

Analisis Signifikansi Roda Skateboard Berbahan Komposit Serbuk Batang Pisang Terhadap Perfoma Kecepatan Dengan Metode Anova

Achmad Jusuf Zulfikar^{1*}, Muhammad Yusuf R. Siahaan², & Ruli Bay Syahputra³

^{1,2).} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Medan Area

^{3).} Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan

*Email: zulfikar@staff.uma.ac.id

ABSTRACT

In general, skateboard wheels are made from a mixture of polyurethane (PU) so that they are elastic, lightweight, and strong. However, this material is classified as a toxic material, difficult to obtain, and the price is relatively expensive. Therefore, alternative raw materials that are more environmentally friendly, non-toxic, easy to find, and have sufficient availability are needed. Banana trees are the most abundant and easily found plants in Indonesia, especially Medan. This tree has a soft structure and absorbs vibrations. Thus, the research was conducted to obtain the characteristics of skateboard wheel products from banana stem powder (SBP) composite material as an alternative raw material. The purpose of this study was to analyze the speed of skateboards made of PU (commercial) and SBP in order to obtain the optimum composition of SBP for the manufacture of skateboard wheels. The test uses a sliding platform with a slope of 30° against a flat plane. The number of variations consists of the composition of SBP 5%, 10%, and 15%. As a control, commercial PU wheels were also tested. Analysis of data using the analysis method of mean variation (ANOVA) with the condition of acceptance of the hypothesis H_0 at $\alpha < 0.05$. The results obtained are that there is an increase in the speed of skateboards made of SBP composite up to 6, 85% compared to commercial wheels. Based on the Anova test results, it was found that the application of SBP composite materials as raw material for skateboard wheels was proven to significantly increase the speed performance of these wheels.

Keywords: Skateboard wheel, Speed, Anova, SBT

PENDAHULUAN

Teknologi dalam bidang rekayasa material serta perkembangan isu lingkungan hidup menyebabkan munculnya terobosan baru dalam menciptakan material-material yang berkualitas tinggi serta ramah lingkungan. Pemakaian akhir material logam dan keramik akan menyisakan residu yang tidak bisa terurai di alam dalam waktu singkat. Oleh karena itu, pemakaian material ramah lingkungan, mampu didaur ulang, dan mampu terurai sendiri di alam merupakan tuntutan teknologi saat ini [1].

Pada umumnya, material komposit adalah gabungan dari bahan penguat (reinforced) dan matrik [2]. Serat merupakan elemen penguat komposit yang dapat menentukan sifat mekanik dari komposit karena elemen ini memiliki kemampuan meneruskan beban yang dikenai pada matrik. Pada saat ini, teknologi pembuatan bahan komposit mengalami kemajuan yang sangat meningkat dan telah banyak digunakan dalam segala bidang kehidupan manusia, seperti sebagai komponen-komponen sepeda, otomatis, kapal laut dan pesawat terbang [3]. Pada umumnya, bahan komposit berpenguat serat diaplikasikan pada komponen peralatan yang membutuhkan perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat dan ringan [4]. Beberapa kelebihan bahan material komposit jika dibandingkan dengan logam antara lain: ringan, tahan korosi, tahan air, penampilan yang menarik, ramah lingkungan, dan tanpa proses permesinan [5].

Serat batang pisang dapat dieksplorasi sebagai penguat yang sangat potensial dimana mempunyai kadar solusa yang tinggi sehingga ia memiliki sifat mekanik yang unggul, khususnya pada kekuatan tarik dan modulus elastisitasnya [6]. Lebih lanjut lagi, peningkatan kekuatan serat alam dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan bahan alkali dari NaOH yang dapat

Copyright©2021 Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. This is an open access article under the CC-BY-SA licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

melarutkan lapisan yang menyerupai lilin (lignin dan kotoran) pada permukaan batang pisang [7]. Beberapa penelitian telah dikerjakan dalam memanfaatkan serat batang pisang, antara lain pembuatan papan tiruan dari serbuk batang pisang [8], pembuatan papan skateboard dari serbuk batang pisang [9], sebagai penguat struktur kolom beton [10], simulasi numerik kekuatan dinamik papan buatan dari serbuk pisang [11], dll.

