

ANALISA KEKUATAN MEKANIS KOMPOSIT SERAT JEANS MENGGUNAKAN VARIASI LAMINASI 2,4 DAN 6 DENGAN *HOLLOW GLASS MICROSPHERE-EPOXY* SEBAGAI MATRIKS

Alfen husnadi¹, I Komang A.W²

Program Studi Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : alfenlibel@gmail.com

I. ABSTRAK

Komposit merupakan gabungan dua atau lebih material yang berbeda menjadi suatu kesatuan yang menyatu dan memiliki sifat-sifat baru yang lebih baik dari unsur pembentukannya. Material komposit memberikan banyak inovasi di dunia Teknik seperti memberi keunggulan dalam kualitas dan umur yang panjang. Mendaur ulang kapas adalah solusi lain untuk masalah Industri pemintaan tenun dan pakaian menghasilkan sejumlah besar limbah serat, benang dan kain katun. Telah ditunjukkan bahwa limbah kapas dapat ditambahkan sebagai penguat untuk menghasilkan komposit serat. Konfigurasi dari komposit yang akan digunakan sendiri akan terdiridari matriks HGM-Epoxy dengan penguat serat jeans/kapas. Penggunaan HGM atau Hollow Glass Microsphere sudah terbukti dapat merendam energi impact.

Pada penelitian ini menggunakan metode *hand lay up* dengan variasi 2 layer, 4 layer, 6 layer. Pengujian yang digunakan pada penelitian ini antara lain, uji tarik, uji impact, dan uji SEM-EDX. Ditinjau dari data pengujian Uji Tarik serat jeans/kapas yang memiliki nilai paling tinggi yaitu lapisan variasi laminasi 6 layer dengan data rata-rata *Tensile Strength* sebesar 1,34 Kgf/mm² dan *Elongation* sebesar 6,43 % .Sementara itu data terendah dimiliki oleh variasi laminasi 2 layer dengan data rata-rata *Tensile Strength* sebesar 1,09 Kgf/mm² dan *Elongation* sebesar 5,56 % . Untuk data hasil pengujian Impact yang memiliki nilai tertinggi adalah variasi laminasi 6 layer dengan data rata-rata Harga Impact sebesar 0,0297 joule/mm dengan energi yang diserap sebesar 2,9648 joule. Sementara itu data terendah dimiliki oleh variasi laminasi 2 layer dengan data rata-rata Harga Impact sebesar 0,0269 joule/mm dengan energi yang diserap sebesar 2,6856 joule. Untuk hasil data hasil uji SEM Komposit serat jeans matriks *hgm-epoxy* pada jumlah lapisan 2 layer memiliki kandungan Oxygen tertinggi dengan kadar Oxygen sebesar 39,163% sedangkan kandungan Oxygen terendah pada jumlah lapisan 6 layer dengan kadar Oxygen sebesar 38,179%

Kata Kunci : Komposit, Serat jeans, *Tensile Strength*, uji impact, uji SEM-EDX

II. PENDAHULUAN

Komposit laminasi adalah komposit yang terdiri dari beberapa macam laminasi atau lapisan yang diorientasikan dalam arah yang diinginkan dan digabungkan bersama sebagai sebuah unit struktur. Penelitian sebelumnya mengenai komposit laminasi pernah dilakukan oleh (Soemardi T.P. 2009), menyimpulkan bahwa dari sisi kekuatan tarik dan modulus elastisitas, komposit lamina serat rami epoksi sangat berpeluang untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan alternatif.

Akhir-akhir ini komposit dengan penguat serat alam menjadi suatu hal yang banyak dikaji karena meningkatnya pemahaman masyarakat umum untuk mengurangi jejak karbon dan penggunaan bahan yang tidak alami yang dapat menghasilkan peningkatan limbah. Pengaplikasian dari serat alam ini sendiri dapat diperoleh dengan

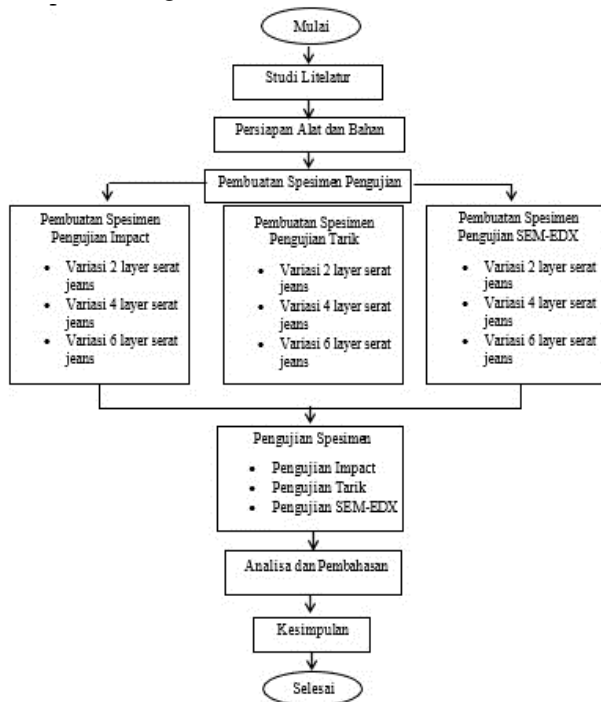
memilih serat, matriks, aditif dan metode produksi yang sesuai karena selain kompleksitas struktur serat bahkan tampilan mekanis yang berbeda dapat diperoleh pada serat yang sama walaupun dengan pengikat yang berbeda (Diana, dkk 2015). Disisi lain material komposit memiliki kelemahan diantaranya adalah proses pemesinan sulit dan tidak dapat didaur ulang sehingga memerlukan teknologi yang tinggi dan biaya untuk mendapatkan hasil yang baik.

