

## **ANALISIS PENGARUH SERAT LIMBAH TEFLON TERHADAP SIFAT MEKANIK KOMPOSIT FIBER SEBAGAI MATERIAL PENGGANTI ALAS COR BETON**

Hendra Aryanta<sup>1</sup>, Abdullah Ma'ruf<sup>1</sup>, Khanif Khoirul F.<sup>1</sup>, Nurida Finahari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Widyagama Malang Jl. Borobudur 35 Malang 65128

Email: aryantahendra20@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Teflon wastes are slightly difficult to recycle because the recycle products have different characteristic. Teflon wastes in flake form can used as alternative composite material. This research is aimed to get the effect of teflon waste due to mechanical properties of fiber composite. The research is done with laboratory experiments. Three different kind of Teflon which are white, blue and grey are studied. Teflon fiber compositions are varied as 0, 50, 70 and 90% of composite volume. The fibers are varied in length as 2, 3 and 4 cm, with 1 mm in width and thickness. Tensile tests are conducted for specimens with ASTM D-4762 standard. Charpy impact tests are conduct for specimens with with ASTM E 23 standard. The crack of the specimens are visualized with a digital camera. The result shows that Teflon fiber has effect due to mechanical properties. White Teflon tend to have greater tensile and impact strength rather grey and blue Teflon. The increase of Teflon composite volume tends to increase tensile and impact strength. Teflon length also tends to increase tensile and impact strength.*

*Keywords: teflon, waste, composite, mechanical properties*

### **PENDAHULUAN**

Teflon adalah nama dagang terdaftar dari bahan plastik yang sangat berguna yaitu *Poly Tetra Fluoro Ethylene* (PTFE). PTFE adalah salah satu kelas dari plastik yang dikenal sebagai *fluoropolymers*. Teflon merupakan bahan yang sangat baik untuk melapisi bagian-bagian atau komponen mesin yang terkena panas, pakaian, dan gesekan, untuk peralatan laboratorium yang harus tahan korosif bahan kimia, dan sebagai lapisan untuk peralatan masak dan peralatan lainnya [1].

Teflon digunakan sebagai bahan isolator listrik, *seal*, *gasket*, *bushing* dan alat anti gesek pada industri kimia, listrik dan tekstil. Teflon juga dimanfaatkan sebagai bahan penyekat, misalnya untuk kotak penyekat (*stuffing box*), cincin geser (sifat geseran dapat diperbaiki dengan bagian-bagian alat dari Teflon menambahkan *graft* ke dalamnya). Teflon digunakan juga untuk cincin O atau *o-ring*, untuk *gasket* konsentrik dengan diberi bahan lunak (sebab Teflon tidak begitu elastis), alat-alat yang kecil, pipa, selang selubung pipa [2].

Pengerjaan komponen-komponen mesin atau kebutuhan teknik lainnya yang berbahan teflon di bengkel-bengkel pengerjaan dengan mesin perkakas akan menghasilkan limbah. Limbah Teflon salah satunya akan berbentuk serpih, serat atau rambut karena proses pemotongan dengan mesin

bubut. Hal ini merupakan suatu permasalahan limbah proses yang berpotensi membahayakan lingkungan sekitar jika tidak ditangani secara tepat.

Setelah digunakan, PTFE harus dikubur di tempat pembuangan sampah, bukan dibakar, karena jika dibakar pada temperatur yang tinggi akan melepaskan hydrogen klorida dan zat-zat beracun lainnya. PTFE juga terdegradasi dalam lingkungan ke dalam satu substansi yang beracun untuk tanaman (*Trifluoroacetate* atau TFA). Sementara tingkatnya sampai saat ini, kadar terurainya TFA di lingkungan rendah, zat bertahan untuk waktu yang lama. Jadi TFA memungkinkan menyebabkan polusi dan menyebabkan kekhawatiran untuk masa depan [1].

Permasalahan potensi polusi limbah Teflon ini memerlukan suatu solusi yang tepat. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan limbah Teflon sebagai serat pengisi komposit berbahan fiber. Hal ini dapat dilakukan karena Teflon termasuk dalam bahan penyekat. Teflon sangat kenyal dan fleksibel serta unggul dalam ketahanan panas dimana Teflon tidak dapat terbakar, tidak dapat diserang oleh berbagai reaksi bahan pelarut. Teflon memiliki sifat mekanis diantaranya tingkat kekekerasan yang tinggi meskipun elastisitasnya relatif rendah [2].