Pada tahun 1973, permainan skateboard diperkenalkan ke masyarakat dengan menggunakan roda yang berasal dari bahan polyurethane (PU) (gambar 1) [12]. Pemakaian bahan ini bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam mengendalikan pergerakan skateboard sehingga lebih memungkinkan untuk melakukan gerakan lompatan yang ekstrim. Bahan PU merupakan bahan termoset yang menghasilkan struktur berongga ketika dicetak [13]. Permasalahannya ialah bahan PU tidak mudah diperoleh dan termasuk bahan yang beracun. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan khusus dan rumit dalam proses pencetakannya. Hal ini menyebabkan harga jual roda skateboard menjadi mahal dan susah untuk diperoleh [14][9].



Gambar 1. Roda skateboard komersial dari bahan polyurethane

Dalam penelitian ini, roda skateboard akan dibuat menggunakan bahan komposit polimer diperkuat serbuk batang pisang (SBT). Karakteristik batang pisang adalah cukup ringan karena mengandung banyak selulosa. Selain itu, serbuk batang pisang memiliki sifat elastis yang cukup baik, sehingga cukup kuat terhadap beban yang diberikan [15]. Lebih lagi, pohon pisang merupakan tanaman yang mudah tumbuh di daerah-daerah tropis seperti di Sumatera Utara dengan jumlah produksi pertahun mencapai rata-rata 315000 ton pertahun [16]. Oleh karena itu, ketersediaan bahan baku untuk penelitian ini cukup melimpah dan mudah diperoleh.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kecepatan roda skateboard dari bahan komposit polimer diperkuat SBT dengan perbandingan terhadap produk roda skateboard komersil. Hasil yang diharapkan ialah prototaip roda skateboard yang terbuat dari bahan komposit tersebut dan selanjutnya akan terus dikembangkan untuk menghasilkan produk komersial.

METODE PENELITIAN

Bahan yang dipersiapkan ialah dari batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L) yang dijemur pada sinar matahari hingga kering (gambar 2). Selanjutnya, batang pisang yang setelah kering dipotong-potong seukuran panjang 1 cm dan direndam dalam air yang mengandung larutan NaOH 1% selama 20 jam. Setelah itu, batang pisang dijemur kembali sampai kering. Proses penghalusan dilakukan dengan menggunakan alat khusus dan hasilnya disaring menggunakan mesin saringan dengan ukuran mesh 10, 14, 32. Serbuk batang pisang yang telah halus diperlihatkan pada gambar 3.



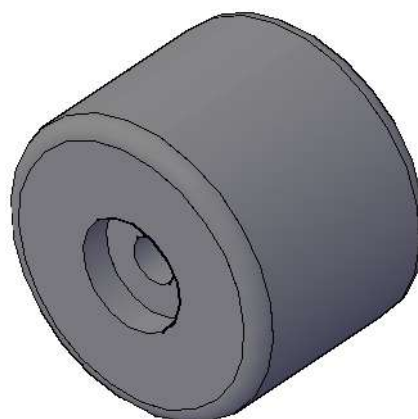
Gambar 2. Batang pisang



Gambar 3. Serbuk batang pisang

Matriks yang digunakan ialah jenis Poliester Resin tak jenuh dengan merek dagang jenis BTQN 157-EX beserta bahan katalis yang berfungsi sebagai pemercepat pengeras resin. Matriks jenis ini dibeli di toko bahan kimia yang berada di kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

Bentuk desain prototaip roda yang akan dicetak ialah mengikuti dengan ukuran standar roda skateboard. Ukuran roda ialah diameter 50 mm dan lebar/tinggi 38 mm. Bentuk dan ukuran roda skateboard diperlihatkan pada gambar 4.

Gambar 4. Desain prototaip roda *skateboard* dari serbuk batang pisang

Pengujian kecepatan dilakukan dengan meletakkan papan skateboard yang telah dilengkapi dengan roda pada bidang miring sepanjang 1 m dengan sudut kemiringan 30°. Waktu tempuh papan tersebut meluncur pada bidang miring terhadap batas lintasan yang disebutkan tadi akan dicatat dan dihitung kecepatannya.

