

## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengujian Serat Tunggal

Hasil pengujian serat tunggal kenaf menurut ASTM D 3379 dirangkum pada Tabel 10. Tabel ini menunjukkan bahwa, nilai kuat tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas tarik rata-rata serat kenaf sebesar  $202.39 \pm 24.31$  MPa,  $0.0146 \pm 0.0021$  dan  $14041.26 \pm 2483.08$  MPa dengan *coefficient of variation* 12.01 %, 14.58% dan 17.68%. Mohanty (2005) mengungkapkan besar kuat tarik dan modulus elastisitas tarik serat kenaf sebesar 930 MPa dan 53 GPa, namun hasil pengujian serat kenaf pada penelitian ini nilainya jauh lebih rendah. Faktor geografis dan iklim dapat mempengaruhi kekuatan mekanis serat kenaf. Hasil pengujian serat tunggal digunakan sebagai inputan untuk menghitung kuat tarik spesimen komposit secara teoritis menggunakan persamaan Cox Krenchel. Selanjutnya, data perhitungan lengkap uji serat tunggal dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 10. Hasil uji tarik serat tunggal.

Kenaf	Diameter rata - rata	Luas Area (mm <sup>2</sup> )	Nilai Beban Pembacaan (Kgf)	F	$\sigma$ Tarik (Mpa)	(L) Standar ASTM (mm)	Measurement travel end / $\Delta L$ (mm)	$\epsilon$ (Tarik)	E
	(mm)								
1	0.0918	0.006618739	0.155	1.521	229.73	50.00	0.606	0.0121	18954.95868
2	0.1285	0.012968691	0.234	2.296	177.01	50.00	0.616	0.0123	14367.39461
4	0.1285	0.012968691	0.235	2.305	177.76	50.00	0.77	0.0154	11543.03499
5	0.1248	0.012232608	0.254	2.492	203.70	50.00	0.84	0.0168	12124.7946
7	0.1175	0.010843403	0.198	1.942	179.13	50.00	0.67	0.0134	13367.91836
8	0.1138	0.010171252	0.235	2.305	226.65	50.00	0.88	0.0176	12878.04079
9	0.1212	0.011537059	0.262	2.570	222.78	50.00	0.74	0.0148	15052.66728
Rata - rata	0.118				202.39			0.0146	14041.26
Standar Deviasi	0.012788723				24.31			0.0021	2483.08
Coefficient of Variation (%)	10.84				12.01			14.58	17.68

#### 4.2. Kekuatan Tarik

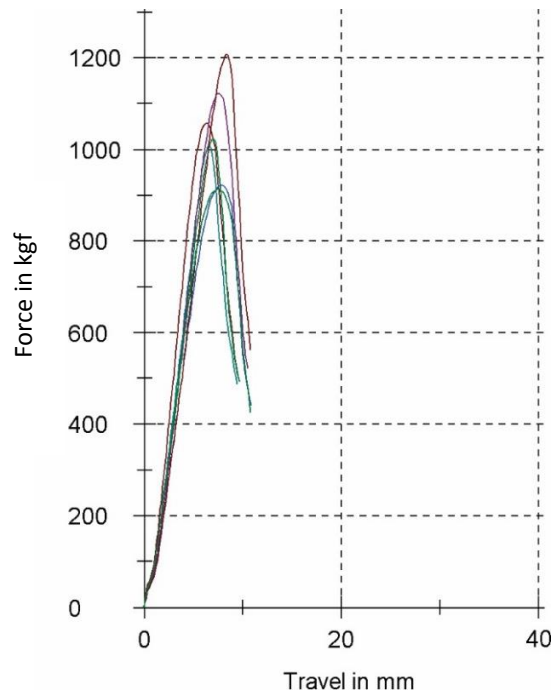
Besar nilai kekuatan tarik diperoleh dari gaya longitudinal maksimum hingga spesimen patah, sedangkan *displacement* merupakan perubahan panjang spesimen ketika ditarik dengan mesin uji. Pengujian tarik yang telah dilakukan mendapatkan dua macam data yaitu, harga gaya tarik maksimum ( $F_{maks}$ ) dan *displacement* ( $\Delta L$ ). Pada pengujian tarik, spesimen mengalami perubahan akibat

gaya tarik yang diberikan. Perubahan yang terjadi pada spesimen antara lain lebar spesimen ( $W$ ) dan panjang spesimen ( $L_0$ ).

