

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengujian

#### 4.1.1 Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan hasil pengujian specimen yang dilakukan di Laboratorium Struktur Universitas Negeri Malang pada tanggal 23 Desember 2015 didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil pengujian tarik

No	Spesimen	Tension(N)	Load(kN)	Deformation(mm)	Width(mm)	Thickness(mm)
1	3,1	0	15.05	0.43	15	1.75
2	3,2		15.08	0.68	15	1.70
3	3,3		15.00	0.43	15	1.70
4	4,1	50	15.74	0.38	15	1.70
5	4,2		15.08	0.68	15	1.65
6	4,3		14.96	0.44	15	1.65
7	5,1	100	15.48	0.61	15	1.75
8	5,2		15.81	0.39	15	1.70
9	5,3		15.17	0.65	15	1.70
10	6,1	150	15.78	1.05	15	1.65
11	6,2		15.30	0.55	15	1.66
12	6,3		16.39	0.60	15	1.74
13	7,1	200	16.09	0.41	15	1.68
14	7,2		15.70	0.72	15	1.65
15	7,3		15.74	0.51	15	1.65

#### 4.1.2 Hasil Pengujian Impact

Berdasarkan hasil pengujian specimen yang dilakukan di Laboratorium Pengujian Material Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada tanggal 7 April 2016 didapatkan hasil sebagai berikut:



Tabel 4.2. Hasil pengujian *impact*

no	Spesimen	Tension (N)	Sudut Awal	Sudut Akhir
1	3.1	0	150	47
2	3.2		150	83
3	3.3		150	58
4	4.1	50	150	20
5	4.2		150	17
6	4.3		150	20
7	5.1	100	150	18
8	5.2		150	16
9	5.3		150	17
10	6.1	150	150	18
11	6.2		150	18
12	6.3		150	16
13	7.1	200	150	19
14	7.2		150	18
15	7.3		150	18

## 4.2 Analisa Hasil Pengujian

### 4.2.1 Pengujian Tarik

Perhitungan hasil pengujian tarik berdasarkan standa ASTM D 3039 hasil sebagai berikut:

$$F^{tu} = P^{max} / A \quad (4-1)$$

Keterangan:

$F^{tu}$  : Ultimate Tensile Strength (MPa)

$P^{max}$  : Maximum force before failure (N)

$A$  : average cost-sectional area (mm<sup>2</sup>)

$$\varepsilon_i = \delta_i / L_g \quad (4-2)$$

Keterangan :

$\varepsilon_i$  : tensile strain at ith data point

$\delta_i$  : extensometer displacement at ith data point (mm)

$L_g$  : extensometer gage length (mm)

Tabel 4.3. Hasil perhitungan uji tarik

Pengulangan	Tension (N)				
	F0 = 0	F1 = 50	F2 = 100	F3 = 150	F4 = 200
	Kekuatan Tarik (N/mm <sup>2</sup> )				
1	70.55	99.57	86.86	104.12	114.72
2	73.69	75.92	102.35	84.38	100.85
3	70.51	70.91	77.29	122.03	102.59
Jumlah	214.75	246.40	266.50	310.53	318.16
Rata-rata	71.58	82.13	88.83	103.51	106.05

#### 4.2.2 Pengujian Impact

Perhitungan mencari kekuatan *impact* specimen berdasarkan ASTM D 6110 – 04 adalah sebagai berikut :

$$E = Pd [( \cos\beta - \cos\alpha ) - ( \cos\alpha' - \cos\alpha ) (\alpha + \beta / \alpha + \alpha')] \quad (4-3)$$

Keterangan :

E = energi yang diserap setelah tumbukan (J)

Pd = pendulum momen (Nm)

$\alpha$  = sudut akhir (°)

$\alpha'$  = sudut pendulum tanpa beban (°)

$\beta$  = sudut akhir aktual (°)

$$ak = \frac{E}{bk \times d} \quad (4-4)$$

Keterangan :

ak = kekuatan impak (J/mm<sup>2</sup>)

bk = kedalaman takik (mm)

d = ketebalan spesimen (mm)

Tabel 4.4. Hasil perhitungan uji *impact*

Pengulangan	Tension (N)				
	F0 = 0	F1 = 50	F2 = 100	F3 = 150	F4 = 200
	Kekuatan Impact				
1	0.46	4.55	16.28	16.28	12.71
2	2.00	11.99	3.80	16.28	16.28
3	1.57	4.55	11.99	3.80	16.28
Jumlah	4.02	21.08	32.07	36.36	45.26
Rata-rata	1.34	7.03	10.69	12.12	15.09

### 4.3 Pengolahan Data

#### 4.3.1 Analisis Varian Satu Arah Kekuatan Tarik

- Jumlah seluruh perlakuan

$$= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} = 1356,34$$

- Jumlah seluruh kuadrat perlakuan

$$= \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2 = 1839646,02$$

- Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij})^2}{\sum ni} = \frac{(1356,34)^2}{15} = \frac{1839646,02}{15} = 122643,07$$

- Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2 - FK = 126787,08 - 122643,07 = 4144,01$$

- Jumlah Kuadrat Error (JKE)

$$JKE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^k \frac{y_{ij}^2}{n_i} = 126787 - \frac{375504,9}{3} = 1618,7687$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = JKT - JKE = 4144,01 - 1618,7687 = 2525,24$$

- Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{k-1} = \frac{2525,24}{4} = 631,3096987$$

- Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKE}{db} = \frac{1618,7687}{10} = 161,8768694$$

- Nilai  $F_{hitung}$

$$F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{631,3096987}{161,8768694} = 3,8994$$

Suber Variasi	db	Jumlah Kuadrat	Rata2 Kuadrat/Kuadrat tengah	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	4	2525.24	631.3096987	3.899938	3.48
Galat	10	1618.768694	161.8768694		

### 4.3.2 Analisis Varian Satu Arah Kekuatan *Impact*

- Jumlah seluruh perlakuan

$$= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} = 138,78$$

- Jumlah seluruh kuadrat perlakuan

$$= \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2 = 19261,22$$

- Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij})^2}{\sum ni} = \frac{(138,78)^2}{15} = \frac{19261,22}{15} = 1284,0816$$

- Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$JKT = \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right]^2 - FK = 1850,45 - 1284,0816 = 566,37$$

- Jumlah Kuadrat Error (JKE)

$$JKE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^k \frac{y_{ij}^2}{n_i} = 1850,45 - \frac{4859,3}{3} = 230,68896$$

- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = JKT - JKE = 566,37 - 230,68896 = 335,68$$

- Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{k-1} = \frac{335,68}{4} = 83,92062706$$

- Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKE}{db} = \frac{230,68896}{10} = 23,068896$$

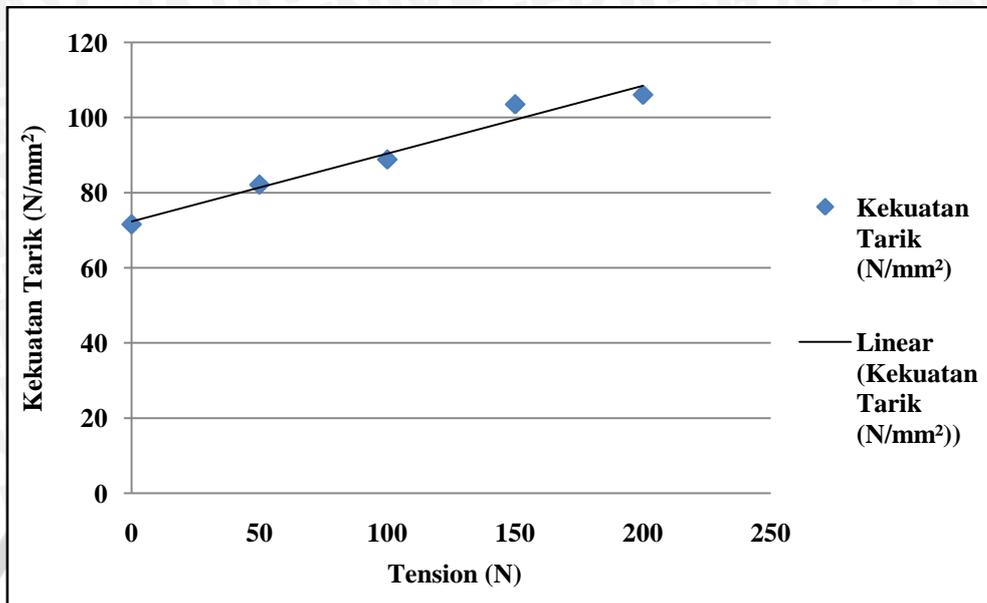
- Nilai  $F_{hitung}$

$$F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG} = \frac{83,9206}{23,068896} = 3,63783$$

Suber Variasi	db	Jumlah Kuadrat	Rata2 Kuadrat/Kuadrat tengah	Fhitung	Ftabel
Perlakuan	4	335,68	83,9206	3.63783	3.48
Galat	10	230,688	23,0688		