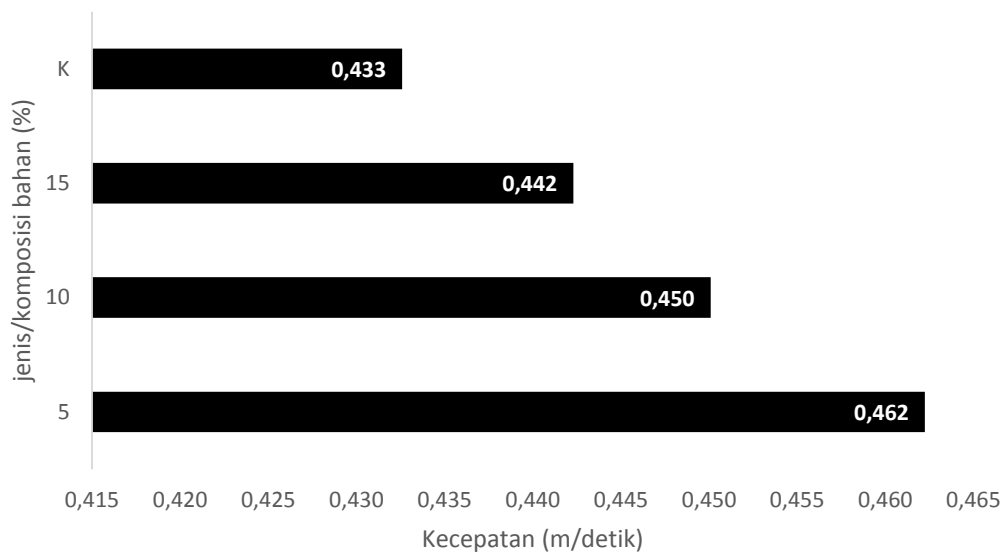
Analisis data uji dikerjakan dengan menggunakan metode *Analysis of Variances* (Anova). Analisis ini bertujuan untuk memverifikasi variabel-variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kecepatan roda. Analisis ini dikerjakan berdasarkan nilai rata-rata data hasil uji yang diperoleh. Tingkat kepercayaan data diambil 95 % dengan $\alpha = 0,05$. Variabel data didasarkan pada kecepatan masing-masing komposisi dengan jumlah spesimen pada masing-masing komposisi sebanyak 3 spesimen. Sebagai data pembanding, roda komersil turut juga diuji sebanyak 3 spesimen dengan masing-masing dilakukan 4 kali perulangan. Hipotesis awal H_0 ialah aplikasi bahan komposit SBT akan memberikan pengaruh terhadap peningkatan kecepatan luncur roda (signifikan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kecepatan tempuh papan skateboard menggunakan roda dari dua jenis bahan, yaitu PU (komersial) dan komposit SBP diperlihatkan pada tabel 1. Berdasarkan tabel 1, kecepatan roda pada masing-masing bahan diperlihatkan pada gambar 5.