Besar kekuatan tarik ( $\sigma$ ), regangan tarik ( $\varepsilon$ ) dan modulus elastisitas tarik ( $E$ ) diperoleh dari persamaan 2.9, 2.10 dan 2.11 dengan  $L$  menggunakan panjang *narrow section*. Tabel 11 dan Gambar. 48 merupakan korelasi beban tarik dan *displacement* hasil pengujian tarik spesimen komposit dengan perbandingan serat kenaf – E glass 90/10. Gambar. 48 menunjukkan titik awal pengukuran data dimulai dari naiknya data perpanjangan. Data yang dikeluarkan dari pengujian tarik yaitu grafik beban tarik-perpanjangan. Selanjutnya grafik untuk variasi fraksi volume yang lain dapat dilihat pada lampiran hasil pengujian tarik.

Tabel 11. Korelasi beban tarik dan *displacement (measurement travel end)*.

Legends	Nr	Fmax Lm kgf	Measurement travel end mm
	1	107.703	9.54
	2	104.243	9.63
	3	93.872	10.88
	4	102.960	9.46
	5	114.474	10.46
	6	123.013	10.79
	7	93.018	10.79

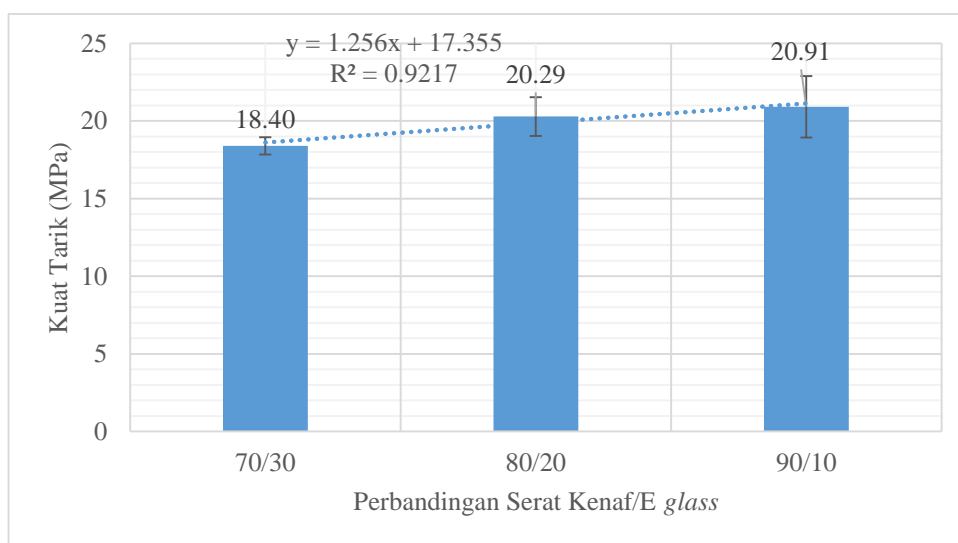


Gambar 48. Korelasi beban tarik dan *displacement (measurement travel end)*.

Setelah dilakukan pengujian tarik, maka didapatkan data kuat tarik hasil pengujian spesimen komposit hibrida. Setelah dihitung menggunakan persamaan 2.9, data hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 12 dan Gambar. 49.

Tabel 12. Kuat tarik hasil pengujian.

Perbandingan Serat Kenaf - E glass	Kuat Tarik Fraksi Volume Serat & Matrik 20% / 80% (MPa)			Standar Deviasi	Coefficient of Variation (%)
	Minimum	Maksimum	Rata-rata		
70/30	17.80	19.21	18.40	0.55	2.98
80/20	18.80	21.67	20.29	1.25	6.14
90/10	17.49	22.40	20.91	1.98	9.45



Gambar 49. Kuat tarik spesimen komposit hibrida dengan variasi perbandingan kenaf/E glass.

