

Analisa Karakterisasi Material Produk *Slide Piece* CVT Berbahan Komposit Berpenguat Serat Nanas dengan Fraksi Volume 10%

Ahmad Dzilfairuz Zaidan¹, Alfian Ekajati Latief¹ dan Nuha Desi Anggraeni^{1,2}

¹Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

²Doctoral School of Hungarian University of Agriculture and Life Science, Hungarian

¹Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124

²Páter K. u. 1., Gödöllő, H-2100 Hungary

e-mail : adzilfairuz10@gmail.com

ABSTRAK

Slide piece merupakan salah satu komponen penting pada sepeda motor, umumnya bahan yang di gunakan untuk slide piece adalah plastik jenis polypropylene . Tujuan penelitian ini mencoba mengganti material plastik dengan komposit, kemudian dilakukan pengujian karakterisasi material pada produk slide piece CVT berbahan komposit dengan material pengikat polypropylene high impact (PPHI) dan serat alam berfraksi volume 10% dengan mesh 170 sebagai bahan penguat. Metode karakterisasi yang dilakukan menggunakan pengujian komposisi kimia, pengujian kekerasan, pengujian keausan, dan analisa struktur mikro. Slide piece yang di karakterisasi adalah slide piece original, imitasi dan komposit. Hasil pengujian komposisi kimia, memperlihatkan bahwa slide piece imitasi tidak memiliki bahan ethylene. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan, slide piece komposit memiliki nilai 112 HRB atau 84% menyerupai slide piece original. Hasil pengujian keausan pada slide piece komposit, nilainya adalah 7.54×10^{-6} (g/mm².detik), 1,5 kali lebih besar dari slide piece original, namun 0,75 kali lebih kecil dari slide piece imitasi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa slide piece berbahan komposit tersebut nilai kekerasan dan keausannya lebih baik daripada slide piece imitasi.

Kata kunci: Slide Piece, sifat mekanik, komposit, PPHI, Serat alam.

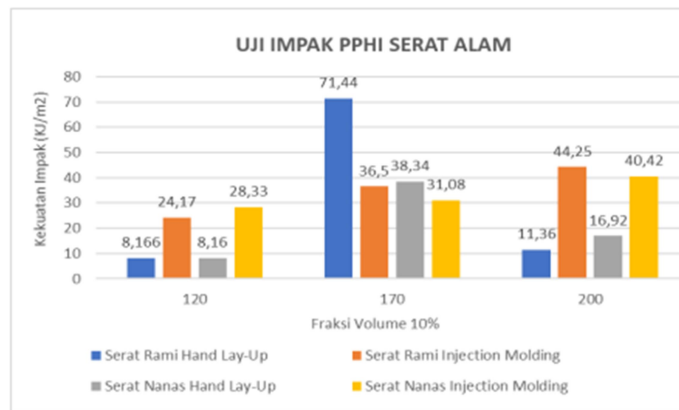
ABSTRACT

The slide piece is one of the essential components of a motorcycle; generally, the material used for slide pieces is polypropylene-type plastic. This study aimed to replace plastic material with composite, then tested to characterize the material on CVT slide piece products made from composites with high-impact polypropylene (PPHI) as a binder and natural fibre with a volume fraction of 10% with 170 mesh as reinforcement. The characterisation method was carried out using chemical composition testing, hardness testing, wear testing, and microstructural analysis. The slide pieces that are characterized are original, imitation and composite slide pieces. The results of the chemical composition test show that the imitation slide piece does not contain ethylene. Based on the hardness test results, the composite slide piece has a value of 112 HRB or 84% resembling the original slide piece. The wear test results on the composite slide piece are 7.54×10^{-6} (g/mm².second), 1.5 times larger than the original slide piece but 0.75 times smaller than the imitation slide piece. So it can be concluded that the slide piece made from composite has a better hardness and wear value than the imitation slide piece.

Keywords: Slide Pieces, Mechanical Properties, composite, PPHI, Natural Fibre.