Tabel 1. Data hasil uji kecepatan roda *skateboard*

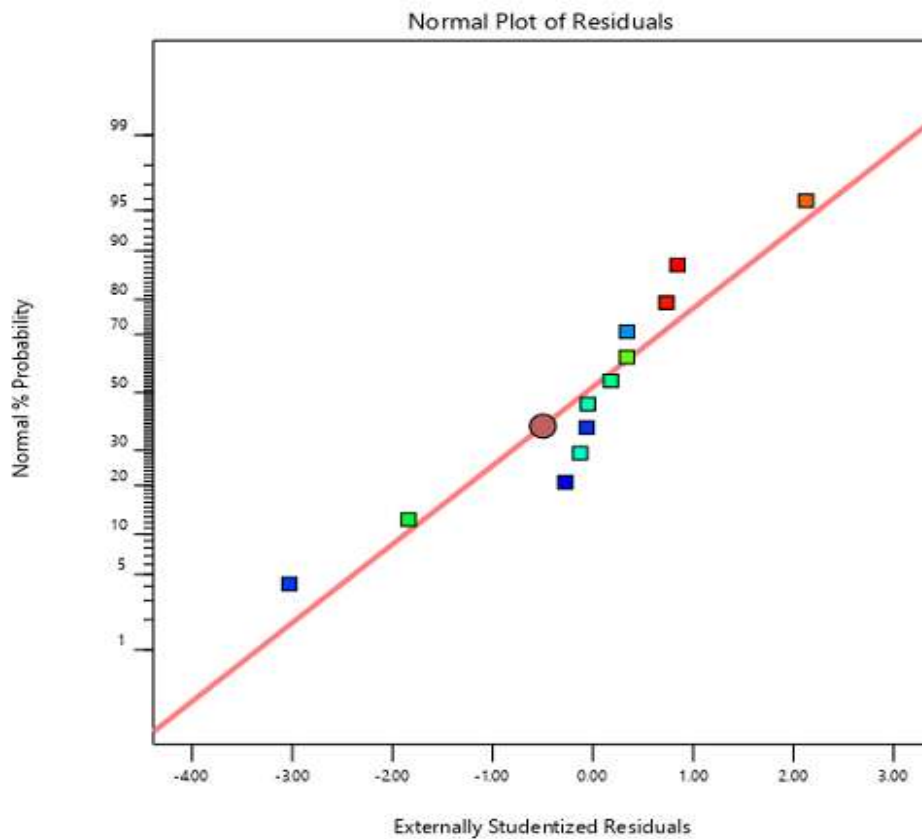
Bahan	Komposisi	Spesimen	Waktu tempuh (detik)				Rata-rata
			1	2	3	4	
SBP	5%	1	2.105	2.283	2.193	2.370	2.238
		2	2.101	2.152	2.172	2.105	2.133
		3	2.103	2.122	2.155	2.132	2.128
	10%	1	2.105	2.283	2.020	2.193	2.150
		2	2.113	2.221	2.286	2.211	2.208
		3	2.322	2.285	2.265	2.415	2.322
	15%	1	2.193	2.105	2.457	2.283	2.260
		2	2.201	2.292	2.287	2.276	2.264
		3	2.222	2.273	2.288	2.287	2.268
PU (Komersil)	1	2.193	2.370	2.370	2.283	2.304	
	2	2.301	2.344	2.321	2.322	2.322	
	3	2.312	2.338	2.348	2.334	2.333	



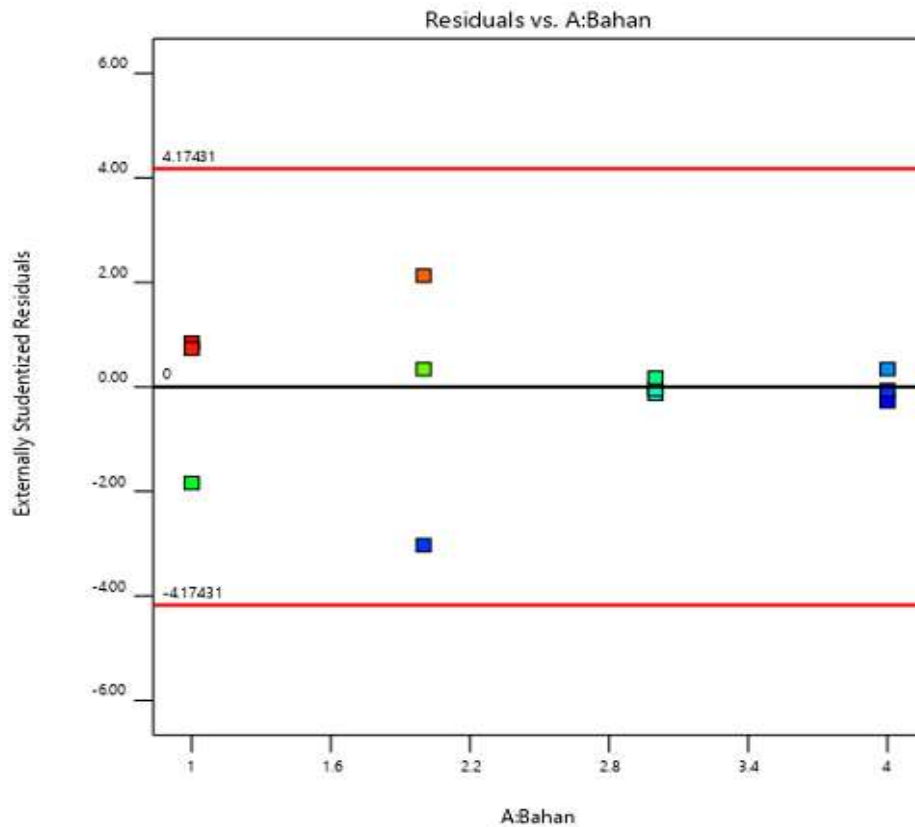
Gambar 5. Grafik kecepatan pada bahan komposit SBP (5%, 10%, dan 15%) dan produk komersil (K)