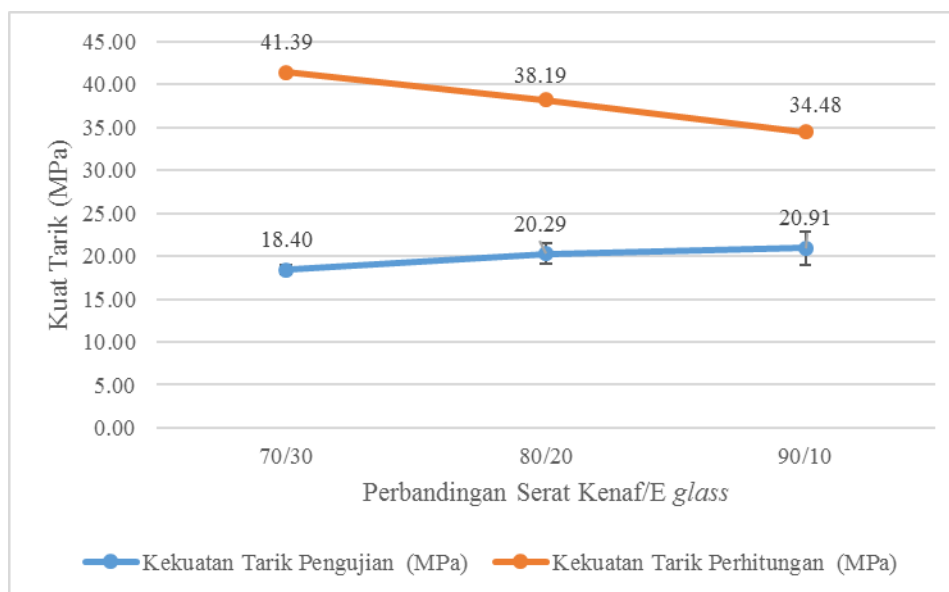
Tabel 12 dan Gambar. 49 menunjukkan nilai kuat tarik rata-rata spesimen komposit dengan perbandingan serat kenaf/E glass masing-masing 70/30, 80/20 dan 90/10 sebesar  $18.40 \pm 0.55$  MPa,  $20.29 \pm 1.25$  MPa dan  $20.91 \pm 1.98$  MPa dengan *coefficient of variation* 2.98 %, 6.14 % dan 9.45%. Berdasarkan data hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit hibrida meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume serat kenaf. Kekuatan tarik komposit hibrida

memiliki harga paling tinggi pada perbandingan fraksi volume serat kenaf/*E glass* 90/10 yakni dengan harga kuat tarik rata-rata sebesar  $20.91 \pm 1.98$  MPa dengan *coefficient of variation* 9.45 %.

Data hasil pengujian tarik dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis dengan menggunakan persamaan 2.14. Tabel 13 dan Gambar. 50 merupakan hasil dari perhitungan teoritis dan perbandingan kuat tarik komposit hasil pengujian. Perhitungan teoritis kuat tarik dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 13. Perhitungan teoritis kuat tarik volume serat dan matrik 80% / 20%.

Perbandingan Serat Kenaf / <i>E glass</i>	Kekuatan Tarik Perhitungan (MPa)
70/30	41.39
80/20	38.19
90/10	34.48

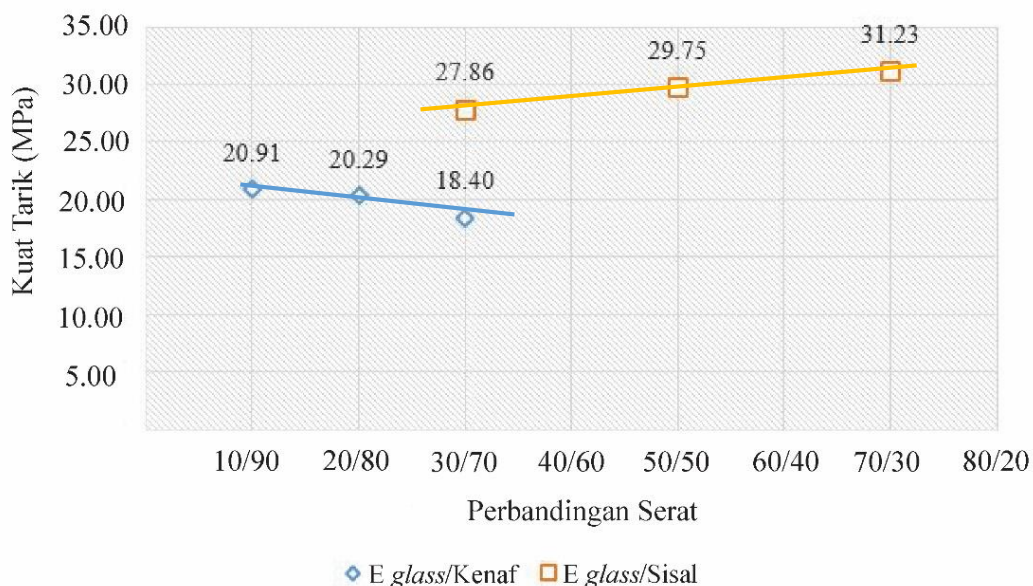


Gambar 50. Perbandingan kuat tarik hasil pengujian dan perhitungan teoritis.

Berdasarkan Gambar. 50, meningkatnya kuat tarik perhitungan teoritis spesimen komposit sesuai dengan meningkatnya fraksi volume serat *E glass*, yaitu pada perbandingan serat kenaf-*E glass* 70/30 dengan nilai kuat tarik rata-rata

sebesar 41.39 MPa. Namun, dari hasil pengujian dihasilkan tegangan maksimum yang terjadi pada perbandingan serat kenaf- E *glass* 90/10 sebesar  $20.91 \pm 1.98$  MPa. Kekuatan tarik hasil pengujian yang cenderung menurun seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat E-*glass* disebabkan oleh ikatan permukaan antara matrik dan serat E *glass* yang kurang baik, dibandingkan dengan ikatan matrik dan serat kenaf. Selain itu, distribusi serat kenaf dan E-*glass* didalam matrik yang kurang merata juga dapat mempengaruhi kekuatan mekanis komposit.