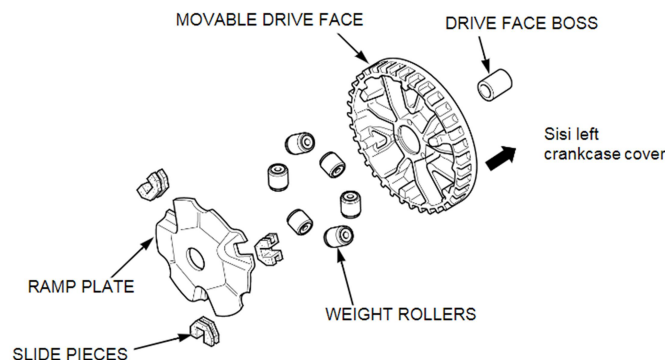
1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi telah mengubah regulasi pada dunia otomotif dengan menggunakan komponen-komponen yang ramah lingkungan. Industri yang bergerak dalam bidang otomotif mulai memasarkan suku cadang dengan bentuk dan kualitas yang menyerupai suku cadang asli namun dengan harga yang lebih rendah. Jenis material yang banyak digunakan dalam membuat suku cadang ini adalah material komposit, menggunakan bahan dasar polimer dengan serat sintesis seperti: *carbon fiber*, dan *fiberglass*. Material komposit dapat menggunakan *polypropylene high impact* (PPHI) sebagai pengikat dan serat alam sebagai bahan penguat sehingga material tersebut ramah lingkungan [1]-[3]. Kajian mengenai material komposit berpenguat serat alam juga telah dilakukan dengan beberapa metode, yaitu: *hand lay-up* [3]-[5] dan *injection molding* [6]-[11]. Pembuatan komposit dengan menggunakan metode injection molding memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode hand lay-up hal ini dapat dilihat pada hasil perbandingan porositas pada permukaan spesimen uji dampak selain itu juga hasil pengujian dapat dilihat pada grafik di bawah ini [7] :



Grafik.1 Komposit Uji Impak

Berdasarkan pada hasil penelitian tersebut, diperoleh hasil bahwa komposit dengan penguat serat alam jenis serat nanas dengan fraksi volume 10% mesh 170 menggunakan *injection molding hand press*, merupakan komposit dengan nilai kekuatan dampak yang sangat baik. hal ini sangat cocok untuk karakteristik sifat mekanik slide piece CVT. Komposit tersebut dipilih untuk diaplikasikan menjadi suku cadang kendaraan bermotor, yaitu *slide piece CVT*. *Slide piece* sering disebut dengan *slider CVT* merupakan komponen pelindung yang berada di *pulley* depan CVT. Proses pembuatan CVT dilakukan berdasarkan perancangan cetakan pada penelitian yang dilakukan oleh Latief et al. (2021) [8]. Komponen ini umumnya berbahan plastik yang memiliki kekuatan dampak yang baik berfungsi untuk menahan gerakan dinding dalam agar bisa bergeser saat terkena dorongan *roller*. Komponen *slide piece* diperlihatkan pada gambar 1.



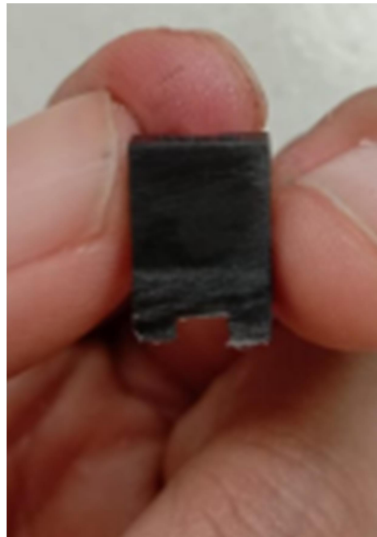
Gambar 1. Slide piece pada kendaraan bermotor [12].

Artikel ini membahas karakterisasi material komposit pada *slide piece* CVT berbahan PPHI sebagai rolet pengikat dan serat nanas dengan fraksi volume 10% sebagai penguat. Karakterisasi material dilakukan dengan pengujian, antara lain pengujian tarik, pengujian kekerasan, pengujian dampak, analisa struktur mikro dan pengujian lain. Pengujian juga dilakukan untuk meminimalisir kerusakan atau cacat yang mungkin terjadi pada material. Penelitian ini menggunakan pengujian spektrometri *fourier transform infrared* (FTIR) untuk menentukan komposisi kimia yang terkandung dalam material, pengujian kekerasan dengan menggunakan uji keras Rockwell untuk menentukan ketahanan material terhadap deformasi plastis, pengujian keausan dengan menggunakan mesin tipe *Unidirectional Reciprocating Pin on Plate* untuk memperlihatkan jumlah material yang aus karena penggunaan dan pengujian menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) untuk memperlihatkan struktur mikro pada material.

