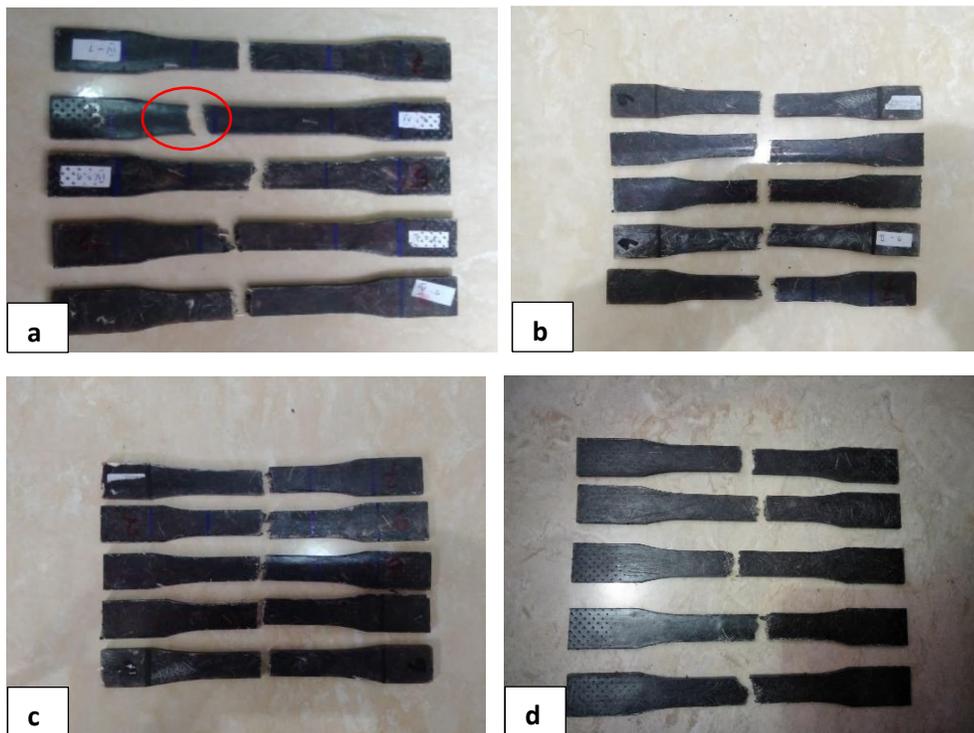


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Tarik Komposit

Pada pengujian tarik komposit hibrid abaka/karbon/PMMA didapatkan 3 parameter data kekuatan mekanik komposit yaitu kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas. Penelitian ini menggunakan 3 parameter tersebut yaitu kuat tarik, modulus elastisitas dan regangan (elongation %). Berikut adalah foto patahan hasil pengujian tarik ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Hasil pengujian tarik komposit karbon/abaka (a) 1:3, (b) 1:2, (c) 1:1 dan (d) 2:1

Hasil pengujian tarik komposit yang terlihat pada Gambar 4.1 menunjukkan hasil patahan berada ditengah tetapi terdapat satu spesimen yang hasil patahannya berada ditepi disebabkan dalam proses fabrikasi distribusi serat tidak merata sehingga menghasilkan patahan dibagian tepi. Hal ini dapat menyebabkan turunnya nilai kuat

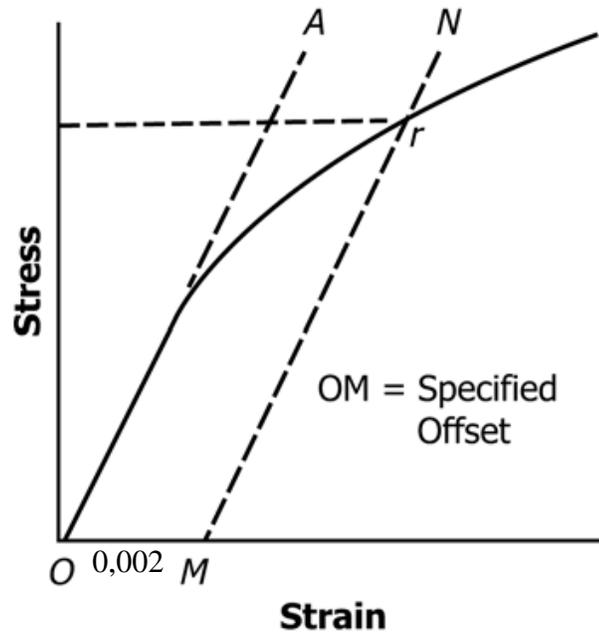
tarik pada komposit dan struktur morfologi yang terlihat di foto SEM masih terdapat *pull-out*.