Gambar. 51 menunjukkan perbandingan nilai kuat tarik komposit berpenguat serat E *glass* - kenaf dengan hasil penelitian komposit berpenguat serat E *glass* - sisal yang dilakukan oleh Kalaprasad *et al.*, (2004). Kalaprasad *et al.*, (2004) mengatakan bahwa meningkatnya fraksi volume serat E *glass* dapat menaikkan kuat tarik komposit E *glass* - sisal /LDPE. Namun, hasil pengujian kuat tarik komposit serat E *glass* – kenaf menunjukkan hasil yang berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Kalaprasad *et al.*, (2004). Kegagalan tarik lebih awal pada spesimen serat E *glass* - kenaf menyebabkan hasil kuat tarik yang lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil tegangan tarik spesimen E *glass* - sisal yang dilakukan Kalaprasad *et al.*, (2004).



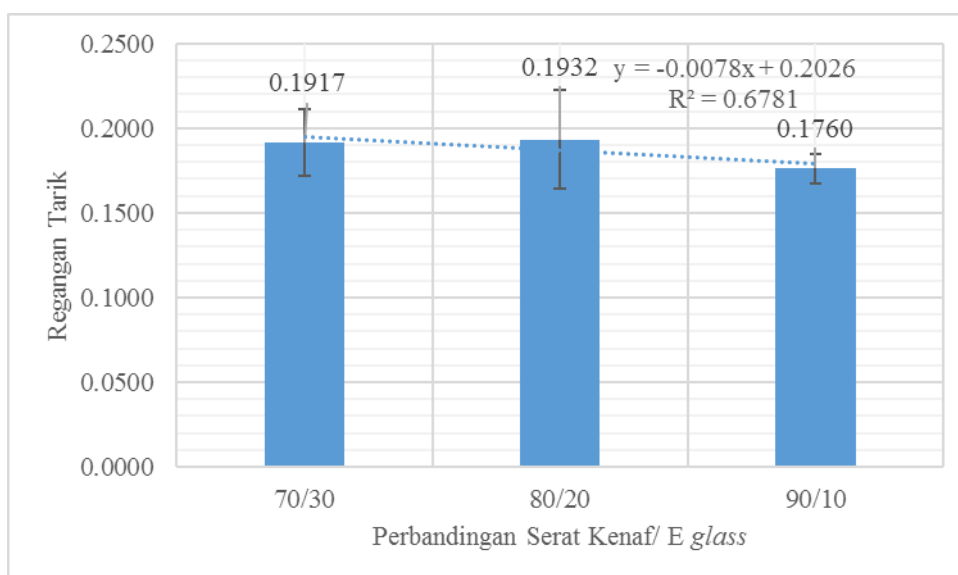
Gambar 51. Perbandingan nilai kuat tarik kenaf/E *glass* dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kalaprasad *et al.*, (2004).

### 4.3. Regangan Tarik

Setelah diperoleh data nilai kuat tarik spesimen komposit, maka regangan tarik rata-rata dapat dihitung menggunakan persamaan 2.10. Tabel 14 dan Gambar 52 menunjukkan bahwa regangan tarik rata-rata pada perbandingan serat kenaf - E glass 70/30 sebesar  $0.1917 \pm 0.0196$  dengan *coefficient of variation* 10.43%, sedangkan pada perbandingan serat kenaf - E glass 80/20 regangan tariknya meningkat dengan nilai sebesar  $0.1932 \pm 0.0290$  dengan *coefficient of variation* 15.53% dan pada perbandingan serat kenaf - E glass 90/10 regangan tariknya menurun sebesar  $0.1760 \pm 0.0089$  dengan *coefficient of variation* 5.08 %.

Tabel 14. Regangan tarik.

