proses yang digunakan ada 2 parameter proses, yang dilakukan dalam proses penelitian pengujian impak terhadap komposit dengan filler potongan *screen protector* [6]. Dari masalah tersebut akan ditentukan parameter-parameter yang akan digunakan pada Tabel 1.

Table 1. Nilai Level Dan Faktor Proses Yang Diuji

Faktor	Level		
	1	2	3
Panjang Limbah(cm)	10	12,5	15
Berat Limbah(gram)	0,62	0,66	0,92

Bahan yang digunakan dalam penelitian ada tiga. Pertama, potongan *screen protector* sebagai filler komposit. Bahan filler yang digunakan untuk melindungi layar terbuat dari bahan seperti

kaca *tempered* atau plastik *poliuretan*, yang dimaksudkan untuk memberikan perlindungan fisik pada layar perangkat elektronik [7]. Limbah potongan *screen protector* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Limbah Potongan Screen Protector

Kedua, resin polyester BQTX 157. Resin yang digunakan bertindak sebagai matriks dan menjadi perekat komposit. Selain itu, resin menahan serat dengan baik [8]. Terakhir adalah katalis untuk mempercepat pengerasan komposit,

katalis/hardener digunakan. Mengandung senyawa yang disebut MEKPO (Metyl Etyl Keton Peroksida), yang biasanya dijual bersamaan dengan resin [9]. Resin dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan katalis dapat dilihat pada Gambar 3.



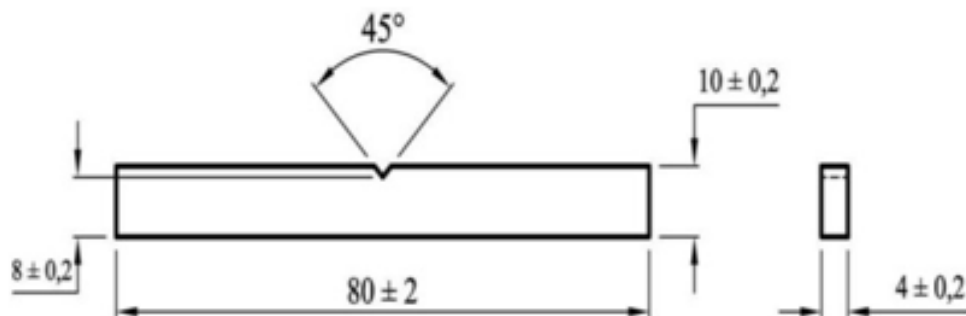
Gambar 2. Resin Polyester BQTX 157



Gambar 3. Katalis

Desain penelitian yang akan dilakukan pencetakan menggunakan cetakan Dimensi dan ukuran spesimen Uji Impact ISO 179-1

dengan dimensi $80 \pm 2 \times 4 \text{ mm}$ [10]. Desain penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pegambilan data penelitian ini dilakukan dengan cara mencetak spesimen/benda kerja uji dengan berbagai kombinasi faktor yang telah ditentukan pada pengujian dampak sesuai dengan standar ISO-179. Adapun faktor yang terpilih untuk dikombinasikan yaitu Panjang (cm), Berat (gram).

Tabel 2 digunakan untuk mencetak spesimen/benda uji ketangguhan. Selanjutnya spesimen dicetak tiga replikasi setiap eksperimennya. Data level setiap faktor menentukan komposisi setiap cetakan uji dampak. *G-code* tersebut dimasukkan ke mesin *3D printing* untuk proses pencetakan. Proses pencetakan benda uji ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 2. DoE Taguchi Penelitian L₉

Eksperimen	Panjang Limbah (cm)	Berat Limbah (gram)
1	10cm	0.62g
2	10cm	0.66g
3	10cm	0.92g
4	12.5cm	0.62g
5	12.5cm	0.66g
6	12.5cm	0.92g
7	15cm	0.62g
8	15cm	0.66g
9	15cm	0.92g