4.2 Hasil Analisa Uji Tarik

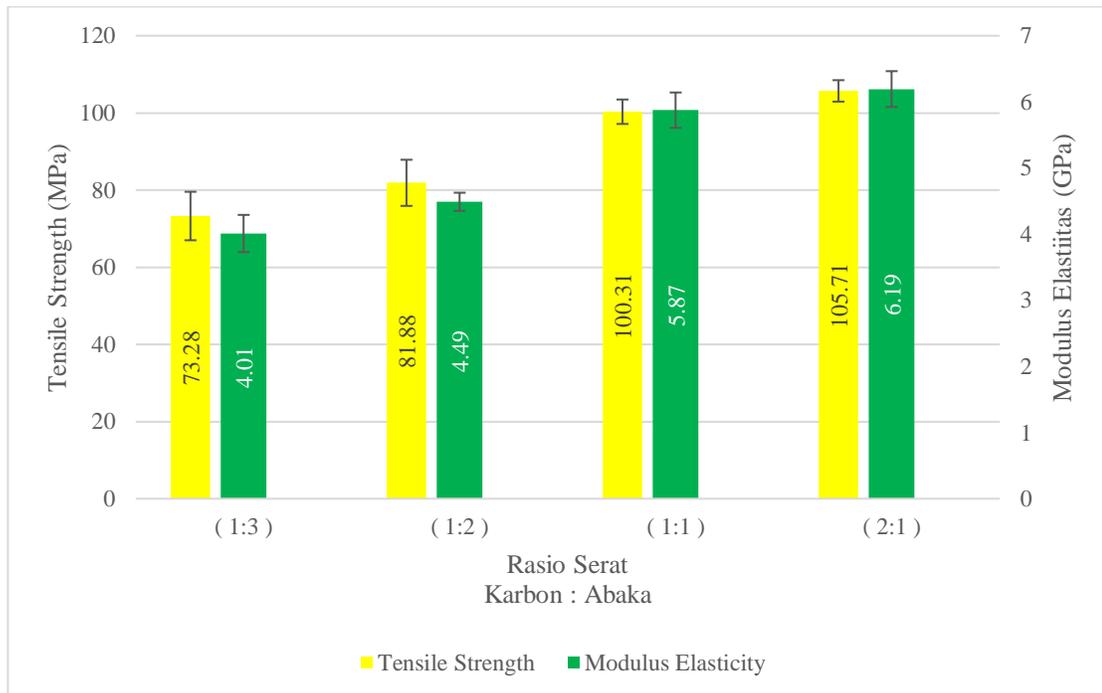
Hasil analisa dan pengolahan data uji tarik dapat diketahui nilai uji tarik maksimal yaitu pada rasio karbon: abaka (2:1) dengan *alkali-treatment* 36 jam yang dihitung menggunakan persamaan (2.1). Hasil perhitungan kuat tarik dirangkum pada Tabel 4.1. Hasil grafik pengujian tarik komposit hibrida karbon/abaka/PMMA dapat mengetahui nilai modulus elastisitas. Namun, pada penelitian ini menggunakan bahan polimer, sehingga metode pengambilan data modulus elastisitas menggunakan *offset* 0,2 % (elongation) atau 0,002 (regangan) dapat dilihat dari Gambar 4.2, hubungan kuat tarik komposit terhadap rasio serat ditunjukkan pada Gambar 4.3, nilai elongasi ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan hubungan tegangan tarik dengan regangan ditunjukkan pada Gambar 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data tegangan tarik komposit hibrid abaka/karbon/PMMA