Konfigurasi dari komposit yang akan digunakan sendiri akan terdiri dari matriks HGM-Epoxy dengan penguat serat jeans/kapas. Penggunaan HGM atau Hollow Glass Microsphere sudah terbukti dapat merendam energi impact. Penelitian tentang HGM sendiri pernah dilakukan oleh Jatra Ananta Pada tahun 2019, mengenai kemampuan komposit yang terbuat dari komposit HGM 16%, dengan ketebalan 25 mm dapat

menyerap energi kinetik peluru sebanyak 149,5 Joule (Jatra Ananta., 2019).

III. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian



IV. HASIL DATA DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian mengenai sifat mekanis pada komposit serat jeans yang menggunakan matriks hgm-epoxy dengan variasi jumlah laminasi yang berbeda, jumlah laminasi serat jeans yang digunakan yaitu 2 layer, 4 layer, dan 6 layer. Untuk pengujian yang dilakukan ada 3 tahap yaitu pengujian kekuatan Tarik, Kekuatan Impact, dan Scanning Elektron Microscopy (SEM). Data yang diperoleh dari hasil pengujian tersebut maka dilakukan pengolahan dan Analisa data sehingga mendapatkan hasil sebagai berikut :

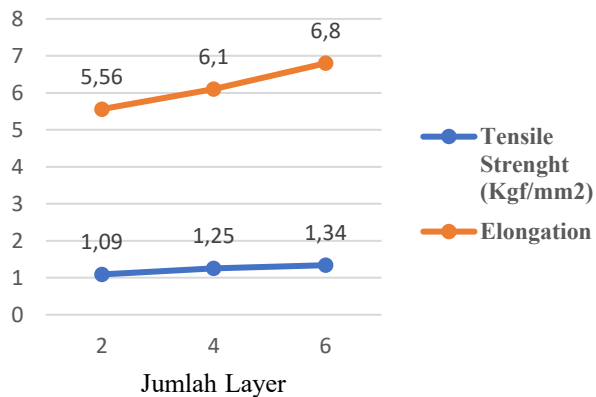
A. Data Hasil Penelitian Uji Tarik

Pada pengujian Tarik yang dilakukan mendapatkan sifat-sifat dari benda uji komposit yaitu kekuatan Tarik tegangan dan regangan, berikut ini merupakan data hasil pengujian Tarik yang telah dilakukan di Laboratorium Pengujian Material Insitut Teknologi Nasional Malang.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tarik

No.	Sampel Uji Tarik	Sampel	Area (mm ²)	Max Force (Kgf)	0,2% Y.S (Kgf/mm ²)	Tensile Strength (Kgf/mm ²)	Elongation (%)
1	2 Layer	A	190	829	0,85	0,99	5,4
		B	190	1135	0,83	0,89	4,6
		C	190	669	1,18	1,40	6,7
Rata-rata				877,66	0,95	1,09	5,56
2	4 Layer	A	190	1262	1,07	1,32	6,9
		B	190	1618	0,97	1,21	4,8
		C	190	1219	1,17	1,22	6,6
Rata-rata				1366,33	1,07	1,25	6,1
3	6 Layer	A	190	1875	1,18	1,36	5,5
		B	190	1845	0,98	1,2	7
		C	190	1333	1,15	1,48	6,8
Rata-rata				1684,33	1,10	1,34	6,43

HUBUNGAN TENSILE STRENGTH DAN ELONGATION TERHADAP JUMLAH LAYER



Bedasarkan grafik diatas data pengujian kekuatan Tarik komposit serat jeans menggunakan matriks hgm-epoxy dengan variasi jumlah lapisan 2 layer, 4 layer, dan 6 layer. Didapatkan perbandingan dari rata-rata harga tensile strength pada grafik diatas. Tensile strength ialah berat atau beban maksimal dalam suatu tegangan yang dapat ditahan oleh material sampai akhirnya patah atau terjadi

deformasi (I ketut Rimpung, 2017). Harga tensile strength pada variasi 2 layer serat jeans mendapatkan rata-rata sebesar 1,09 kgf/mm² dengan kondisi material yang kaku, lalu pada variasi 4 layer serat jeans mengalami peningkatan nilai sebesar 0,16 % dengan nilai rata-rata 1,25 kgf/mm², untuk layer 6 mengalami peningkatan walau tidak terlalu tinggi sebesar 0,09% dengan nilai rata-rata 1,34 kgf/mm². Sementara Elongation adalah perbandingan antara Pertambahan panjang dari panjang semula. Elongation pada variasi 2 layer serat jeans sebesar 5,56%, dan variasi 4 layer serat jeans ini mengalami peningkatan sebesar 0,54% dengan nilai sebesar 6,1% sedangkan pada variasi 6 layer serat jeans juga mengalami peningkatan dari sebelumnya sebesar 7% dengan nilai rata-rata 6,8%. Hal ini bisa disimpulkan semakin banyak jumlah lapisan serat jeans maka elastisitasnya bertambah dan daya tarik yang dihasilkan semakin besar.