Pengolahan data hasil pengujian dilakukan untuk mendapatkan faktor proses yang paling berpengaruh terhadap hasil uji dampak dengan metode taguchi. Proses pengolahan data ini menggunakan software analisis, dimana hasil dari data pengujian pada Tabel 3 dimasukkan kedalam software analisis *Minitab* guna mendapatkan hasil

respon *Mean Plot* dan *S/N Ratio* dengan kualitas "*nominal is best*" karena semakin mendekati angka nominal yang ditentukan Semakin baik, nilai selisih yang mempunyai Selisih nilai paling mendekati pada spesimen maka nilai ketangguhan yang dihasilkan semakin baik. Hasil dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 3. Hasil Pengujian Uji Dampak

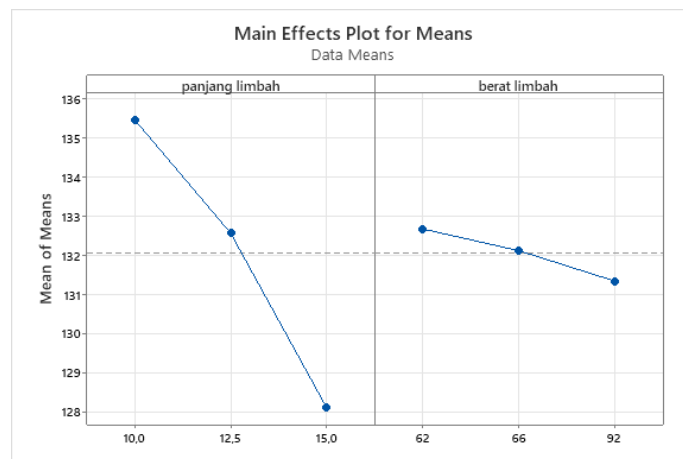
Eksp	Faktor		Replikasi (Mpa)			Jumlah	Mean
	Panjang limbah	Berat limbah	1	2	3		
L1	1	1	131	133	141	405	141
L2	1	2	134	135	132	401	132
L3	1	3	136	137	140	413	140
L4	2	1	136	134	133	403	133
L5	2	2	129	129	136	394	136
L6	2	3	132	133	131	396	131
L7	3	1	130	129	127	386	127
L8	3	2	128	135	131	394	131
L9	3	3	128	115	130	373	130
Rata-rata							1.201

	panjang limbah	berat limbah	Nilai Kekutan Impak_1	Nilai Kekutan Impak_2	Nilai Kekutan Impak_3
1	10,0	62	131	133	141
2	10,0	66	134	135	132
3	10,0	92	136	137	140
4	12,5	62	136	134	133
5	12,5	66	129	129	136
6	12,5	92	132	133	131
7	15,0	62	130	129	127
8	15,0	66	128	135	131
9	15,0	92	128	115	130

Gambar 5. Data Hasil Uji Impak dari Software Minitab 20

Data hasil pengujian dilakukan untuk memperoleh pengaturan faktor proses yang optimum dan berpengaruh terhadap hasil uji dampak dengan metode Taguchi. Pengolahan data ini menggunakan software analisis, dimana nilai hasil pengujian tersebut

dimasukkan kedalam software analisis minitab20 untuk mendapatkan hasil Mean Plot dan S/N Ratio. Tampilan Analyze Taguchi Design menampilkan hasil Mean Plot di tunjukan pada Gambar 6 dan hasil perhitungan pada Tabel 4.



Gambar 6. Grafik Mean Plot

Tabel 4. Mean Plot

Level	Panjang Limbah (cm)	Berat Limbah (gram)
1	135,4	132,7
2	132,6	132,1
3	128,1	131,3
Delta	7,3	1,3
Rank	1	2

Berdasarkan Gambar 6 dan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa parameter yang sangat berpengaruh adalah Panjang Limbah.

Faktor proses yang sangat berpengaruh sesuai dengan kualitas "nominal is best" secara berurutan ditunjukkan pada Tabel 5.