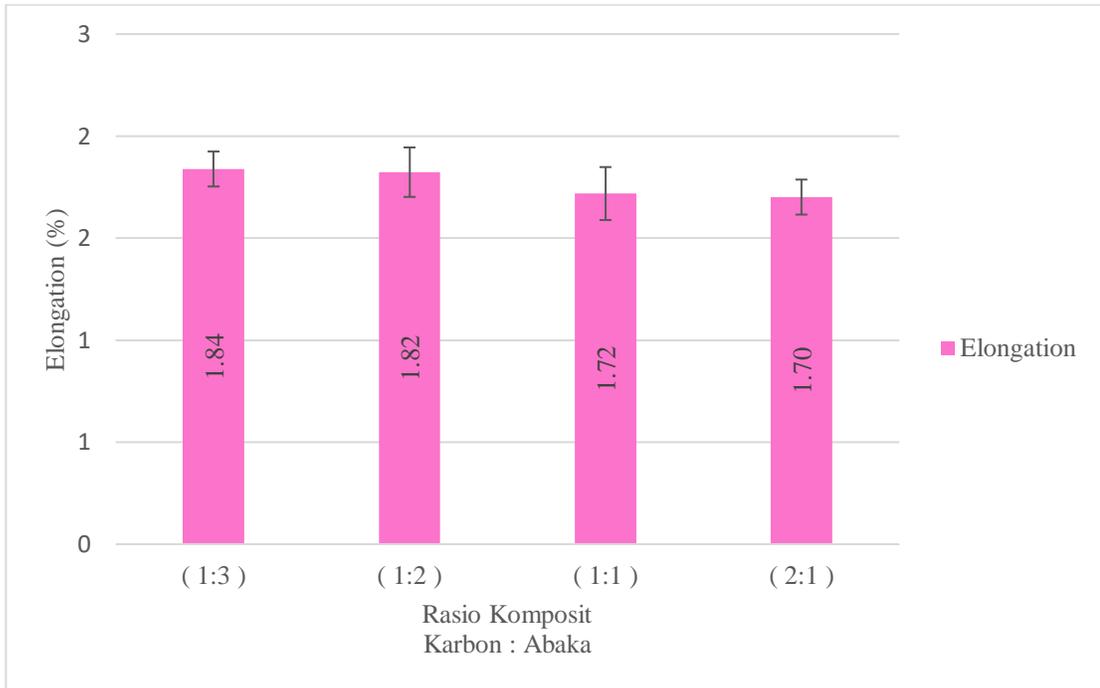
No	Perbandingan (karbon:abaka)	Teg. Tarik (Mpa)	Modulus Elastisitas (Gpa)	Elongasi %	Standar Deviasi		
					Teg. Tarik	M. Elastisitas	Elongasi
1	(1:3)	73.28	4.01	1.84	6.29	0.28	0.09
2	(1:2)	81.88	4.49	1.82	5.98	0.14	0.12
3	(1:1)	100.31	5.87	1.72	3.17	0.27	0.13
4	(2:1)	105.71	6.19	1.70	2.77	0.27	0.09



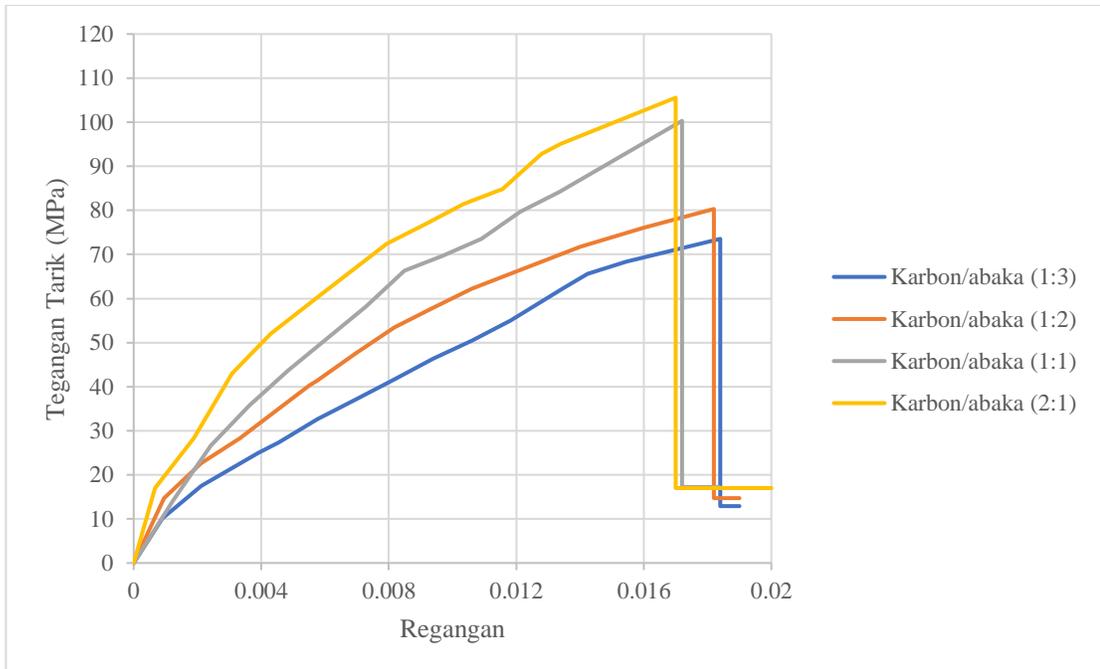
Gambar 4.2 Metode pengambilan data modulus elastisitas