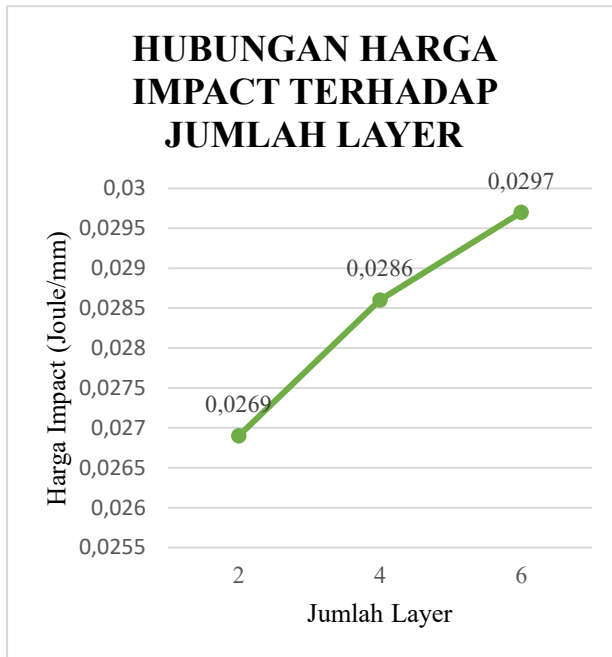
B. Data Hasil Penelitian Uji Impact

Pada pengujian Impact yang dilakukan mendapatkan sifat-sifat dari benda uji komposit yaitu kekuatan Tarik tegangan dan regangan, berikut ini merupakan data hasil pengujian Tarik yang telah dilakukan di Laboratorium Pengujian Material Insitut Teknologi Nasional Malang.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Impact

Jumlah Layer	Nomor Spesimen	Luas (mm ²)	α (°)	β (°)	Energi (Joule)	HI (Joule/mm)
2 Layer Serat Jeans	A	100	45	37	2,9137	0,0291
	B	100	45	37	2,9137	0,0291
	C	100	45	39	2,2296	0,0223
Rata-rata					2,6856	0,0269
4 Layer Serat Jeans	A	100	45	38	2,5755	0,0258
	B	100	45	36,5	3,0799	0,0308
	C	100	45	37	2,9137	0,0291
Rata-rata					2,8563	0,0286

6 Layer Serat Jeans	A	100	45	36,5	3,0799	0,0308
	B	100	45	37,5	2,7455	0,0275
	C	100	45	36,5	3,0799	0,0308
Rata-rata					2,9684	0,0297



Bedasarkan grafik diatas data pengujian kekuatan impact komposit serat jeans menggunakan matriks hgm-epoxy dengan variasi jumlah lapisan 2 layer, 4 layer, dan 6 layer. Didapatkan perbandingan dari rata-rata harga impact pada grafik diatas. Harga impact ialah perbandingan antara energi yang

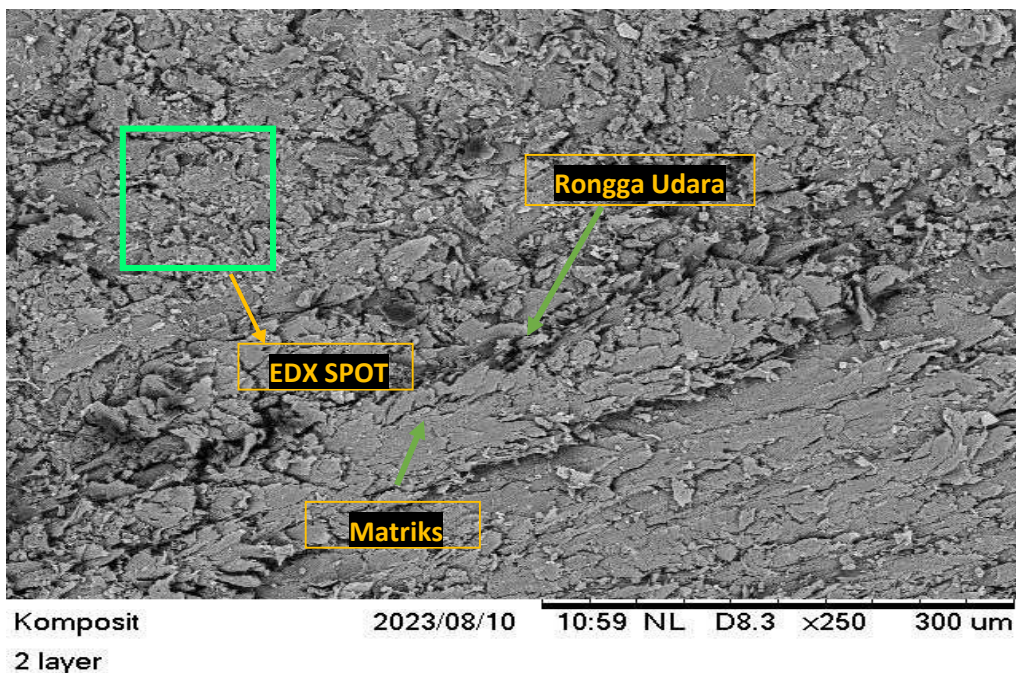
digunakan untuk mematahkan bahan (E) dengan luas penampang sisa setelah diberi perlakuan (Ainur Rosyidin, 2021). Harga impact pada variasi 2 layer serat jeans sebesar 0,0269 joule/mm dengan kondisi material yang kaku, lalu pada variasi 4 layer serat jeans mengalami peningkatan nilai sebesar 0,0017% dari layer sebelumnya dengan harga impact 0,0286 joule/mm, untuk layer 6 mengalami peningkatan walau tidak terlalu tinggi sebesar 0,0011% dengan harga impact 0,0297 joule/mm.