Penggantian serat komposit dengan serat lain telah banyak diteliti. Bahan komposit yang digunakan dalam penelitian umumnya adalah bahan fiber atau epoksi. Serat pengganti divariasikan dalam bentuk prosentase volume. Fokus penelitian umumnya menggunakan bahan serat alam seperti serat tapis kelapa [3], serat widuri [4] dan serat pandanwangi [5]. Sedangkan pemanfaatan limbah industri sebagai bahan pengganti serat komposit masih dilakukan pada limbah plastik. Penelitian ini antara lain dilakukan komposit hasil daur ulang plastik (HDPE, PET) dan karet [6], pembuatan papan partikel dari limbah *plastic polypropylene* (PP) dan tangkai bambu [7] dan papan komposit dari limbah industri dengan perekat campuran plastik *polypropylene* [8].

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka dapat dilakukan penelitian penggantian serat fiber dengan limbah Teflon. Hal ini perlu dilakukan sebagai upaya pemanfaatan limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan pengaruh serat limbah Teflon terhadap sifat mekanik komposit fiber. Sifat mekanik yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kekuatan tarik dan dampak.

**METODOLOGI PENELITIAN**

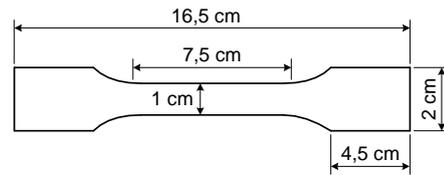
Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Variabel bebas meliputi 3 jenis Teflon yaitu Teflon putih, biru dan abu-abu. Volume serat Teflon divariasikan sebesar 0% (serat fiber), 50, 70 dan 90%. Panjang serat Teflon divariasikan 2, 3 dan 4 cm dengan lebar dan tebal serat 1 mm. Variabel terikat meliputi kekuatan tarik dengan uji tarik, Kekuatan dampak dengan uji dampak *Charpy* dan foto patahan dengan kamera digital. Benda uji tarik menggunakan standar ASTM D-4762 dan benda uji dampak menggunakan standar ASTM E 23. Setiap percobaan dilakukan sebanyak 3 kali.



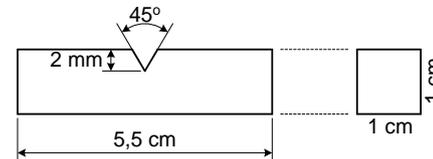
Gambar 1. Bahan teflon



Gambar 2. Alat cetak benda uji



Gambar 3. Skema benda uji tarik ASTM D-4762



Gambar 4. Skema benda uji dampak ASTM E 23

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kekuatan Tarik**

Kekuatan tarik bahan dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana:

F = kekuatan patah (kg) hasil pengukuran

A = luas penampang patahan = 1 cm<sup>2</sup>

Tabel 1. Kekuatan tarik (N/cm<sup>2</sup>) Teflon putih

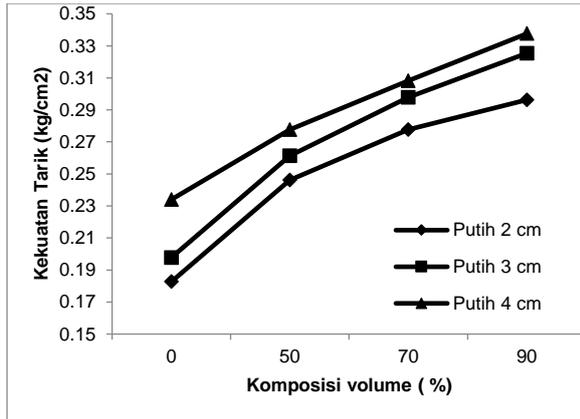
Serat teflon (%)	Panjang Serat 2 cm	Panjang Serat 3 cm	Panjang Serat 4 cm
0	1.70	1.76	1.78
70	2.30	2.33	2.45
80	2.45	2.54	2.65
90	2.69	2.78	2.93