Gambar 4.3 Diagram batang nilai uji tarik dan modulus elastisitas



Gambar 4.4 Nilai elongasi spesimen uji tarik



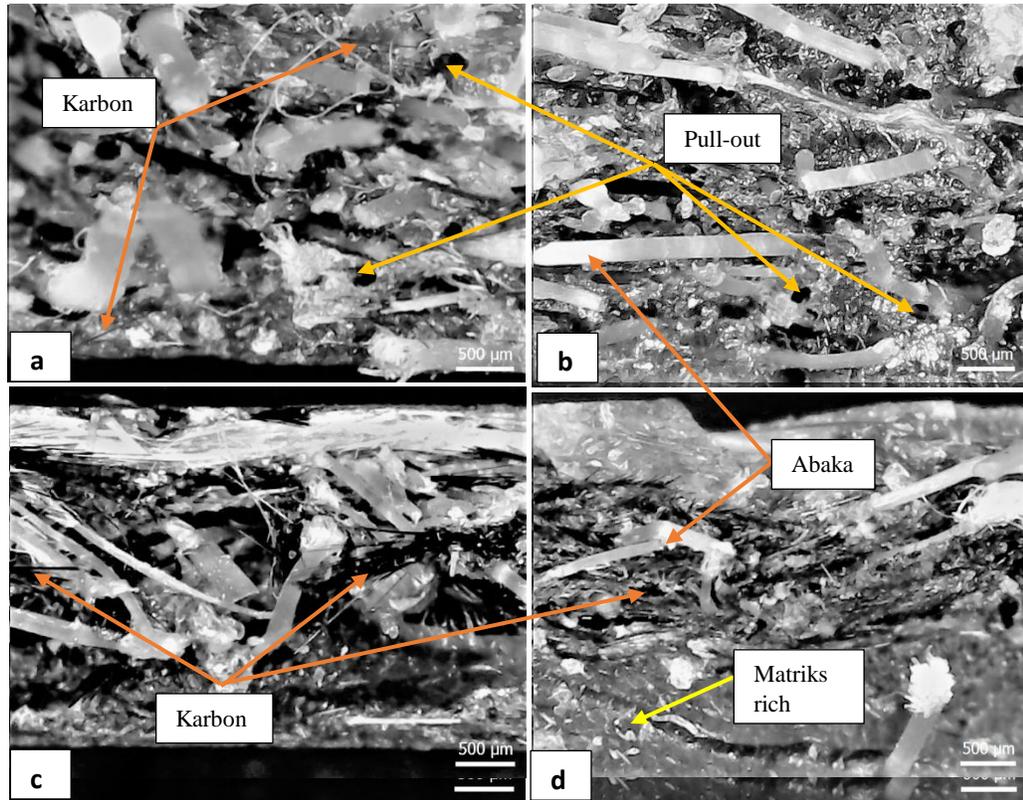
Gambar 4.5 Hubungan tegangan tarik dengan regangan

Grafik hubungan kuat tarik terhadap rasio serat mengalami peningkatan dikarenakan dengan banyaknya karbon kuat tarik terus meningkat yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 dengan mencapai kuat tarik 105,71 MPa dan modulus elastisitas 6.19 GPa. Beberapa penelitian sebelumnya terkait komposit sebagai bahan alternatif *socket* prosthesis maupun perangkat biomedis (Irawan et al., 2009; Irawan dan Sukania, 2012; Sosiati et al., 2019) menghasilkan sifat tarik tinggi. Akan tetapi penelitian ini menghasilkan kuat tarik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Modulus elastisitas pada penelitian sebelumnya yang dilakukan (Irawan et al., 2009; Irawan dan Sukania, 2012) terkait bahan alternatif *socket* prosthesis relatif tinggi yaitu 8,45 GPa dan 8,95 GPa menyebabkan material komposit mudah getas. Jika dibandingkan dengan standar OttoBock seperti yang dilakukan oleh (Irawan et al., 2019) dalam pembuatan prosthesis nilai kuat tarik sebesar 67 MPa, hasil penelitian ini sudah memenuhi standar.