## 4.4 Pembahasan

### 4.4.1 Pembahasan Kekuatan Tarik

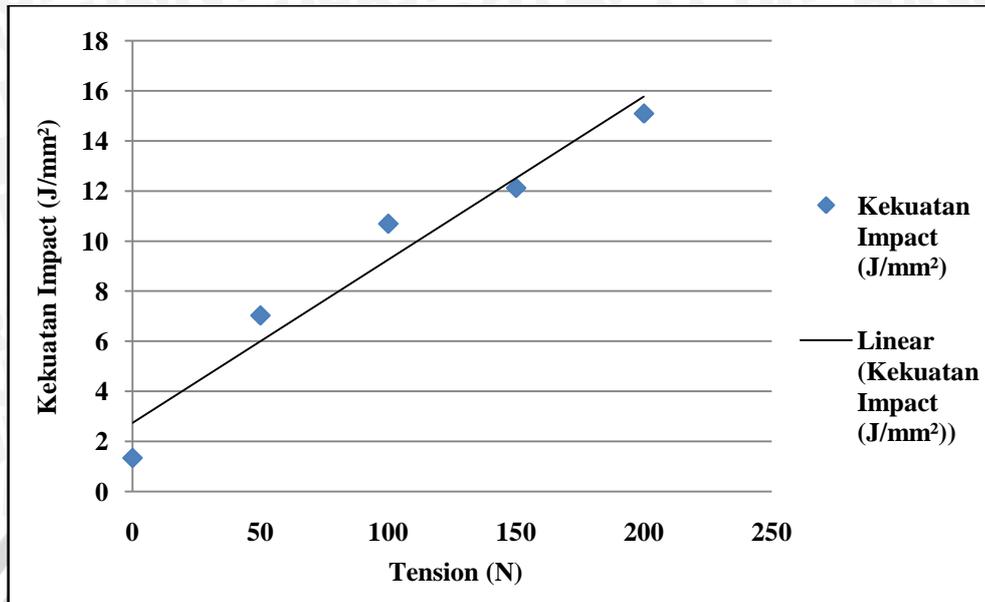


Gambar 4.1. Grafik Pengaruh *Pre-tension* Terhadap Kekuatan Tarik

Berdasarkan grafik diatas 4.1 dilihat bahwa pemberian *pre-tension* pada serat penguat berpengaruh terhadap kekuatan tarikannya. Ketika tidak diberikan perlakuan (*pre-tension*) nilai kekuatan tarik komposit berkisar 71,58N/mm<sup>2</sup>, dengan perlakuan *pre-tension* 50N nilai keuatan tariknya menjadi berkisar 82,13N/mm<sup>2</sup>, pemberian *pre-tension* 100N nilai kekuatan tariknya berkisar 88,83N/mm<sup>2</sup>, pemberian *pre-tension* 150N nilai kekuatan tariknya berkisar 103,51N/mm<sup>2</sup>, dan pemberian *pre-tension* 200N nilai kekuatan tariknya berkisar 106,05 N/mm<sup>2</sup>. Dengan kata lain pemberian nilai kekuatan tarik terendah diperoleh pada specimen tanpa perlakuan *pre-tension* dan nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada specimen dengan *pre-tension* 200N.

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pemberian *pre-tension* satu arah pada serat penguat dalam pembuatan komposit hibrid meningkatkan kekuatan tarik komposit itu sendiri sehingga sesuai dengan hipotesis awal. Hal tersebut terjadi dikarenakan ketika serat ditarik dengan gaya tertentu maka posisi serat akan cenderung linear mengikuti arah tarikan (searah dengan panjang serat) dan berdeformasi elastis. Sehingga saat resin mengering dan gaya tarik dilepas maka terdapat gaya balik dari serat yang mengikuti arah penyusutan resin sehingga memperkecil tegangan sisa pada komposit.

#### 4.4.2 Pembahasan Kekuatan *Impact*



Gambar 4.2. Grafik Pengaruh *Pre-tension* Terhadap Kekuatan *Impact*

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat pengaruh *pre-tension* serat *reinforcement fibre* meningkatkan kekuatan *impact* komposit. Nilai kekuatan *impact* terendah diperoleh komposit tanpa *pre-tension* yaitu sebesar 1,34 J/mm<sup>2</sup>. Nilai kekuatan *impact* komposit cenderung meningkat ketika diberikan *pre-tension* dengan tarikan yang semakin besar pula dengan nilai kekuatan *impact* tertinggi dicapai oleh specimen dengan *pre-tension* 200N yaitu sebesar 15,09 J/mm<sup>2</sup>. Hasil tersebut sesuai dengan hipotesis awal bahwa pemberian *pre-tension* pada saat pembuatan komposit maka akan meningkatkan kekuatan *impact* komposit.

Dari hasil pengamatan pada saat pengujian specimen yang diberikan perlakuan *pre-tension* bahwa ketika diberikan *impact* pada pendulum specimen mengalami kerusakan tetapi serat yang terdapat pada komposit tidak putus dan masih menyatu dengan specimen.



Gambar 4.3. Patahan spesimen uji *impact*

Dari gambar specimen diatas dapat dilihat bahwa serat masih menghubungkan specimen setelah diberi *impact*. Hal ini terjadi karena jika serat ditarik dengan gaya tarik yang semakin besar maka kondisi celah pada serat tersebut semakin mengecil sehingga resin akan sulit untuk membasahi serat bagian dalam, sehingga hanya bagian serat terluar yang menyatu dengan resin setelah resin mengering. Dengan kata lain kekuatan yang dihasilkan komposit lebih mendekati kekuatan seratnya.