Perbandingan Serat Kenaf - E glass	Regangan Tarik Fraksi Volume Serat & Matrik 20% / 80%			Standar Deviasi	Coefficient of Variation (%)
	Minimum	Maksimum	Rata-rata		
70/30	0.1630	0.2128	0.1917	0.0196	10.43
80/20	0.1620	0.2410	0.1932	0.0290	15.53
90/10	0.1700	0.1900	0.1760	0.0089	5.08

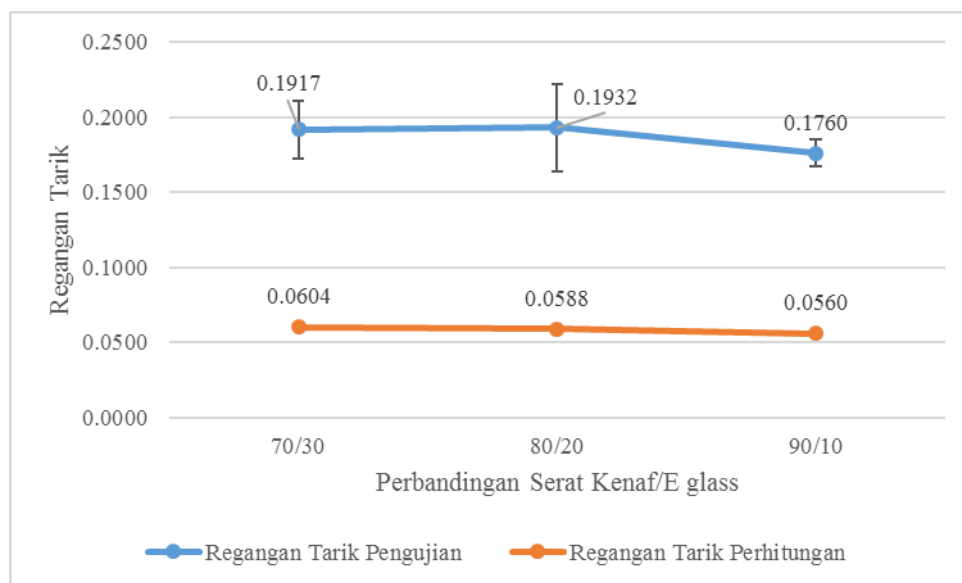


Gambar 12. Grafik regangan tarik.

Data hasil pengujian tarik dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis dengan menggunakan persamaan 2.16. Tabel 15 dan Gambar. 53 merupakan hasil dari perhitungan teoritis dan perbandingan regangan tarik komposit hasil perhitungan dengan hasil pengujian. Perhitungan teoritis regangan tarik dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 15. Perhitungan teoritis regangan tarik volume matrik dan serat 80% / 20%.

Perbandingan Serat Kenaf / E glass	Regangan Tarik Perhitungan
70/30	0.0604
80/20	0.0588
90/10	0.0560

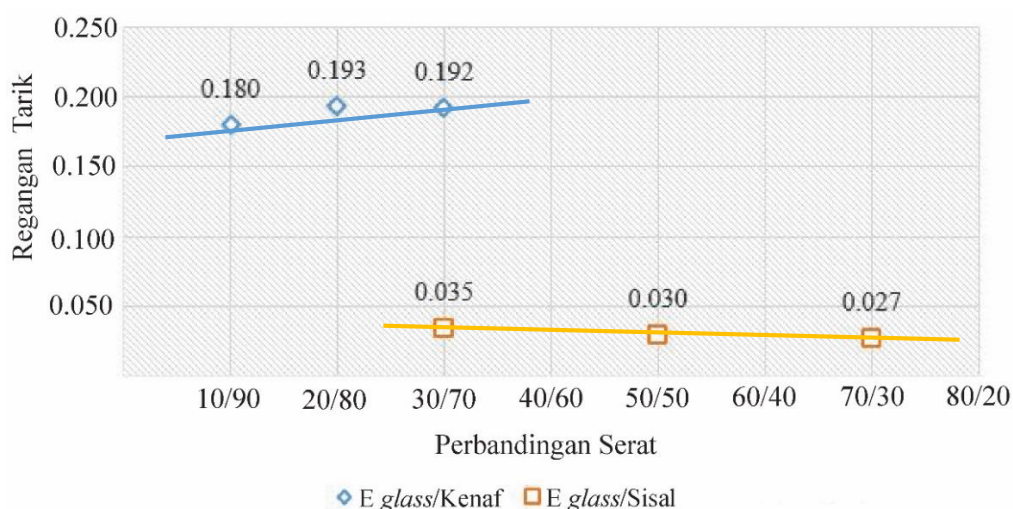


Gambar 53. Perbandingan regangan tarik hasil pengujian dan perhitungan teoritis.