2. Metodologi

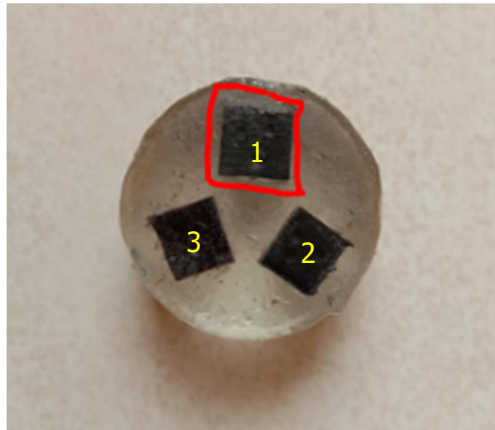
Pengujian dilakukan pada tiga jenis material *slide piece*, yaitu: 1) *original*; 2) imitasi; dan 3) komposit. *Slide piece original* merupakan *slide piece* buatan pabrik yang sesuai dengan karakter dibutuhkan pada kendaraan bermotor. *Slide piece* imitasi merupakan *slide piece* yang dibuat mengikuti karakter *slide piece* buatan pabrik. Sedangkan *slide piece* komposit merupakan *slide piece* yang dibuat khusus untuk penelitian, yang diperlihatkan pada gambar 2. Ketiga jenis *slide piece* bentuknya disesuaikan dengan pengujian yang dilakukan. Untuk mengetahui karakter *slide piece* material komposit, maka *slide piece original* dan imitasi digunakan sebagai acuan. Metode pengujian karakterisasi mekanik komposit mengikuti urutan berikut:

1. Pengujian pertama menggunakan spektrometri *fourier transform infrared* (FTIR), dengan spesimen seperti terlihat pada gambar 2. Pengujian tersebut menggunakan mesin FTIR – *Brooker Alpha*.



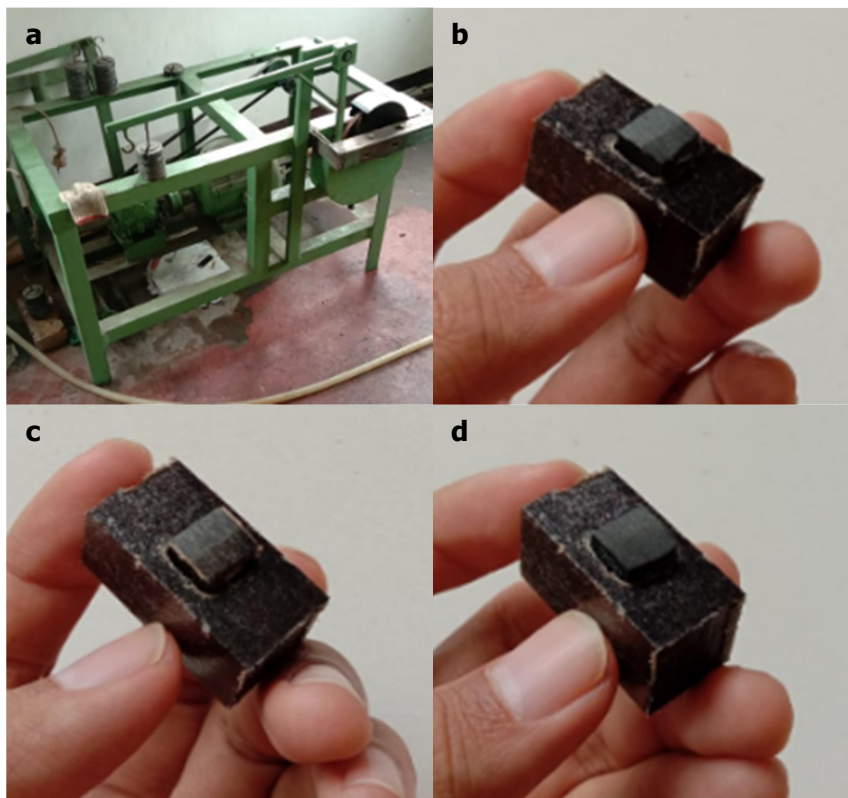
Gambar 2. Permukaan pengujian spektrometri *slide piece*.