Roda skateboard dari bahan komposit SBP memiliki kecepatan luncur yang lebih cepat sekitar 2 % - 6 % dari roda komersil berbahan PU. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh gaya gesekan yang lebih kecil antara roda dan lantai pada bahan komposit SBP dibandingkan dengan PU. Bentuk fisik bahan roda SBP yang lebih padat dari PU karena adanya resin polyester kemungkinan juga menyebabkan kecilnya koefisien gesek tersebut. Lebih lanjut, kecepatan luncur mengalami peningkatan dengan penurunan jumlah komposisi SBP di dalamnya. Peningkatan jumlah serbuk pisang dalam roda justru membuat lambat pergerakan roda. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh bobot roda yang dihasilkan bertambah besar sehingga memperlambat kecepatan luncur roda.

Grafik normal plot probabilitas dan jangkauan data hasil uji secara berturut-turut diperlihatkan pada gambar 6 dan 7. Berdasarkan grafik-grafik tersebut terlihat bahwa data-data hasil pengujian adalah terdistribusi secara normal dan berada pada jangkauan data yang diizinkan. Dengan demikian, data-data hasil uji tersebut dapat diterima sebagai data hasil uji yang valid untuk dilakukan analisis Anova.



Gambar 6. Grafik normat plot dari probabilitas data hasil uji



Gambar 7. Grafik jangkauan data-data hasil uji (batas atas = 4,17431 dan batas bawah -4,17431)

Tabel 2. Data hasil analisis Anova menggunakan *software Design Expert 12.0*

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.0015	3	0.0005	4.22	0.0459	significant
A-Bahan	0.0015	3	0.0005	4.22	0.0459	
Pure Error	0.0010	8	0.0001			
Cor Total	0.0025	11				

Berdasarkan hasil perhitungan Anova yang diperlihatkan pada tabel 2 dengan menggunakan $\alpha = 0,05$, diperoleh nilai p-value bahan ialah 0,0459. Sebuah hipotesis akan ditolak apabila nilai p-value lebih besar dari nilai α . Berdasarkan hasil perhitungan tersebut terbukti bahwa aplikasi bahan komposit SBP mempengaruhi peningkatan kecepatan pada roda skateboard yang dihasilkan. Kecepatan tertinggi diperoleh pada komposisi 5 % SBP yaitu sebesar 0,462 m/s, diikuti selanjutnya secara berturut-turut pada komposisi 10 % dan 15 %, yaitu 0,450 m/s dan 0,442 m/s. Sementara kecepatan roda pada produk komersial yang terbuat dari bahan polyurethane berdasarkan hasil pengujian ialah 0,433 m/s. Kecepatan luncur roda berbahan komposit SBP mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan roda komersial berbahan PU. Pada komposisi 5 % , 10 %, dan 15% serbuk batang pisang terjadi peningkatan kecepatan berturut-turut sebesar 6,85 %, 4,05 %, dan 2,24 % terhadap roda komersial.

Penelitian ini mendukung hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Fang dkk (2017) [17]. Penelitian dilakukan di University of California (UC) terhadap pemain skateboard yang ada di kampus tersebut. Berdasarkan hasil penelitian tersebut kecepatan rata-rata skateboard menggunakan roda PU ialah 9,7 mph atau setara dengan 4,33 m/s dengan interval jangkauan pada tingkat kepercayaan 95% antara 9,4 – 10,0 mph dan standar deviasi 1,6 mph. Penelitian ini mengikutkan berat pemain dan gaya external terhadap kecepatan luncur skateboard. Apabila roda berbahan komposit SBT ditambahkan dengan faktor berat dan gaya eksternal, maka kemungkinan kecepatan rata-rata skateboard akan mengalami peningkatan hingga 7 %, yaitu menjadi 10,38 mph atau setara dengan 4,64 m/s. Untuk membuktikan hipotesis tersebut, maka diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap hasil penelitian ini.