Tabel 2. Kekuatan tarik (N/cm<sup>2</sup>) Teflon abu-abu

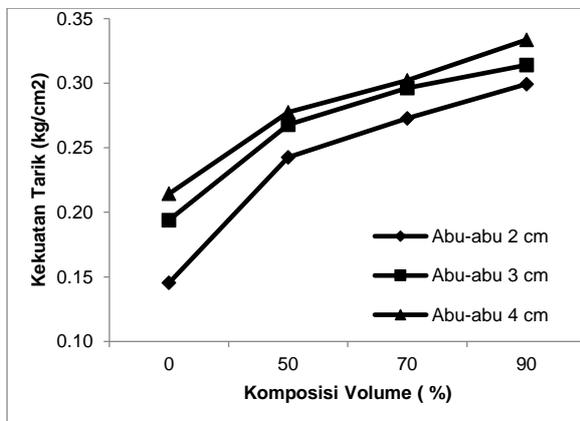
Serat teflon (%)	Panjang Serat 2 cm	Panjang Serat 3 cm	Panjang Serat 4 cm
0	1.66	1.72	1.76
70	2.22	2.31	2.37
80	2.40	2.42	2.54
90	2.58	2.68	2.86

Tabel 3. Kekuatan tarik (N/cm<sup>2</sup>) Teflon biru

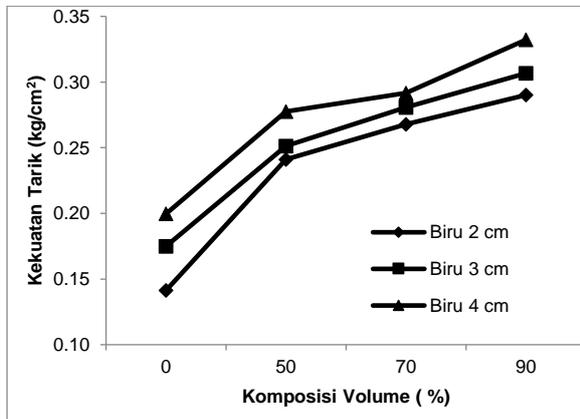
Serat teflon (%)	Panjang Serat 2 cm	Panjang Serat 3 cm	Panjang Serat 4 cm
0	1.61	1.67	1.69
70	1.99	2.14	2.26
80	2.34	2.37	2.46
90	2.46	2.56	2.59



Gambar 5. Grafik kekuatan tarik Teflon putih



Gambar 6. Grafik kekuatan tarik Teflon abu-abu



Gambar 7. Grafik kekuatan tarik Teflon biru

Grafik pada gambar 5, 6, dan 7 menunjukkan tren grafik yang serupa yaitu bahwa kekuatan tarik bahan uji cenderung meningkat dengan penambahan komposisi volume serat Teflon. Hasil ini menunjukkan bahwa serat Teflon dapat meningkatkan sifat mekanis bahan fiber dan dapat menggantikan serat sintetis yang ada di pasaran. Grafik juga menunjukkan bahwa semakin panjang serat Teflon maka kekuatan tarik juga cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena ukuran yang

lebih panjang menyebabkan ikatan bahan fiber menjadi lebih kuat sehingga lebih sulit untuk dipatahkan.

Hasil pengolahan data pada tabel 1, 2 dan 3 menunjukkan bahwa Teflon berwarna putih cenderung memiliki kekuatan tarik yang lebih besar dibandingkan dengan Teflon abu-abu dan Teflon biru. Hal ini menunjukkan bahwa jenis Teflon berdasarkan perbedaan warna memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan tarik bahan. Bahan pewarna abu-abu dan biru tidak menghasilkan efek ikatan yang lebih kuat terhadap bahan Teflon sebagai pengganti serat sintetis fiber. Kekuatan tarik maksimum terjadi pada variasi Teflon putih, komposisi 90% dan panjang 4 cm yaitu sebesar 2,93 kg/cm<sup>2</sup>. Kekuatan tarik minimum terjadi pada variasi Teflon biru, komposisi 0% dan panjang 2 cm yaitu sebesar 1,61 kg/cm<sup>2</sup>.

### Kekuatan Impak

Kekuatan impak dihitung dengan persamaan:

$$K = \frac{m g \lambda (\cos \beta - \cos \alpha)}{A} \text{ (J/mm}^2\text{)}$$

Dimana:

m = massa pendulum = 2,5 kg

g = konstanta gravitasi = 9,8 m/dt<sup>2</sup>

λ = panjang lengan pendulum = 0,3 m

α = sudut posisi awal pendulum = 60°

β = sudut posisi akhir pendulum (hasil pengukuran)