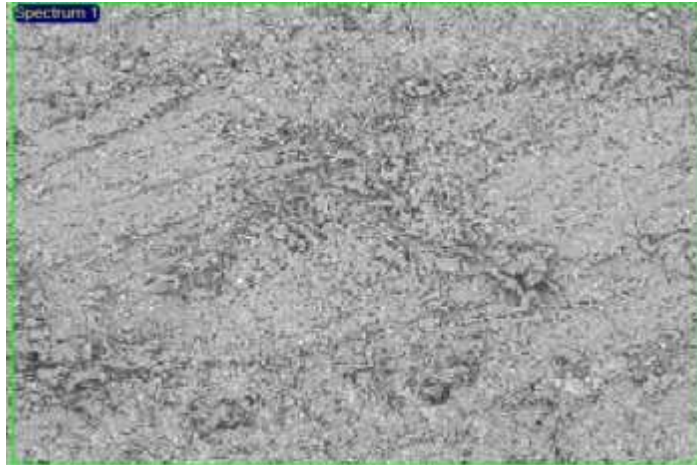
C. Hasil Data Uji SEM

Pada uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan untuk melihat permukaan komposit (Topografi) dengan cara menganalisa gambar hasil uji yang tidak mengenai permukaan saja, tetapi juga mengenai susunan dan cacat pada komposit, melihat struktur antara serat jeans dengan matrik dan juga menganalisa komposisi unsur atau karakteristik kimia dari komposit dengan menggunakan EDX. Sampel yang digunakan untuk uji SEM mengambil masing-masing 1 dari variasi 2, 4, 6 layer yang digunakan.

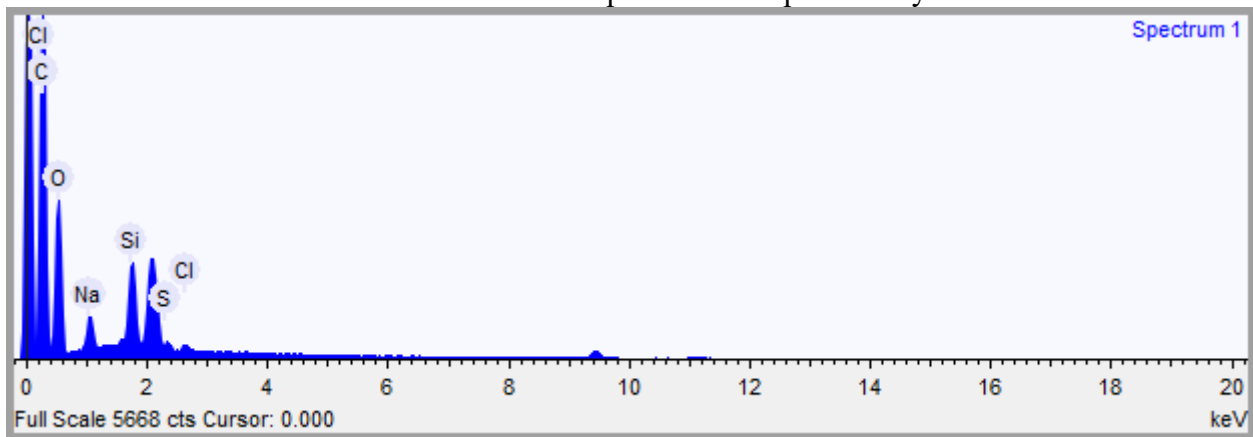
1. Data Hasil SEM-EDX 2 Layer

Data hasil Foto SEM-EDX jumlah lapisan 2 layer dapat dilihat pada gambar dibawah





Gambar 4. 1 Foto Spectrum Komposit 2 Layer



Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	54.820	0.394	63.063
Oxygen	39.163	0.387	33.821
Sodium	1.880	0.067	1.130
Silicon	3.542	0.066	1.743
Sulfur	0.276	0.044	0.119
Chlorine	0.320	0.042	0.125