KESIMPULAN

Kecepatan roda berbahan komposit SBP untuk masing-masing komposisi 5 %, 10 %, dan 15 % berturut-turut ialah 0,462 m/s, 0,450 m/s, dan 0,442 m/s. Kecepatan maksimum terdapat pada komposisi 5 % SBT, yaitu 0,462 m/s. Jika dibandingkan dengan kecepatan roda komersial, maka kecepatan roda dari bahan komposit SBT mengalami peningkatan hingga 6,85 %. Hasil uji variasi rata-rata data uji dengan metode Anova menunjukkan bahwa aplikasi komposit SBP memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap peningkatan performa kecepatan yang dihasilkan. Dengan menggunakan nilai kepercayaan 95%, diperoleh p-value sebesar 0,0459 atau lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Dengan demikian, aplikasi bahan komposit SBT untuk bahan baku pembuatan roda skateboard memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan baku alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. J. Zulfikar and Misdawati, "Manufacture of mold of polymeric composite water pipe reinforced charcoal," in *Earth and Environmental Science*, 2018, pp. 3–8.
- [2] H. Abramovich, *Introduction to composite materials*. Elsevier Ltd, 2017.
- [3] P. D. Pastuszak and A. Muc, "Application of Composite Materials in Modern Constructions," no. February, 2013.
- [4] Q. H. Qin, *I - Introduction to the composite and its toughening mechanisms*, no. 1. Elsevier Ltd., 2015.
- [5] P. Senthil, S. Vinodh, N. Jayanth, and A. V. Vidyapeetham, "A review on composite materials and process parameters optimisation for the fused deposition modelling process,"

- no. May 2018, 2017.
- [6] K. Srinivas, L. Naidu, and M. V. A. R. Bahubalendruni, "A Review on Chemical and Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites," *Int. J. Performability Eng.*, vol. 13, no. January, pp. 189–200, 2017.
- [7] M. Z. Hasan, S. M. Sapuan, S. Amni, A. Aziz, and S. Sarip, "Optimization of tensile behavior of banana pseudo-stem (*Musa acuminata*) fiber reinforced epoxy composites using response surface methodology," *Integr. Med. Res.*, vol. 8, no. 4, pp. 3517–3528, 2019.
- [8] A. J. Zulfikar, "The Flexural Strength of Artificial Laminate Composite Boards made from Banana Stems," *Budapest Int. Res. Exact Sci. J.*, vol. 2, no. 3, pp. 334–340, 2020.
- [9] A. J. Zulfikar, B. Umroh, and Siahaan, "Design and Manufacture of Skateboard From Banana Stem," *JMEMME (Journal Mech. Engineering, Manuf. Mater. Energy)*, vol. 3, no. 02, pp. 109–116, 2019.
- [10] M. Y. Yuhazri, A. J. Zulfikar, and A. Ginting, "Fiber Reinforced Polymer Composite as a Strengthening of Concrete Structures : A Review Fiber Reinforced Polymer Composite as a Strengthening of Concrete Structures : A Review," in *Materials Science and Engineering*, 2020, p. 13.
- [11] A. J. Zulfikar, "Numerical Simulation on The Onion Dryer Frame Capacity of 5 kg/hour," *JMEMME*, vol. 2, no. 02, pp. 86–92, 2018.
- [12] R. A. Serway and J. W. Jewet, *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. Boston: Brooks/Cole, 2014.
- [13] A. J. Zulfikar, B. Umroh, and M. Y. R. Siahaan, "Investigation of Mechanical Behavior of Polymeric Foam Materials Reinforced by Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB) Fibers Due to Static and Dynamic Loads," *J. Mech. Engineering, Manuf. Mater. Energy*, vol. 3, no. 01, pp. 10–19, 2019.
- [14] J. Walker, D. Halliday, and R. Resnick, *FUNDAMENTALS OF PHYSICS*, 10th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2014.
- [15] C. Vigneswaran, V. Pavithra, V. Gayathri, and K. Mythili, "Banana Fiber: Scope and Value Added Product Development," *J. Text. Apparel, Technol. Manag.*, vol. 9, no. 2, pp. 1–7, 2015.
- [16] T. Ahmad and M. Danish, "Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment : A review," *J. Environ. Manage.*, vol. 206, pp. 330–348, 2018.
- [17] K. Fang and S. Handy, "Skate and die ? The safety performance of skateboard travel : A look at injury data , fatality data , and rider behavior," *J. Transp. Heal.*, no. August, pp. 0–1, 2017.
- [18] Yani, M., & Siregar, A. M. (2018). Kekuatan Komposit Polymeric Foam di Perkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Beban Tarik. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Ilmu Komputer. Jilid (Vol. 1, pp. 216-221)*.