2. Pengujian kekerasan dilakukan pada ketiga jenis *slide piece* menggunakan spesimen yang diperlihatkan pada gambar 3. Titik 1 merupakan titik pengujian kekerasan untuk *slide piece original*, titik 2 merupakan titik pengujian Alfa untuk *slide piece* imitasi, untuk titik pengujian kekerasan *slide piece* komposit menggunakan titik 3. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan mesin uji keras *Rockwell* dengan indikator piramida intan, pembebanan minor 10 kg dan pembebanan mayor 100 kg.



Gambar 3. Titik pengujian kekerasan *slide piece*

3. Pengujian keausan dilakukan dengan menggunakan alat penguji keausan tipe *Unidirectional Reciprocating Pin on Plate* dengan pengaturan pembebanan 1 kg, kecepatan putaran 800 rpm dalam waktu 60 detik. Alat penguji keausan diperlihatkan pada gambar 4a, spesimen pengujian untuk *slide piece* original, imitasi, komposit secara berturut-turut terlihat pada 4b, 4c dan 4d.



Gambar 4. Spesimen dan pengujian keausan *slide piece*.

4. Pengujian *scanning electron microscopy* (SEM) menggunakan mesin yang diperlihatkan pada gambar 5, dengan perbesaran 1000 kali digunakan untuk melihat struktur mikro pada *slide piece*. Pengujian ini dilakukan terhadap dua titik pada permukaan yang sama.