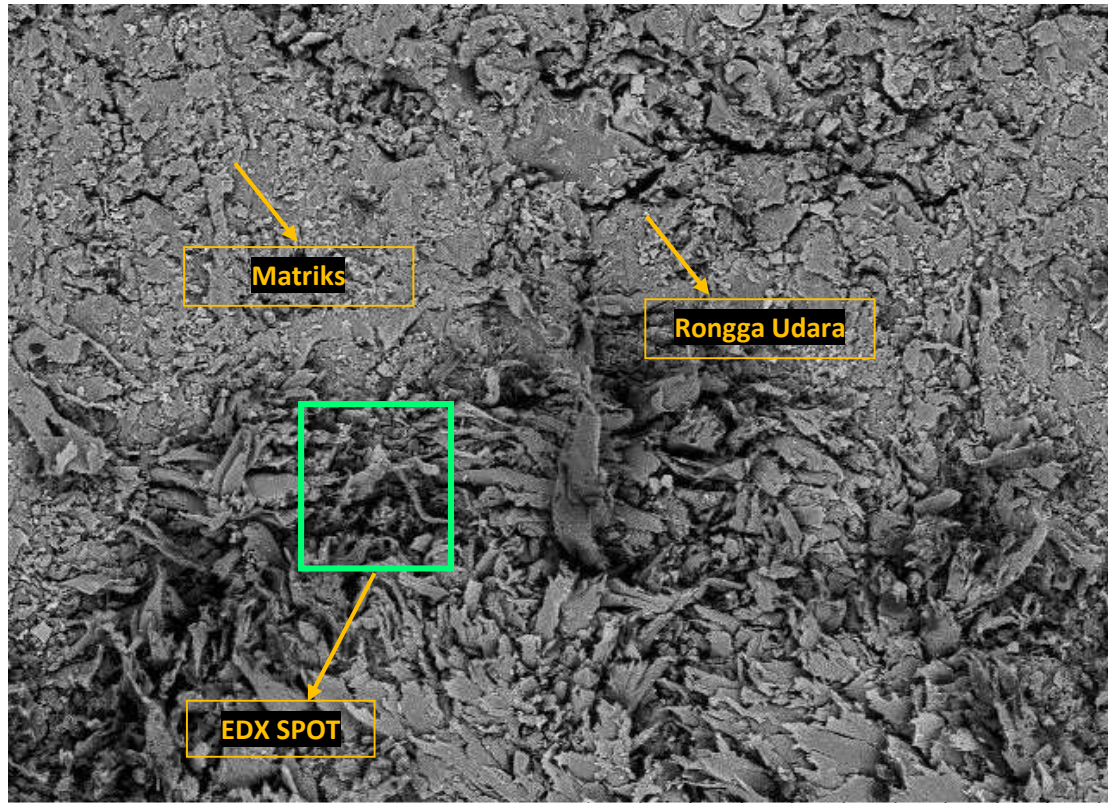
Pada tabel diatas data diperoleh pada pengujian komposisi komposit serat jeans dengan matriksi hgm-epoxy dengan jumlah lapisan 2 layer terdapat perubahan struktur pada lapisan permukaan spesimen uji. Dalam spesimen uji ini mengandung

karbon (C) 54,820 % dengan atomnya sebesar 63,063 %, Oksigen (O) sebesar 39,163%, Sodium (Na) sebesar 1,880%, Silicon (Si) sebesar 3,542%, Sulfur (S) 0,276%, Chlorine (Cl) sebesar 0,320%