Hubungan tegangan tarik dengan regangan seperti yang terlihat pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa dengan perbandingan serat karbon/abaka (1:3), (1:2), (1:1) dan (2:1) mengalami penurunan regangan dan grafik menunjukkan bahwa komposit hibrida karbon/abaka/PMMA merupakan material getas. Dikarenakan disaat menerima beban tarik maksimum, material langsung mengalami patah dan tidak adanya daerah plastis.

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa komposit hibrida karbon/abaka/PMMA dapat menjadi rekomendasi bahan alternatif *socket* prosthesis. Selanjutnya hasil akan dianalisa mengenai kuat tarik komposit hibrida karbon/abaka/PMMA berdasarkan pengamatan struktur patahan hasil uji tarik komposit karbon/abaka/PMMA pada pengujian optik dan SEM.

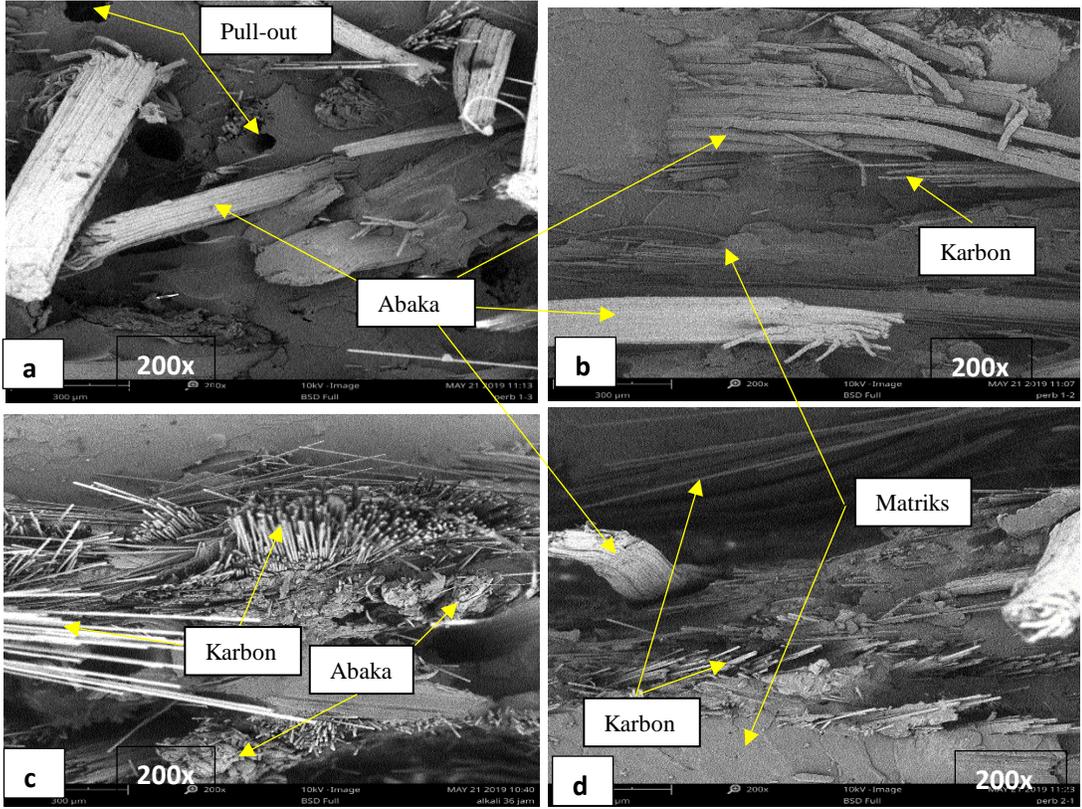
4.3 Hasil Analisa Uji Optik Makro



Hasil Uji Optik (a) karbon/abaka 1:3, (b) karbon/abaka 1:2, (c) karbon/abaka 1:1 dan (d) karbon/abaka 2:1