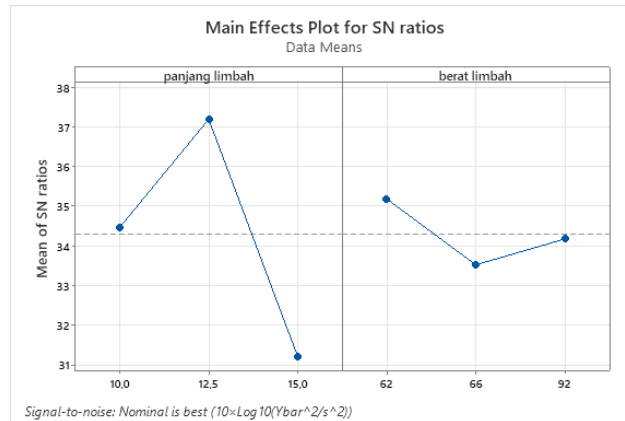
Tabel 5. Nilai Faktor

	Faktor	Nilai Optimum	Nilai S/N Ratio
1	Panjang Limbah	(10 cm)	135,4
2	Berat Limbah	(62 gram)	132,7

Berdasarkan Gambar 7 faktor yang berpengaruh terhadap hasil uji dampak

spesimen yaitu panjang limbah (12,5 cm), berat limbah (62 gram). Berdasarkan Tabel 6

parameter yang berpengaruh paling besar terhadap hasil uji impak spesimen secara berturut-turut yaitu ditunjukkan pada Tabel 7.



Gambar 7. Grafik S/N Ratio

Tabel 6. S/N ratio

Level	Panjang Limbah (cm)	Berat Limbah (gram)
1	34,46	35,18
2	37,18	33,51
3	31,21	34,16
Delta	5,96	1,66
Rank	1	2

Tabel 7. Nilai faktor

Faktor	Nilai Optimum	Nilai S/N Ratio
1 Panjang Limbah	(12,5 cm)	37,18
2 Berat Limbah	(62 gram)	35,18

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa hasil pengujian impak dari 2 parameter proses yang diuji yaitu panjang limbah, berat limbah, dengan tiga level faktor sangat berpengaruh pada pengujian impak terhadap faktor tersebut. Dengan urutan faktor paling berpengaruh terhadap komposisi potongan *screen protector* sebagai filler pada komposit berturut yaitu: panjang limbah dan berat limbah. Nilai ketangguhan uji impak paling optimum terjadi pada spesimen desain *factorial taguchi L9*, yaitu panjang limbah(12,5 cm), berat limbah (62 gram).

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Wahyono Pusat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Gedung

Geotech, K. Pusiptek, and T. Selatan, "Kebijakan Pengelolaan (Sri Wahyono) Kebijakan Pengelolaan Limbah Elektronik Dalam Lingkup Global Dan Lokal Electronic Waste Management Policies in the Scope of Global and Local."

[2] "Pengaruh Parameter Proses 3d Printing Terhadap Kekuatan Impak Menggunakan Metode Charpy Pada Filamen Pla The Influence Of 3d Printing Process Parameters On Impact Strength Using The Charpy Method In Pla Filaments."

[3] M. Hikmat, S. Rostam, and Y. M. Ahmed, "Investigation of tensile property-based Taguchi method of PLA parts fabricated by FDM 3D printing technology," *Results in Engineering*, vol. 11, p. 100264, Sep. 2021, doi: 10.1016/J.RINENG.2021.100264.

-
- [4] R. Febrian, Y. Y. Tanoto, V. Filbert, And N. Adriel, "Optimasi Multirespon Pada Proses 3d Printing Material Pla Dengan Metode Taguchi Grey," *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 13, No. 2, Pp. 577-588, Sep. 2022, Doi: 10.21776/Jrm.V13i2.1113.
- [5] "barsom1968".
- [6] "Program Studi Magister Teknik Mesin Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa 2023 Innovation In Utilizing Composite Materials as Sound Absorbing Materials with Various Wastes."
- [7] R. Gardon, "Variation of Densities and Refractive Indices in Tempered Glass."
- [8] "D21115711_skripsi_07-10-2022 1-2".
- [9] "LAMPIRAN 1 Perhitungan kadar konstituen."
- [10] "Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Komposit Serat Lidah Mertua Terhadap."