2. Data Hasil Pengujian SEM-EDX 4 Layer

Data hasil Foto SEM-EDX jumlah lapisan 4 layer dapat dilihat pada gambar

dibawah

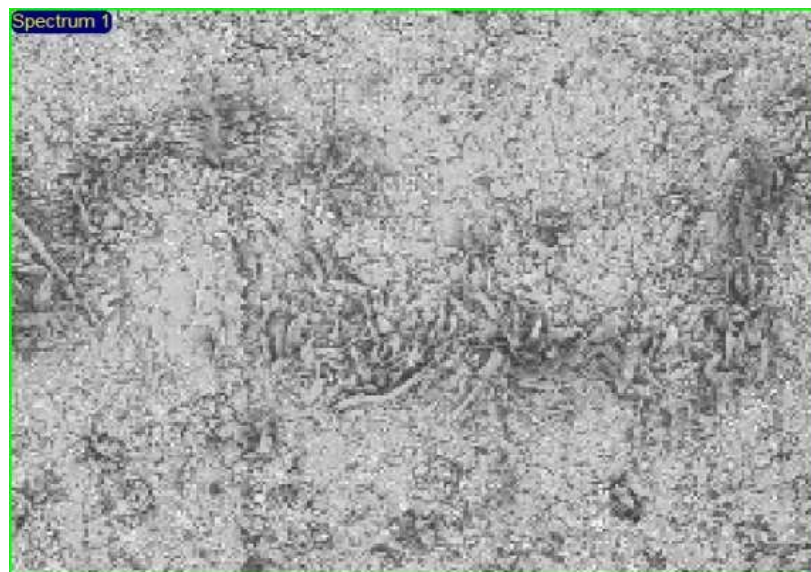


Komposit
4 layer

2023/08/10 11:32 NL D8.1 x250 300 um

Gambar 4. 2 Foto SEM Komposit 4 Layer

Sumber : Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya,
2023

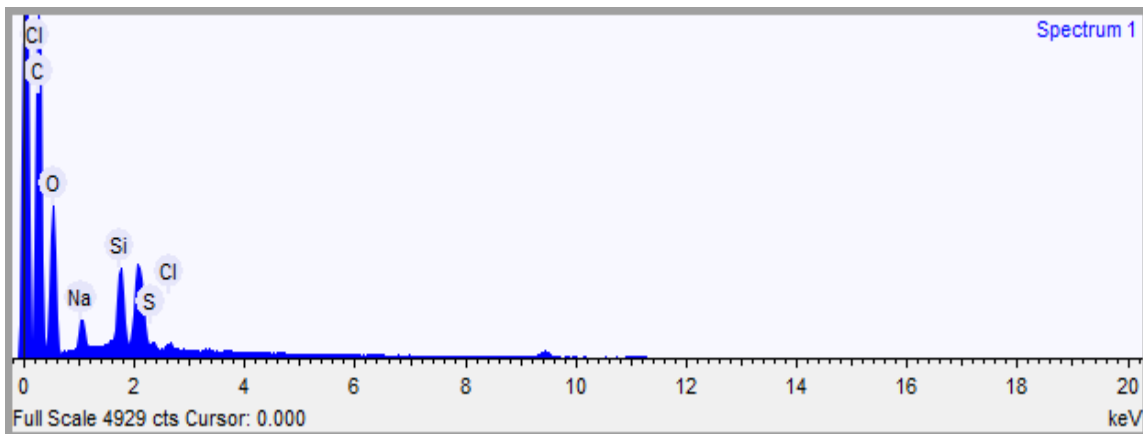


Gambar 4. 3 Foto Spectrum Komposit 4 Layer

Sumber : Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya, 2023

Berdasarkan gambar diatas, hasil uji foto SEM komposit variasi 4 layer, dengan menggunakan perbesaran 250x menunjukkan struktur matriks, hasil tersebut memperlihatkan bahwa matriks tersusun rapat secara sempurna, meskipun terdapat bintang-bintang hitam yang terjadi pada matriks yang disebabkan rongga udara (Void) yang terjebak diantara matriks dan serat, hal tersebut dapat mengurangi kekuatan rekatan antar layer

(Interface) dikarenakan pada bagian tersebut penguat tidak didukung oleh matriks, sedangkan matriks selalu mentransfer tegangan ke penguat, hal seperti ini yang menjadi penyebab terjadinya crack sehingga komposit akan gagal lebih awal, Rongga udara sendiri terbentuk dikarenakan pada proses peletakan serat di atas matriks masih terdapat udara yang terjebak, yang kemudian ditimpa matriks kembali, sehingga udara tersebut tidak dapat keluar.



Gambar 4. 4 Grafik Spectrum Kandungan Komposisi Komposit 4 Layer

Tabel 4. 1 Kandungan Komposisi Komposit 4 Layer

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	55.903	0.424	64.078
Oxygen	38.243	0.418	32.909
Sodium	1.820	0.070	1.090
Silicon	3.397	0.069	1.665
Sulfur	0.260	0.048	0.112
Chlorine	0.377	0.047	0.146

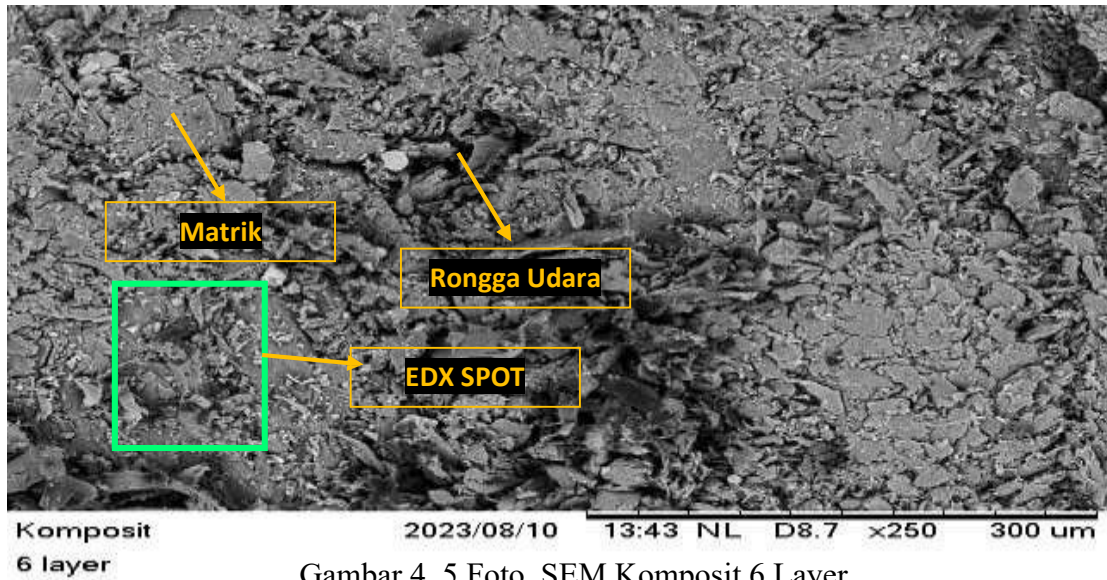
Sumber : Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya, 2023

Pada tabel diatas data diperoleh pada pengujian komposisi komposit serat jeans dengan matriks hgm-epoxy dengan jumlah lapisan 4 layer terdapat perubahan struktur pada lapisan permukaan spesimen uji. Dalam spesimen uji ini mengandung

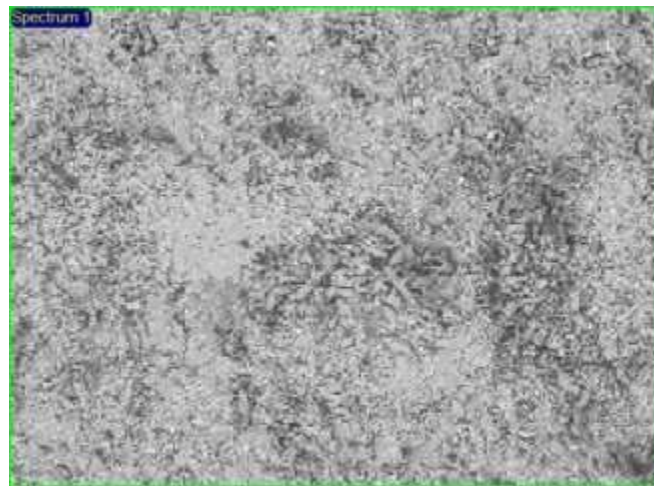
karbon (C) 55,903 % dengan atomnya sebesar 64,078 %, Oksigen (O) sebesar 38,243, Sodium (Ne) sebesar 1,820%, Silicon (Si) 3,397%, Sulfur (S) sebesar 0,260%, Chlorine (Cl) sebesar 0,377%