Pada Gambar 4.6 (a) dan (b) menunjukkan serat abaka lebih dominan jumlahnya dari pada serat karbon, hal ini sesuai dengan rasio serat yang telah dihitung. Namun masih adanya *fiber pull-out* pada hasil patahan uji tarik, serat tidak mengikat pada matriks disebabkan beberapa faktor yaitu pada fabrikasi masih menggunakan *hand-lay-up* (manual) dalam persebaran serat dan matriks PMMA tidak sepenuhnya membasahi serat. Pada Gambar 4.6 (c) dan (d) menunjukkan persebaran serat sangat baik dan merata sesuai rasio serat. *Fiber pull-out* relatif berkurang yang terjadi pada komposit dikarenakan matriks PMMA membasahi sepenuhnya serat. Hasil uji optik

makro didukung oleh penglihatan pada SEM dengan perbesaran 200x yang terlihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut



Gambar 4.6 Hasil Uji SEM (a) karbon/abaka 1:3, (b) karbon/abaka 1:2, (c) karbon/abaka 1:1 dan (d) karbon/abaka 2:1

4.4 Hasil Simulasi Desain

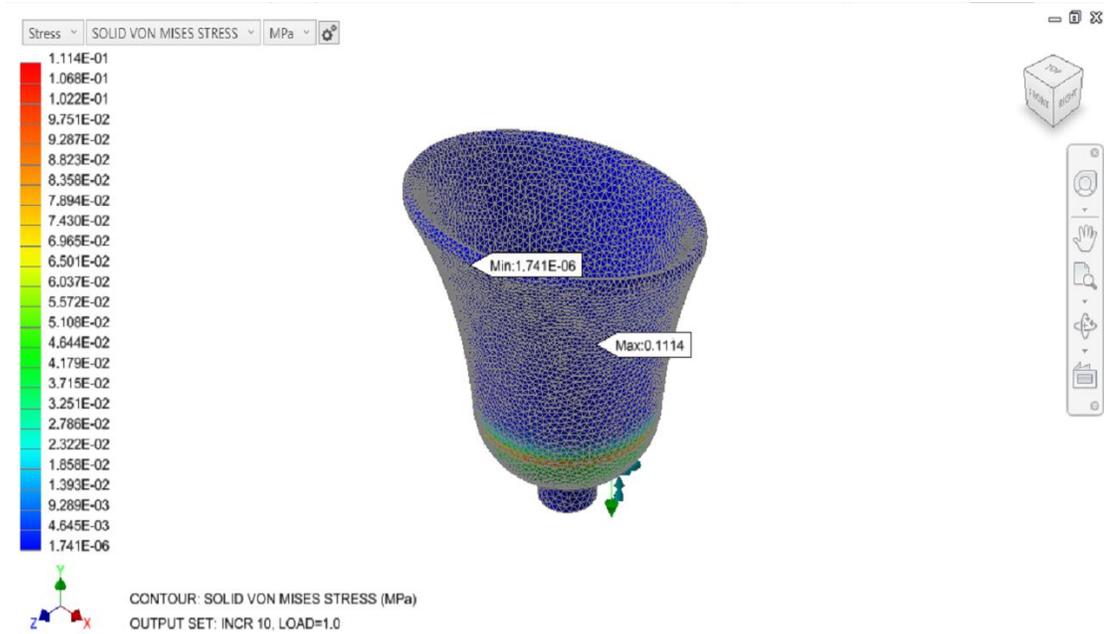
Pada hasil uji tarik komposit kemudian disimulasikan melalui aplikasi perangkat lunak Inventor 2019 dan Nastran In-CAD 2019 yang terlihat pada Gambar 4.8 untuk desain *socket prosthesis*, Gambar 4.9 hasil simulasi *displacement*, Gambar 4.10 hasil *von Mises stress* sebagai berikut



Gambar 4.7 3D desain socket



Gambar 4.8 3D simulasi *displacement*



Gambar 4.9 3D simulasi *von Mises*

Dari simulasi, desain mengalami *displacement* sebesar sebesar 1,89 mm dimana hasil ini berada dibawah standar *displacement prosthesis* sebesar 3,5 mm (Henrikson et al., 2018) setelah menerima beban arah sumbu Y sebesar 1000 N. Kemudian hasil simulasi *von Mises stress* pada desain sebesar 1,11 MPa dimana hasil ini berada dibawah tegangan luluh sebesar 85,62 MPa yang membuat desain ini aman digunakan

Dapat disimpulkan bahwa material komposit hibrida karbon/abaaka/PMMA yang telah dilakukan menghasilkan kuat tarik tinggi dan sebagai rekomendasi bahan alternatif pembuatan *socket prosthesis*.