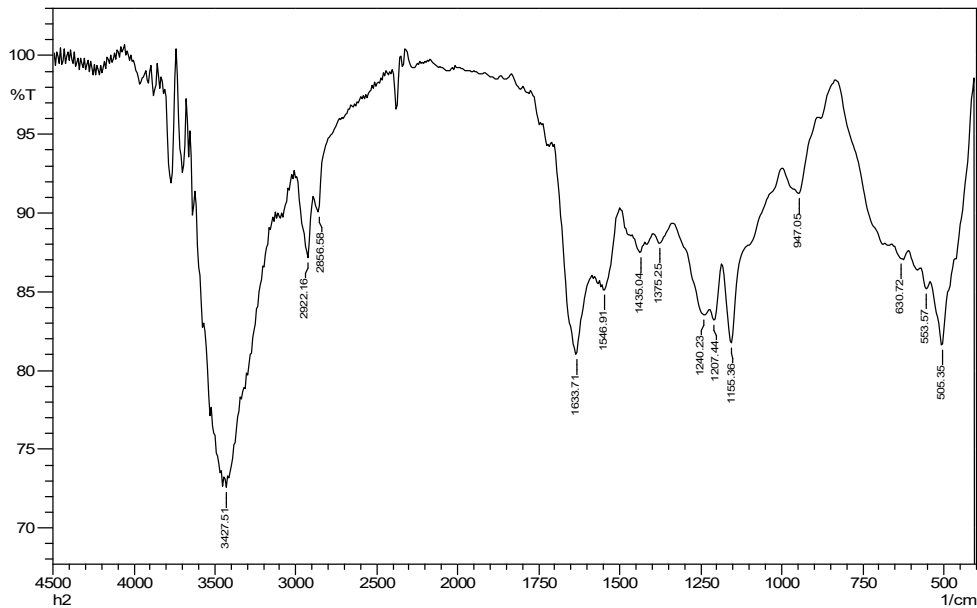


Gambar 5. Mesin SEM SU3500

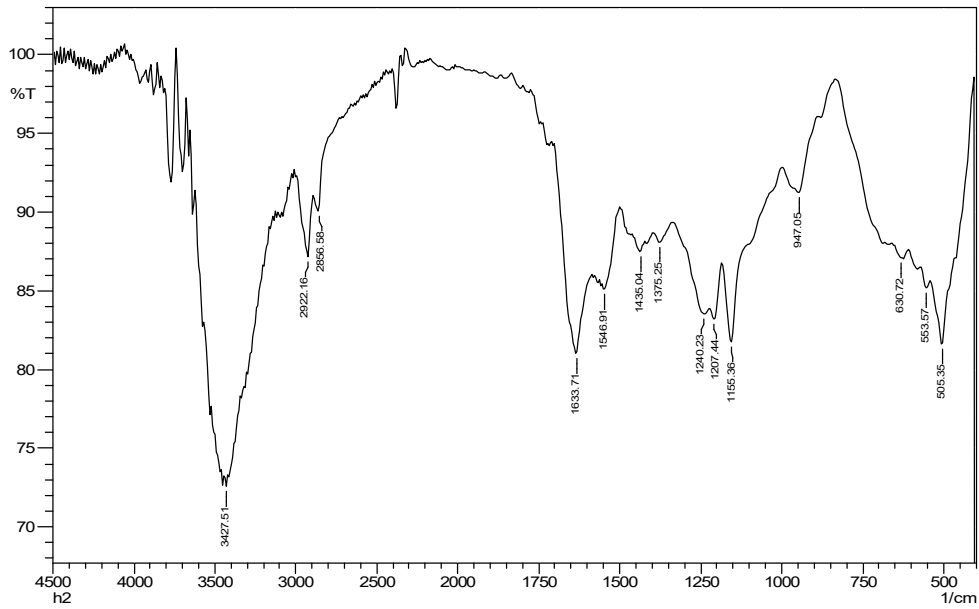
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil pengujian spektrometri FITR

Spektrum *infra red* (IR) dari setiap spesimen mencerminkan komposisi molekul yang terkandung dalam material. Pada pengujian ini, untuk *slide piece* komposit tidak dilakukan proses pengujian FTIR karena sudah diketahui material penyusunnya, sehingga yang perlu dilakukan pengujian FTIR adalah *slide piece original* dan imitasi, sehingga dapat terlihat hasilnya pada gambar 6 dan gambar 7 merupakan spektrum *infra red* (IR) *slide piece original* dan *slide piece* imitasi. Spektrum IR kemudian dikelompokkan berdasarkan bilangan gelombang yang diperlihatkan pada tabel 1.



Gambar 6. Hasil Pengujian Spektrometri FTIR untuk *Slide Piece Original*



Gambar 7. Hasil Pengujian Spektrometri FTIR untuk Slide Piece Imitasi

Tabel 1. Gugus Fungsi Slide Piece

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Original	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Imitasi
505.35	-	505.35	-
555.50	OH	553.37	-OH
580.57	-		
623.01	-	630.72	-
694.37	CH ₂		
945.12	-	947.05	-
1151.50	C-O	1155.36	C-O
1201.65	-	1207.44	-
1273.02	-	1240.23	-
1371.39	CH ₃	1375.25	CH ₃
1438.90	CH ₃	1435.04	CH ₃
1543.05	C=C	1546.91	C=C
1635.64	C=C	1633.71	C=C
2864.29	C-H	2856.58	C-H
2933.73	-	2922.16	-
3074.53	-		
3309.85	N-H		
3427.51	-	3427.51	N-H

Tabel 2. Komposisi Kimia Slide Piece

Original	Imitasi
Propylene	Propylene
Ethylene	-
Fenol	Fenol
Selulosa	Selulosa

Hasil ini memperlihatkan komposisi kimia pada *slide piece original* dan imitasi yang diperlihatkan pada tabel 2. Melalui pengujian spektrometri FITR, diketahui bahwa *slide piece original* memiliki komposisi kimia yang terdiri atas: propylene, ethylene, fenol, dan selulosa. Sedangkan *slide piece imitasi* memiliki komposisi: propylene, fenol, dan selulosa. Terlihat bahwa perbedaan mendasar komposisi kimia antara *slide piece original* dan imitasi adalah pada *slide piece imitasi* tidak mengandung ethylene. Sehingga hal ini bisa dikatakan bahwa terdapat kesamaan bahan penyusun untuk material *slide piece original* dan imitasi didominasi oleh material *polypropylene* yang sama halnya dengan *slide piece komposit* disusun dari matriks *polypropylene*.