3. Data Hasil Pengujian SEM-EDX 6 Layer

Data hasil foto SEM-EDX jumlah lapisan 6 layer dapat dilihat pada gambardibawah



Gambar 4. 5 Foto SEM Komposit 6 Layer

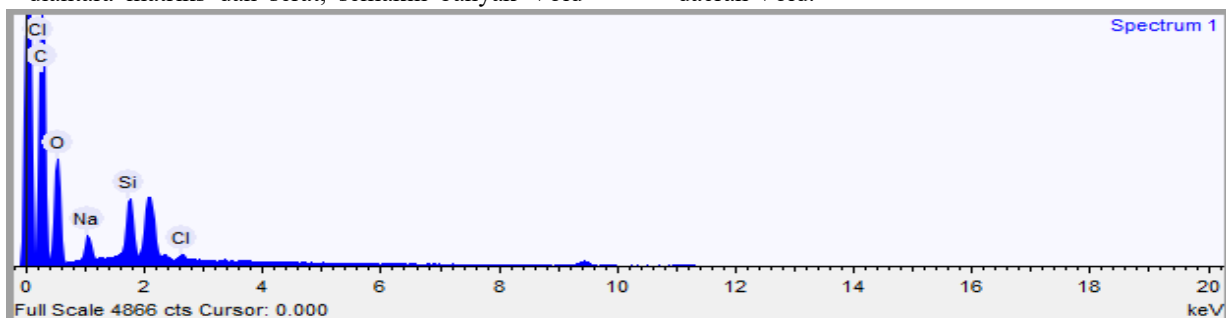


Gambar 4. 6 Foto Spectrum Komposit 6 Layer

Sumber : Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya, 2023

Berdasarkan gambar diatas, hasil uji SEM komposit variasi 6 layer dengan menggunakan perbesaran 250x menunjukkan struktur matriks, hasil tersebut memperlihatkan bahwa matriks tersusun rapat secara sempurna, meskipun terdapat bintik-bintik hitam yang terjadi pada matriks yang merupakan rongga udara (Void) yang terjebak diantara matriks dan serat, semakin banyak Void

maka komposit semakin rapuh dan apabila sedikit Void yang terbentuk semakin kuat, Void juga dapat mempengaruhi ikatan antara partikel dan matriks, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat matriks tidak mampu mengisi ruang kosong, bila komposit menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah Void.



Gambar 4. 7 Grafik Spectru Kandungan Komposisi Komposit 6 Layer

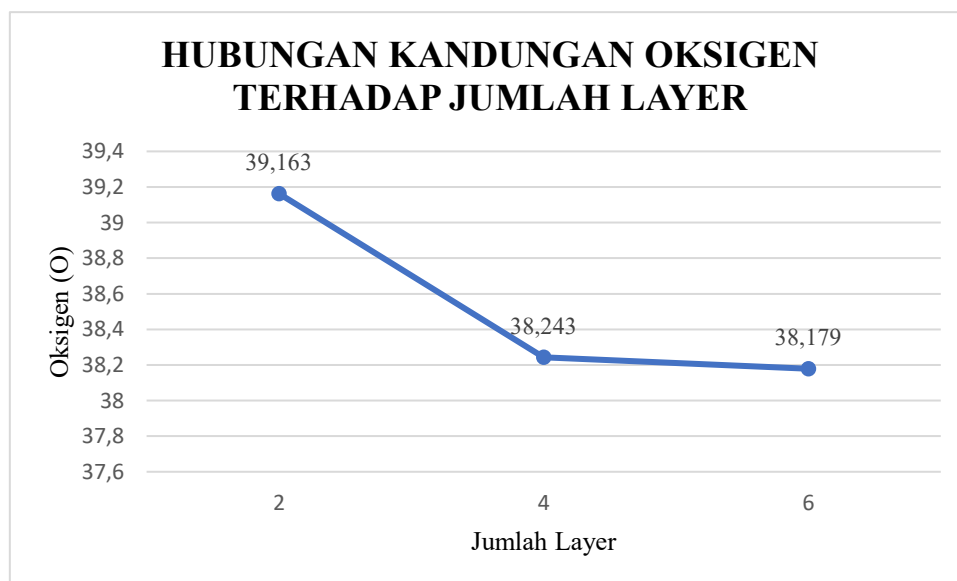
Tabel 4. 2 Kandungan Komposisi Komposit 6 Layer

Element	Weight %	Weight % σ	Atomic %
Carbon	55.941	0.428	64.107
Oxygen	38.179	0.422	32.847
Sodium	1.939	0.072	1.161
Silicon	3.488	0.071	1.709
Chlorine	0.453	0.049	0.176