Tabel 4. Kekuatan impak (J/mm<sup>2</sup>) Teflon putih

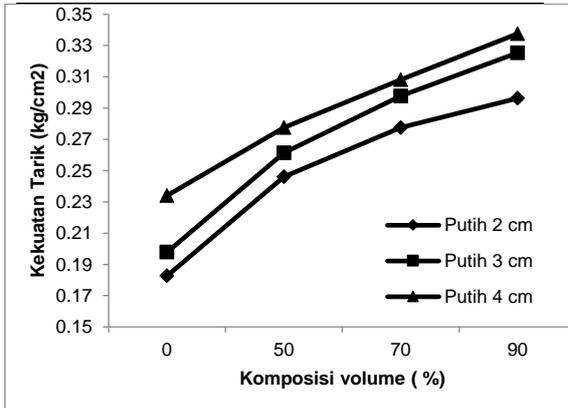
Serat teflon (%)	Panjang Serat 2 cm	Panjang Serat 3 cm	Panjang Serat 4 cm
0	0.183	0.198	0.234
70	0.246	0.261	0.278
80	0.278	0.298	0.308
90	0.296	0.325	0.338

Tabel 5. Kekuatan impak (J/mm<sup>2</sup>) Teflon abu-abu

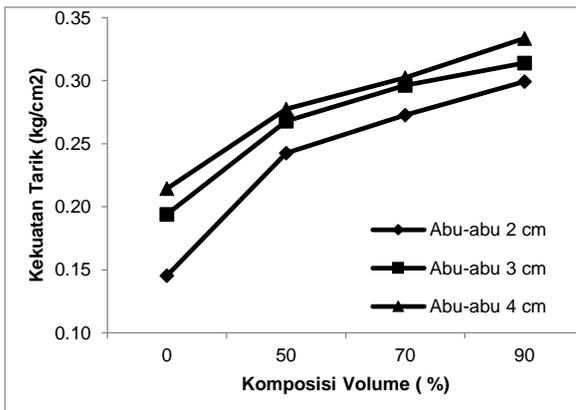
Serat teflon (%)	Panjang Serat 2 cm	Panjang Serat 3 cm	Panjang Serat 4 cm
0	0.145	0.194	0.214
70	0.243	0.268	0.278
80	0.273	0.296	0.302
90	0.299	0.314	0.334

Tabel 6. Kekuatan impact ( $J/mm^2$ ) Teflon biru

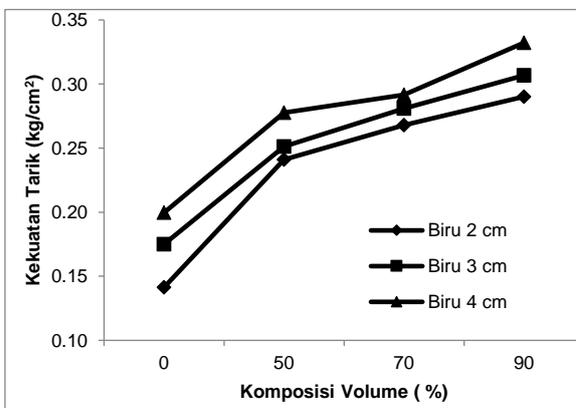
Serat teflon (%)	Panjang Serat 2 cm	Panjang Serat 3 cm	Panjang Serat 4 cm
0	0.141	0.175	0.200
70	0.241	0.251	0.278
80	0.268	0.281	0.292
90	0.290	0.307	0.332



Gambar 8. Grafik kekuatan impact Teflon putih



Gambar 9. Grafik kekuatan impact Teflon abu-abu



Gambar 10. Grafik kekuatan impact Teflon biru

Grafik pada gambar 8, 9 dan 10 menunjukkan tren grafik yang serupa dengan kekuatan tarik. Kekuatan impact bahan cenderung meningkat dengan penambahan prosentase komposisi volume dan penambahan ukuran panjang serat. Selain itu, fenomena yang sama terjadi pada kekuatan impact berdasarkan warna Teflon. Teflon putih cenderung memiliki nilai kekuatan impact yang lebih besar dibandingkan dengan Teflon abu-abu dan biru. Kekuatan impact maksimum terjadi pada variasi Teflon putih, komposisi 90% dan panjang 4 cm yaitu sebesar  $0,338 J/mm^2$ . Kekuatan impact minimum terjadi pada variasi Teflon biru, komposisi 0% dan panjang 2 cm yaitu sebesar  $0,141 J/mm^2$ .