3.2. Hasil pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan menyatakan ketahanan suatu material terhadap deformasi plastis atau deformasi permanen pada permukaan, semakin tahan material tersebut terhadap deformasi plastis, maka dapat dikatakan material tersebut semakin keras, dengan nilai HRB yang semakin tinggi. Hasil pengujian kekerasan pada *slide piece* terlihat pada tabel 3, dengan nilai kekerasan *slide piece original*, *slide piece imitasi* dan *slide piece komposit* berturut-turut sebagai berikut: 132 HRB, 95 HRB, dan 112 HRB. Terlihat bahwa nilai kekerasan *slide piece komposit* lebih tinggi dibandingkan dengan *slide piece imitasi*, nilainya lebih rendah 20 HRB dibandingkan dengan *slide piece original*, atau sekitar 84% kekerasannya menyerupai kekerasan *slide piece original*.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kekerasan Slide Piece

No.	Beban minor (kg)	Beban mayor (kg)	Original (HRB)	Imitasi (HRB)	Komposit (HRB)
1	10	100	128	98	111
2	10	100	136	92	112
3	10	100	132	95	113
Rata-rata			132	95	112

3.3. Hasil pengujian keausan

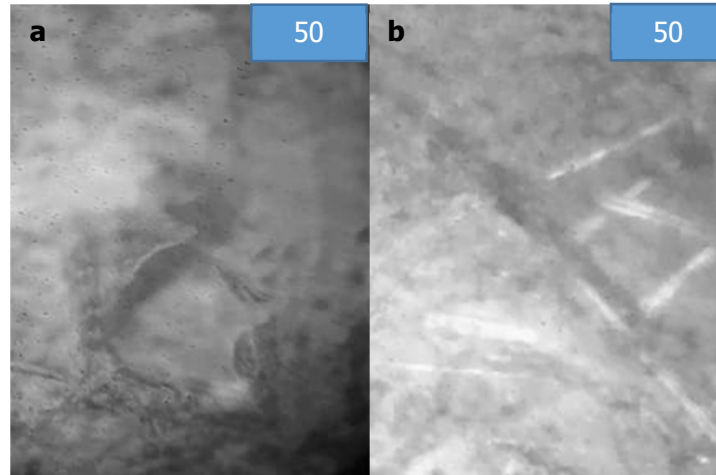
Pengujian keausan dilakukan untuk mengetahui jumlah material yang hilang pada spesimen jika spesimen diberi gesekan dengan beban dan waktu yang sama. Jika nilai keausan spesimen makin kecil, maka jumlah material yang berkurang dari spesimen makin kecil juga. Tabel 4 memperlihatkan hasil pengujian keausan pada *slide piece* dengan hasil berturut-turut sesuai nilai terkecil yaitu: *slide piece original*, *komposit* dan *imitasi* (4.94×10^{-6} (g/mm².detik), 7.54×10^{-6} (g/mm².detik), dan 9.98×10^{-6} (g/mm².detik)).

Tabel 4. Hasil Pengujian Keausan Slide Piece

Jenis	Massa Awal (gram)	Masa Akhir (gram)	Luas Pengausan (mm ²)	Waktu (detik)	Hasil (g/mm ² .detik)
Original	0.36	0.36	64.405	60	4.94×10^{-6}
Imitasi	0.40	0.36	66.755	60	9.98×10^{-6}
Komposit	0.34	0.31	66.276	60	7.54×10^{-6}

3.4. Hasil pengujian struktur mikro

Pengujian dengan menggunakan SEM dilakukan untuk mengetahui struktur mikro atau morfologi sebuah bahan hingga skala mikro/nano dan untuk mengukur komposisi elementer bahan secara kuantitatif (*standardless*). Menggunakan perbesaran 1000 kali, diperoleh hasil pada gambar 8. Gambar 8a memperlihatkan terdapat rongga pada slide piece komposit, rongga tersebut dapat diakibatkan terjadinya porositas pada slide piece, namun perlu dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui penyebab terjadinya rongga pada spesimen, sedangkan pada gambar 8.b terlihat terdapat ikatan yang baik antara serat alam dan *polypropylene*.



Gambar 8. Hasil pengujian SEM

4. Kesimpulan

Pada pengujian spektrometri FITR pada spesimen original dan imitasi, terdapat perbedaan komposisi kimia pada *slide piece*. Komposisi spesimen original terdiri dari propylene, ethylene, fenol, dan selulosa. Sedangkan spesimen imitasi hanya terdiri dari propylene, fenol, dan selulosa, hal ini dapat dikatakan bahwa bahan penyusun slide piece komposit sesuai dengan slide piece original dan imitasi yakni bahan dasarnya dari *polypropylene*. Berdasarkan pengujian kekerasan, nilai kekerasan tertinggi adalah *slide piece original* dengan nilai 132 HRB. Slide piece komposit nilai kekerasannya adalah 112 HRB, nilai kekerasan ini lebih baik dibanding dengan slide piece imitasi dengan nilai kekerasan 95 HRB. Hal tersebut di sebabkan masih terdapat beberapa porositas di bagian permukaan slide piece komposit.