Gambar.53 menunjukkan bahwa, regangan tertinggi perhitungan teoritis yaitu pada perbandingan serat kenaf- E glass 70/30 dengan nilai sebesar 0.0604. Berbeda dengan hasil pengujian komposit, nilai regangan tarik tertinggi pada perbandingan volume serat kenaf-E glass 80/20, yakni dengan nilai sebesar  $0.1932 \pm 0.0290$ , sedangkan pada perbandingan volume serat kenaf- E glass 70/30 terjadi penurunan nilai regangan tarik dengan nilai sebesar  $0.1760 \pm 0.0089$ . Berdasarkan

hasil perhitungan teoritis regangan tarik akan meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat *E glass*, sedangkan hasil pengujian menunjukkan regangan tarik yang berfluktuasi. Perbedaan besar regangan tarik spesimen yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis disebabkan oleh sifat matrik LDPE yang memiliki elongasi yang tinggi. Ikatan permukaan antara matrik dan serat *E glass* yang kurang baik dengan ikatan matrik juga mempengaruhi besar regangan yang terjadi pada komposit. Selain itu, distribusi serat kenaf dan *E-glass* didalam matrik yang kurang merata juga dapat mempengaruhi besar nilai regangan tarik komposit.

Gambar 54. merupakan perbandingan regangan tarik serat *E glass* - kenaf /LDPE dengan *E glass* - sisal/LDPE (Kalaprasad, *et al.*, 2004). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kalaprasad *et al.*, (2004) mengungkapkan, nilai regangan tarik komposit sisal - *E glass*/LDPE akan cenderung menurun seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat *E glass* dengan nilai regangan tarik tertinggi sebesar 0.035, sedangkan regangan tarik komposit serat *E glass* - kenaf menunjukkan hasil yang berfluktuasi dengan regangan maksimum sebesar  $0.1932 \pm 0.0290$ . Kegagalan tarik lebih awal pada spesimen serat *E glass* - kenaf menyebabkan hasil berbeda jika dibandingkan dengan hasil regangan tarik spesimen *E glass* - sisal yang dilakukan Kalaprasad *et al.*, (2004).



Gambar 54. Perbandingan regangan tarik sisal-*E glass*/LDPE dengan kenaf-*E glass*/LDPE, Kalaprasad *et al.*, (2004).

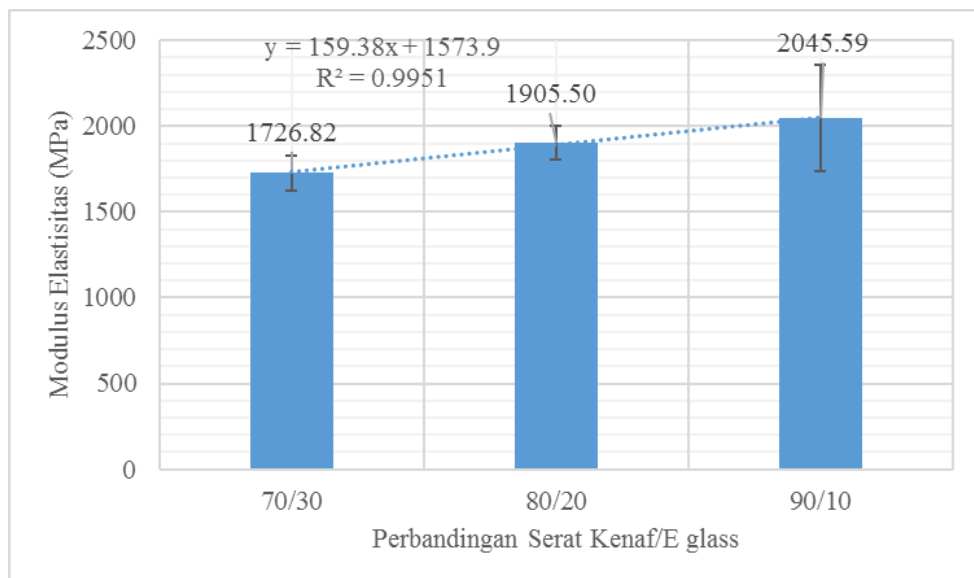


#### 4.4. Modulus Elastisitas Tarik

Tabel 16 dan Gambar. 55 menunjukkan bahwa modulus elastisitas tarik rata-rata pada perbandingan serat kenaf/E *glass* 70/30, 80/20 dan 90/10 sebesar  $1726.82 \pm 102.24$  MPa,  $1905.50 \pm 97.40$  MPa dan  $2045.59 \pm 309.63$  MPa dengan *coefficient of variation* 5.92 %, 5.11% dan 15.14%. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan, spesimen komposit serat kenaf - E *glass* 90/10 memiliki kemampuan untuk menahan deformasi elastis yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat kenaf/E *glass* 70/30 dan 80/20.

Tabel 16. Modulus elastisitas tarik.

