

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental nyata (*True Experimental Research*), yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekencangan mula dua arah (*two direction pre-tension*) pada *reinforcement fiber* panel komposit datar terhadap kekuatan tarik. Pemberian tegangan dibantu dengan menggunakan neraca pegas.

3.2 Tempat Pengambilan Data Pengujian

Data yang diambil dalam penyusunan skripsi ini diperoleh dari penelitian yang dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Negeri Malang pada hari Selasa tanggal 18 November 2014 dan hari Minggu tanggal 30 November 2014.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah

- *Tension* sebesar 0 N, 10 N, 20 N, 30 N, 40 N.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah Kekuatan Tarik.

3.3.3 Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang besarnya dikonstantakan. Dalam hal ini yang menjadi variabel terkontrol adalah

- Prosentasi katalis yang digunakan, yaitu 1% dari volume matrik.
- Jumlah serat *reinforcement fiber longitudinal* = 4
- Jumlah serat *reinforcement fiber transversal* = 62
- *Curing* menggunakan suhu ruang.

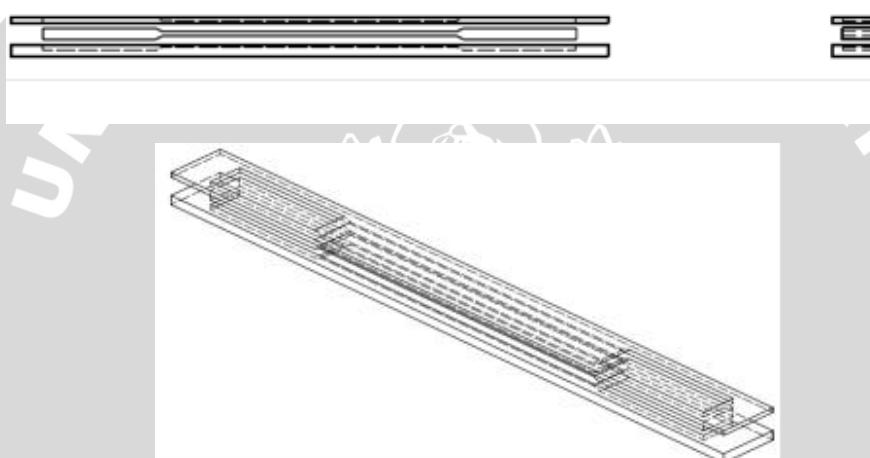
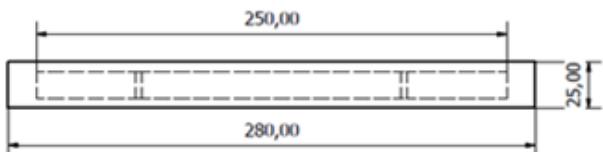
3.4 Peralatan dan Bahan Penelitian

3.4.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Cetakan spesimen dari *akrilic*

Cetakan spesimen dari *akrilic* pada gambar 3.1 digunakan untuk membentuk spesimen uji tarik sesuai standar ASTM D 3039.



Gambar 3.1 Cetakan spesimen dari *akrilic*

2. Gelas ukur

Gelas ukur pada gambar 3.2 digunakan untuk mengukur jumlah resin yang akan digunakan.



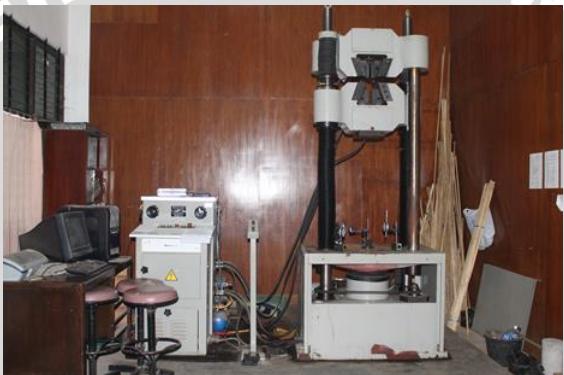
Gambar 3.2 Gelas ukur

3. Mesin uji tarik dengan jenis *universal tensile testing machine*.

Mesin uji tarik pada gambar 3.3 merupakan jenis *universal tensile testing machine* sebagai alat pengujian kekuatan tarik komposit.

- Spesifikasi mesin uji tarik

Nama mesin	: <i>Universal Testing Machine</i>
Pembuat	: Kai Wei
Tipe	: -
Nomer seri	: 068
Kapasitas	: 1000 kN
Ketelitian	: 0,1 kN



Gambar 3.3 Mesin uji tarik

4. Pipet

Pipet pada gambar 3.4 digunakan untuk mengambil jumlah kadar katalis.



Gambar 3.4 Pipet

5. *Mirror glaze (Wax)*

Mirror glaze pada gambar 3.5 digunakan pada cetakan sebelum mencetak spesimen agar mudah melepas specimen.



Gambar 3.5 Mirror glaze (Wax)

6. Neraca pegas 10 N, 20 N, 30 N, 40 N.

Neraca pegas pada gambar 3.6 digunakan sebagai alat untuk memberikan gaya berupa *tension* pada serat *E-Glass*.