Hasil pengujian keausan memperlihatkan bahwa nilai keausan terkecil adalah slide piece original dengan nilai $4.94 \times 10^{-6} \text{ g/mm}^2$, diikuti dengan slide piece komposit dengan nilai $7.54 \times 10^{-6} \text{ g/mm}^2$. Nilai keausan terbesar adalah slide piece imitasi dengan nilai $9.98 \times 10^{-6} \text{ g/mm}^2$. Pengujian struktur mikro pada *slide piece* komposit, memperlihatkan bahwa pada *slide piece* terdapat rongga yang perlu di analisa lebih mendalam penyebab terjadinya rongga tersebut.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa *slide piece* komposit dapat digunakan untuk menggantikan *slide piece original* karena nilai kekerasan dan keausannya lebih baik dari *slide piece* imitasi.

5. Daftar Pustaka

- [1] M. Sulaiman, U. Islam, and R. Rahmat, "Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif," in Seminar Nasional Teknik Mesin, 2018.
- [2] R. Rodiawan, S. Suhdi, and F. Rosa, "Analisa Sifat-Sifat Serat Alam Sebagai Penguat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Mekanik," Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2017, doi: 10.24127/trb.v5i1.117.

- [3] A. E. Latief, N. D. Anggraeni, and D. Hernady, “Karakterisasi Mekanik Komposit Matriks Polipropilena High Impact Dengan Serat Alam Acak Dengan Metode Hand Lay Up Untuk Komponen Automotive,” *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2020, doi: 10.26760/jrh.v3i3.3434.
- [4] M. Azissyukhron, S. Hidayat, and K. Kunci, “Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-up dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite,” *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2018.
- [5] C. M. Meenakshi and A. Krishnamoorthy, “Preparation and mechanical characterization of flax and glass fiber reinforced polyester hybrid composite laminate by hand lay-up method,” *Mater Today Proc*, vol. 5, no. 13, Part 3, pp. 26934–26940, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.08.181>.
- [6] A. E. Latief, N. D. Anggraeni, and W. Rhamdani, “Proses Pembuatan Mesin Injection Molding Hand-Press untuk Plastik Komposit,” *Jurnal Sistem Mekanik dan Termal*, vol. 02, pp. 94–98, 2020, doi: <https://doi.org/10.25077/metal.4.2.94-98.2020>.
- [7] M. Y. Firdaus and E. Latief, “Pengujian Karakterisasi Material Komposit Berpenguat Serat Alam Fraksi Volume 10 % Menggunakan Metode Injection Molding,” in *Reakyasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*, 2020, pp. 13–22.
- [8] A. E. Latief, L. Darusman, W. P. Fahla, A. D. Zaidan, and N. D. Anggraeni, “Perancangan Cetakan Injection Molding Hand Press Untuk Produk Slide Piece CVT Menggunakan FEM,” vol. 5, no. 2, pp. 105–113, 2021, doi: <https://doi.org/10.25077/metal.5.2.105-113.2021>.
- [9] Mardiyati, “Sifat Tarik Dan Sifat Impak Komposit Polipropilena High Impact Berpenguat Serat Rami Acak Yang Dibuat Dengan Metode Injection Molding,” *ITB Journal Publisher*, ISSN:0852-6095, vol. 26, no. 1, pp. 8–16, 2017.
- [10] N. Srahputri et al., “Sifat Tarik Dan Sifat Impak Komposit Polipropilena High Impact Berpenguat Serat Rami Acak Yang Dibuat Dengan Metode Injection Molding,” *MESIN*, 2017, doi: 10.5614/mesin.2017.26.1.2.
- [11] N. D. Anggraeni et al., “Analisis Bending pada Komposit PPHI (Polypropylene High Impact) Berpenguat Serat Nanas dengan Fraksi Volume 20 % yang Dibuat Menggunakan Injection Molding,” 2020, pp. 8–12.
- [12] PT. Astra Honda Motor, “Kickstarter/drive pulley/driven pulley/clutch,” in *Buku Pedoman Reparasi Beat*, pp. 1–23.