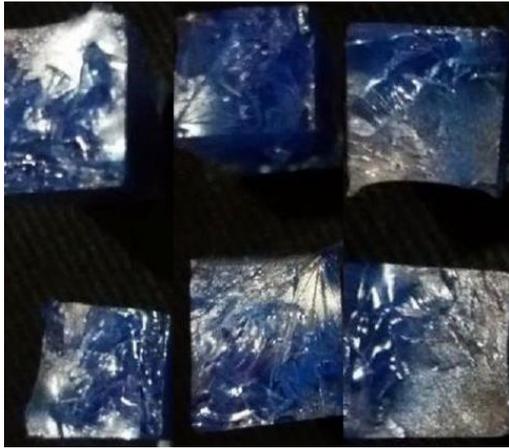
Peningkatan kekuatan tarik dan impact bahan komposit fiber dengan serat Teflon terjadi disebabkan sifat bahan Teflon tersebut. Sifat yang mendukung ini adalah sifat tahan gesekan. Beban tarik juga terkait dengan beban gesek sehingga sifat tahan gesekan yang baik akan menghasilkan kekuatan tarik yang relatif besar. Demikian halnya dengan kekuatan impact. Bahan dengan sifat tahan gesek yang baik akan lebih mampu dalam menahan beban impact.



Gambar 11. Foto patahan Teflon putih



Gambar 12. Foto patahan Teflon abu-abu



Gambar 13. Foto patahan Teflon biru

Foto-foto patahan pada gambar 11, 12 dan 13 menunjukkan bahwa patahan teflon putih cenderung menghasilkan struktur patahan yang mengkilat seperti kristal dibandingkan dengan Teflon abu-abu dan Teflon biru. Fenomena visual ini merupakan indikasi dari sifat bahan yang relatif

lebih ulet. Hal ini sesuai dengan hasil pengolahan data terkait dengan perbedaan sifat mekanik bahan yang diuji.

Peningkatan sifat mekanik bahan juga sesuai dengan sifat yang lain dari bahan Teflon. Teflon pada dasarnya adalah bahan penyekat berbentuk padat. Sifat ini adalah Teflon memiliki tingkat kekerasan yang relatif tinggi meskipun memiliki elastisitas yang relatif rendah. Selain itu, rantai-rantai senyawa Teflon cenderung terkemas dengan baik dan cukup berhablur atau bersifat kristalin [12]. Hal ini sesuai dengan foto-foto patahan benda kerja hasil-hasil penelitian.

**Uji Statistik**

Uji statistik dilakukan menggunakan SPSS for Windows 20 untuk:

1. Uji signifikansi menggunakan metode korelasi bivariate (*bivariate correlation*). Hasil uji dapat dilihat di tabel 7.
2. Uji reliabilitas data menggunakan skala reliabilitas (*reliability scale*). Hasil uji dapat dilihat di tabel 8.

Tabel 7. Hasil uji signifikansi

		Putih 2cm	Putih 3cm	Putih 4cm	Abu-abu 2cm	Abu-abu 3cm	Abu-abu 4cm	Biru 2cm	Biru 3cm	Biru 4cm
Putih 2cm	Pearson Correlation	1	.998**	1.000**	.999**	.999**	.998**	.971*	.994**	.995**
	Sig. (2-tailed)		.002	.000	.001	.001	.002	.029	.006	.005
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Putih 3cm	Pearson Correlation	.998**	1	.999**	.998**	.996**	.998**	.983*	.999**	.994**
	Sig. (2-tailed)	.002		.001	.002	.004	.002	.017	.001	.006
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Putih 4cm	Pearson Correlation	1.000**	.999**	1	.999**	.998**	.999**	.977*	.997**	.995**
	Sig. (2-tailed)	.000	.001		.001	.002	.001	.023	.003	.005
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Abu-abu 2cm	Pearson Correlation	.999**	.998**	.999**	1	.996**	.995**	.978*	.996**	.999**
	Sig. (2-tailed)	.001	.002	.001		.004	.005	.022	.004	.001
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Abu-abu 3cm	Pearson Correlation	.999**	.996**	.998**	.996**	1	.998**	.963*	.991**	.991**
	Sig. (2-tailed)	.001	.004	.002	.004		.002	.037	.009	.009
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Abu-abu 4cm	Pearson Correlation	.998**	.998**	.999**	.995**	.998**	1	.973*	.995**	.988*
	Sig. (2-tailed)	.002	.002	.001	.005	.002		.027	.005	.012
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Biru 2cm	Pearson Correlation	.971*	.983*	.977*	.978*	.963*	.973*	1	.991**	.978*
	Sig. (2-tailed)	.029	.017	.023	.022	.037	.027		.009	.022
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Biru 3cm	Pearson Correlation	.994**	.999**	.997**	.996**	.991**	.995**	.991**	1	.993**
	Sig. (2-tailed)	.006	.001	.003	.004	.009	.005	.009		.007
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Biru 4cm	Pearson Correlation	.995**	.994**	.995**	.999**	.991**	.988*	.978*	.993**	1
	Sig. (2-tailed)	.005	.006	.005	.001	.009	.012	.022	.007	
	N	4	4	4	4	4	4	4	4	4