Sumber : Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya, 2023

Pada tabel diatas data diperoleh pada pengujian komposisi komposit serat jeans dengan matriks hgm-epoxy dengan jumlah lapisan 2 layer terdapat perubahan struktur pada lapisan permukaan spesimen uji. Dalam spesimen uji ini mengandung

karbon (C) 55,903 % dengan atomnya sebesar 64,078 %, Oksigen (O) sebesar 38,179, Sodium (Ne) sebesar 1,939%, Silicon (Si) 3,488%, Chlorine (Cl) sebesar 0,453%



Gambar 4. 8 Persentase Kandungan Oksigen Komposit Serat Jeans

Sumber : Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya, 2023

Dari grafik diatas hasil pengamatan SEM-EDX hasil kandungan oksigen pada komposit serat jeans dengan matriks hgm-epoxy dan jumlah lapisan 2 layer menunjukkan kandungan oksigen sebesar 39,168 % , lalu pada jumlah lapisan 4 layer mendapatkan hasil nilai kandungan oksigen sebesar 38,243 % , hal ini menunjukkan kadar oksigen mengalami penurunan sangat tinggi sebesar 0,92 % . Lalu pada jumlah lapisan 6 layer mendapatkan hasil

dengan nilai kandungan oksigen sebesar 38,179, ini menunjukkan kadar oksigen mengalami penurunan terlus walau tidak jauh dari sebelumnya sebesar 0,064%. Hal ini menunjukkan komposit serat jeans dengan matriks hgm-epoxy jumlah lapisan 6 layer mempunyai presentase kandungan oksigen paling rendah.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian kekuatan tarik, ketahanan impact, dan Scanning Elektron Microscopy (SEM) terhadap komposit serat jeans dan matrik hgm-epoxy dengan variasi jumlah lapisan 2 layer, 4 layer, dan 6 layer maka dapat di dapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Kekuatan tarik terbesar di dapat pada jumlah lapisan 6 layer menghasilkan kekuatan tarik sebesar 1,34 kgf/mm² dengan beban maksimal 1684,33 kgf sedangkan pada jumlah lapisan 2 layer paling rendah menghasilkan kekuatan tarik sebesar 1,09 kgf /mm² dengan beban maksimal 877,66 kgf
2. Ketahanan impact terbesar di dapat pada jumlah lapisan 6 layer menghasilkan harga impact sebesar 0,0297 joule/mm dengan energi sebesar 2,9684 joule sedangkan pada jumlah lapisan 2 layer paling rendah menghasilkan harga impact sebesar 0,0269 joule/mm dengan energi sebesar 2,6856 joule
3. Komposit serat jeans matriks hgm-epoxy pada jumlah lapisan 2 layer memiliki kandungan oxygen tertinggi dengan kadar oxygen sebesar 39,163 sedangkan kandungan oxygen terendah pada jumlah lapisan 6 layer dengan kadar oxygen sebesar 38,179..

5.1 Saran

Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian komposit selanjutnya, diantaranya :

1. Meminimalisir terjadinya

rongga udara (Void) pada komposit yang akan dibuat sehingga akan meningkatkan kekuatan komposit

2. Diberikan penekanan secara perlahan agar serat tidak langsung tenggelam kedalam resin

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Surya Maulan, Arif Wibi Sana dan Zubaidi Kaelani, 2015. Identifikasisifat fisik termal serat-serat selulosa untuk pembuatan komposit. : (81)
- [2] Breeze, J., Gibbons, A.J., Shieff, C., Banfield, G., Bryant, D.G., Midwanter, M.J., *Combat-related Cranio Facial and Cervical Injuries: a 5-year review from the British military*. The Journal of Trauma Injury, Infection , and Critical Care, 2011.
- [3] Chabba, S., Es, M., Klinken, E.J., Jongedijk, M.J., Vanek, D.,Gijnsman, P., Waals, A.C.L.M., Accelerated aging study of ultra high molecular weight polyethylene yarn and unidirectional composites for ballistic applications. Journal of Materials Science 42, 2891e2893. 2007.
- [4] Geng Lin, Huang Lu-jun. 2010., Effects of Mg content on microstructure and mechanical properties of Al₂O₃Al-Mg composites fabricated by semi-solid stirring technique. *School of Materials Science and*

Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China.

[5] Gibson, Ronald F. *Principle of Composite Material Mechanics*. New York: McGraw-Hill. 1994. 27-29

[6] Lewis, E.A., *Between Iraq and a hard plate: recent developments in UK military personal armour*. In: personal Armour Systems Symposium 2006. The Royal Armouries, Leeds, UK. 2006.

[7] Muhammad anhar pulungan dan sutikno, 2017. Pengaruh ketebalan terhadap daya serap energi impak pada rompi anti peluru yang terbuat dari kompositi HGM- Epoxy dan serat karbon.

Jurnal Inotera, Vol. 2, No. 2, Juli-Desember 2017 : (34)

[8] Ninis Nurhidayah, 2016. Pengaruh variasi fraksi volume serat daun lontar (*borassus flabelifer*) terhadap sifat fisik dan sifat mekanik komposit *Polyester* : (52-54)

[9] P.K. Mallick. *Fiber-Reinforced Composites*. CRC press Taylor & Francis Group 2008, hal 24-40.

[10] Sarifudin, SA. Tarkono dan Sugiyanto. 2015. Analisa Perilaku Mekanik Komposit Serat Kapuk Randu Menggunakan Matriks Polyester. *Jurnal Fema*. 1(2) : 65-72.