Perbandingan Serat Kenaf - E <i>glass</i>	Modulus Elastisitas Tarik Fraksi Volume Serat & Matrik 20% / 80% (MPa)			Standar Deviasi	<i>Coefficient of Variation</i> (%)
	Minimum	Maksimum	Rata-rata		
70/30	1637.95	1885.21	1726.82	102.24	5.92
80/20	1758.88	2029.44	1905.50	97.40	5.11
90/10	1726.76	2497.56	2045.59	309.63	15.14

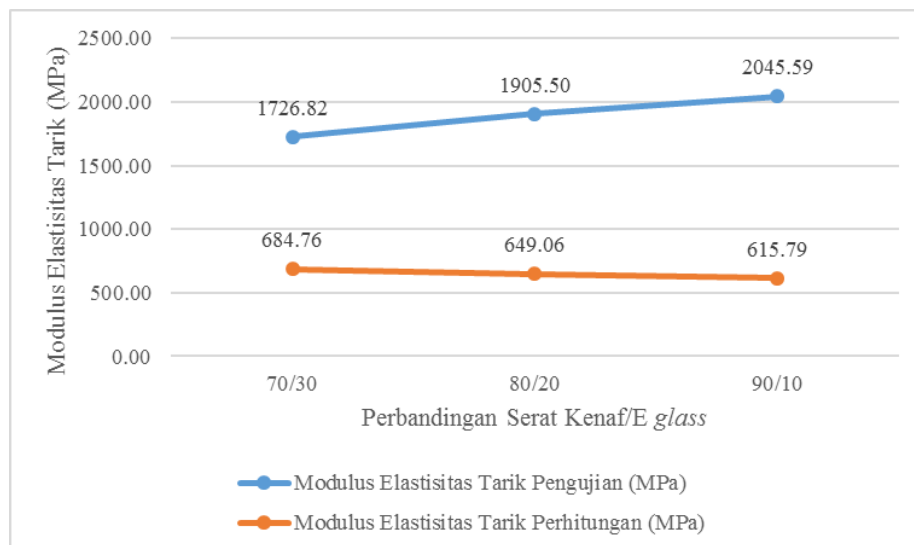


Gambar 55. Modulus elastisitas tarik.

Data hasil pengujian elastisitas tarik dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis dengan menggunakan persamaan 2.15. Tabel 17 dan Gambar. 56 merupakan hasil dari perhitungan teoritis dan perbandingan modulus elastisitas tarik komposit hasil perhitungan dengan hasil pengujian. Perhitungan teoritis modulus elastisitas tarik dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 17. Perhitungan teoritis modulus elastisitas tarik.

Perbandingan Serat Kenaf - E glass	Modulus Elastisitas Tarik Perhitungan (MPa)
70/30	684.76
80/20	649.06
90/10	615.79

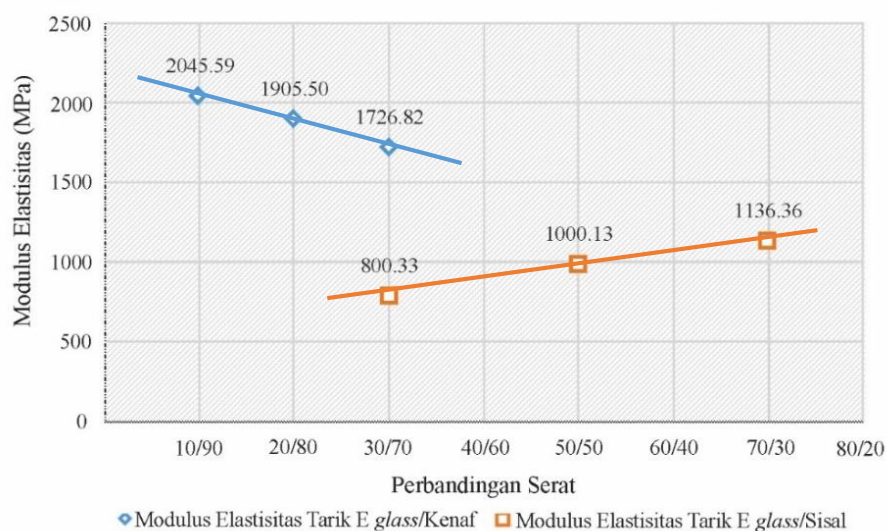


Gambar 56. Grafik perbandingan modulus elastisitas tarik hasil pengujian dan perhitungan teoritis.

Gambar 56. memperlihatkan bahwa, modulus elastisitas tarik tertinggi hasil perhitungan teoritis dengan nilai sebesar 684.76 MPa, yakni pada perbandingan fraksi serat kenaf - E glass 70/30. Berbeda dengan hasil pengujian komposit, nilai modulus elastisitas tarik tertinggi pada perbandingan volume serat kenaf – E glass 90/10 dengan nilai  $2045.59 \pm 309.63$  MPa dengan *coefficient of variation* 15.14%.