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tabel 8. Hasil uji reliabilitas

Cronbach's Alpha	N of Items
.998	9

Hasil uji signifikansi di tabel 7 menunjukkan bahwa nilai signifikansi berkisar antara 0,991 – 1. Hal ini menunjukkan bahwa data hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan. Tingkat signifikansi ini mendukung hasil analisis yang menyatakan bahwa variabel komposisi, ukuran panjang serat dan jenis Teflon menunjukkan pengaruh terhadap variabel sifat mekanik yang diamati. Dalam hal ini, uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada data-data hasil penelitian. Tingkat signifikansi ini mengacu pada tingkat signifikansi minimum sebesar 0,3.

Tabel 8 menunjukkan hasil uji reliabilitas data dimana didapat nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,998 untuk 9 macam data. Hal ini menunjukkan bahwa data hasil penelitian memiliki reliabilitas yang sangat tinggi atau berarti bahwa data hasil penelitian bersifat sangat dapat diandalkan karena nilai *Cronbach's Alpha* lebih besar dari 0,6.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Serat limbah Teflon berpengaruh terhadap kekuatan mekanis bahan komposit fiber.
2. Semakin besar prosentase komposisi volume maka kekuatan tarik dan kekuatan impak cenderung semakin besar.
3. Semakin panjang ukuran serat Teflon maka kekuatan tarik dan kekuatan impak cenderung semakin besar.
4. Secara berurutan jenis Teflon berdasarkan warna yang memiliki kekuatan tarik dan impak yang lebih besar adalah Teflon putih, abu-abu dan Teflon biru.

## SARAN

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk pola penataan serat Teflon pada komposit atau mempelajari komposisi campuran dari segi densitas, kepadatan dan lain-lain.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara melalui skim kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa - Penelitian (PKM-P) Dirjen Belmawa Ristek Dikti TA 2018.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurfanani A. 2015. *PTFE/Teflon*.

- <http://www.ifankiwon.blogspot.co.id>. Diakses tanggal 10 Oktober 2016
- [2] Wibowo A. 2014. *Teflon (PTFE)*. <http://www.ariptpm.blogspot.com>. Diakses tanggal 10 Oktober 2016
- [3] Lokantara IP, Suardana NPG, Karohika IMG, Nanda. 2010. *Pengaruh Panjang Serat pada Temperatur Uji yang Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra 4(2): 166-172
- [4] Pell YM. 2012. *Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Karakterisasi Mekanik Green Composite Widuri – Epoxy*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknik 2012: T114-T120
- [5] Dyah E., Sari NH., Yudhyadi IGK., Sinarep, Topan. 2012. *Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Impact dan Bending Material Komposit Polyester - Fiber Glass dan Polyester-Pandan Wangi*. Dinamika Teknik Mesin 2(1): 15-27
- [6] Huda MN, 2008, *Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Hasil Daur Ulang Plastik (HDPE, PET) dan Karet dengan Variasi Suhu Sintering 170°C, 180°C, dan 190°C*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [7] Septiari IAPW, Karyasa IW, Kartowarsono N, 2014, *Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Plastik Polypropylene (PP) dan Tangkai Bambu*, e-Journal Kimia Visvitalis Universitas Pendidikan Ganesha, Jurusan Pendidikan Kimia 2(1): 117-126
- [8] Sushardi, Veranitha, 2015, *Papan Komposit dari Limbah Industri dengan Perekat Campuran Plastik Polypropylene*, Prosiding Seminar Nasional, Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian LPPM Universitas Muhammadiyah Purwokerto, ISBN: 978-602-14930-3-8
- [9] Pratomo AW. *Modifikasi Mesin Uji Tarik Plastik Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
- [10] Purwika A, Sugiyanto. 2012, *Rancang Bangun Alat Uji Lentur dan Tarik Bahan Dengan Tenaga Hidrolik*. Program Studi Teknik Mesin, Univeristas Surakarta
- [11] Ismail F. 2012. *Rancang Bangun Alat Uji Impak Charpy*. Tugas Akhir. Program Studi Diploma III Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro Semarang
- [12] Ngutra A, 2012, *Teflon*, <http://www.aldongutra.blogspot.co.id>, diakses tanggal 10 Oktober 201