Modulus elastisitas tarik pengujian memiliki nilai yang cenderung menurun seiring dengan bertambahnya volume serat E *glass*. Kecenderungan nilai modulus elastisitas tarik yang berbeda antara spesimen pengujian dengan hasil perhitungan teoritis disebabkan oleh ikatan permukaan antara matrik dan serat E *glass* yang kurang baik, dibandingkan dengan ikatan matrik dan serat kenaf. Selain itu, distribusi serat kenaf dan E-*glass* didalam matrik yang kurang merata juga dapat mempengaruhi besar nilai modulus elastisitas tarik komposit.

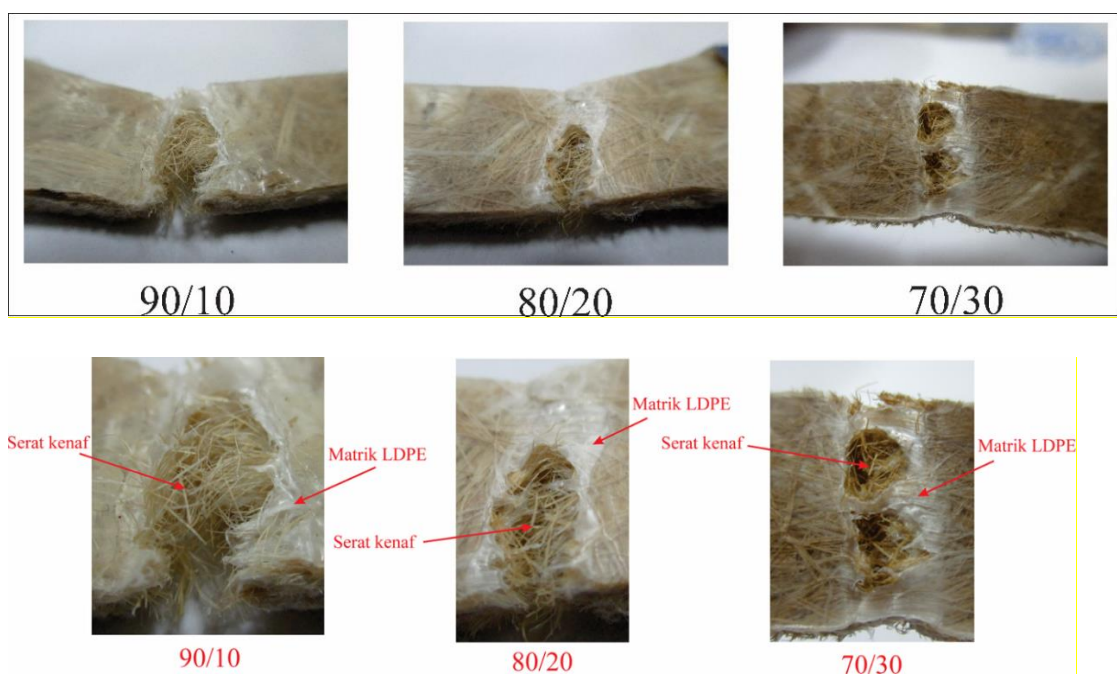
Gambar 57. merupakan perbandingan modulus elastisitas tarik E *glass* - sisal/LDPE (Kalaprasad, *et al.*, 2004) dengan E *glass* - kenaf/LDPE. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kalaprasad, *et al.*, (2004) mengungkapkan, nilai modulus elastisitas tarik komposit E *glass* - sisal /LDPE akan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat E *glass* dengan nilai modulus elastisitas tarik tertinggi sebesar 1136.36 MPa, sedangkan modulus elastisitas tarik komposit kenaf-E *glass* menunjukkan hasil yang yang berbeda dengan nilai modulus elastisitas tarik tertinggi sebesar  $2045.59 \pm 309.63$  MPa pada perbandingan serat E *glass*-kenaf 30/70. Kegagalan tarik lebih awal pada spesimen kenaf/E *glass* menyebabkan hasil berbeda jika dibandingkan dengan hasil modulus elastisitas tarik spesimen E *glass* - sisal yang dilakukan Kalaprasad *et al.*, (2004).



Gambar 57. Perbandingan regangan tarik E *glass* - sisal/LDPE dengan E *glass* - kenaf/LDPE, Kalaprasad *et al.*, (2004).

#### 4.5. Foto hasil uji tarik komposit

Berdasarkan hasil pengamatan foto spesimen hasil uji tarik pada perbandingan serat kenaf/E glass 70/30, 80/20 dan 90/10, spesimen komposit tidak mengalami putus setelah diberikan beban tarik maksimum. Spesimen komposit tidak mengalami putus setelah diberikan beban tarik maksimum dikarenakan matrik LDPE memiliki sifat elongasi yang tinggi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 58.



Gambar 58. Foto spesimen hasil uji tarik.