- Spesifikasi neraca pegas

Beban Maksimum	: 10 Newton
Ketelitian	: 0,1 N
Pegas	: Baja Pagas
Tabung	: Polycarbonate
Diameter kawat pegas	: 0,75 mm
Diameter lilitan pegas	: 6 mm
Diameter lilitan rata-rata pegas	: 3,375 mm
Kekakuan pegas	: 0,081 N/mm



Gambar 3.6 Neraca pegas

7. Satu unit komputer untuk pengolahan data

Komputer pada gambar 3.7 digunakan untuk pengolahan data hasil penelitian.

- Spesifikasi computer

Sistem operasi	: Windows 7 Ultimate 64-bit
Processor	: Intel® Core™ i5-2400 CPU @ 3.10 GHz (4 CPUs).
Memori RAM	: 4096 MB
Memori VGA	: 1000 MB
Resolution	: 1360 x 768

DirectX: *DirectX 11*

Gambar 3.7 Komputer

8. Gelas plastik

Gelas plastik pada gambar 3.8 digunakan untuk pencampuran resin dan katalis



Gambar 3.8 Gelas plastik

9. *Vernier Caliper*

Vernier caliper pada gambar 3.9 digunakan untuk mengukur jarak patahan pada spesimen.

Spesifikasi *Vernier Caliper*

Merek : Krisbow

Model : KW0600422

Ketelitian : 0,02 mm



Gambar 3.9 *Vernier Caliper*

10. Penggunaan alat-alat lainnya.

Penggunaan alat-alat lainnya pada gambar 3.10 digunakan untuk membantu proses pembuatan spesimen.



Gambar 3.10 Penggunaan alat-alat lainnya.

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Resin *polyester* yukalac 157 BQTN

Resin *polyester* pada gambar 3.11 yang digunakan adalah resin *polyester* yukalac 157 BQTN.



Gambar 3.11 Resin *polyester* yukalac 157 BQTN

2. Serat *fiber E-Glass woven roving*

Serat *fiber* pada gambar 3.12 yang digunakan adalah *E-Glass woven roving* sebagai bahan yang nantinya akan diberi *tension*.



Gambar 3.12 Serat *fiber E-Glass woven roving*.

3. Katalis MEKPO dengan prosentase 1%

Katalis pada gambar 3.13 digunakan untuk pengerasan matrik.

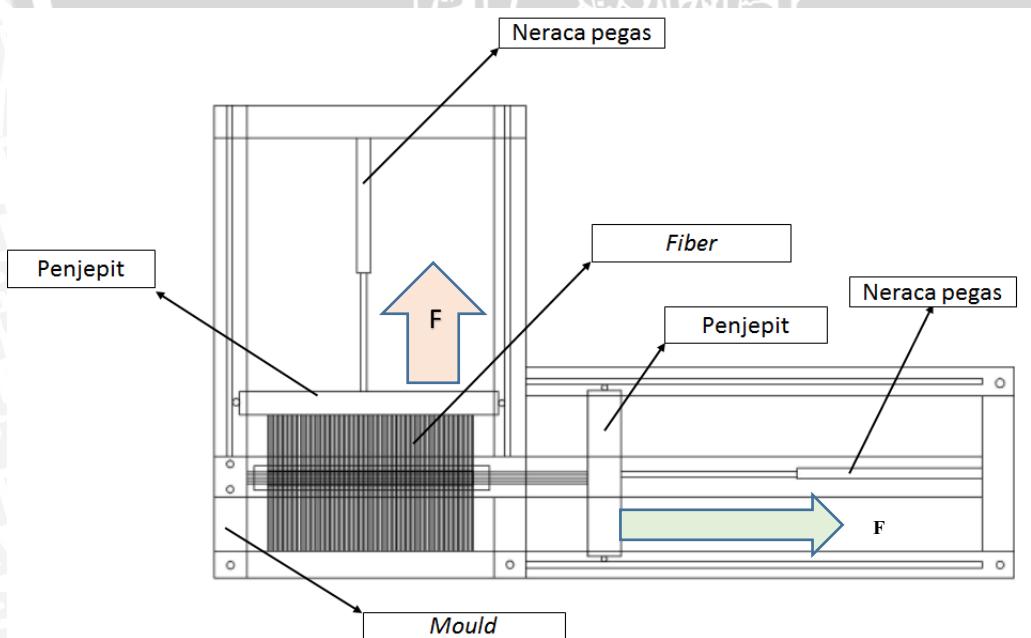


Gambar 3.13 Katalis

3.5 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pembuatan spesimen bahan komposit pada penelitian ini adalah:

1. Pembuatan spesimen diberi toleransi ukuran ketebalan, agar setelah spesimen terbentuk, dapat di sesuaikan dengan ukuran yang diinginkan.
2. Proses pemberian *tension* pada serat sebelum di cor dengan resin (*pre-tension*) dijelaskan pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Ilustrasi pemberian *tension*.

3. Posisi ketinggian serat yang telah diberi perlakuan diatur pada tengah cetakan sesuai ukuran spesimen.
4. Perhitungan *Calculation Stress*.
5. Resin dituangkan ke dalam gelas ukur kemudian ditambahkan katalis sebanyak 1% dari jumlah volume resin dalam spesimen, kemudian resin dan katalis di aduk rata.
6. Tuangkan resin ke dalam cetakan.
7. Pada saat menuang diusahakan ketinggian spesimen tetap terjaga.
8. Setelah 1 jam, spesimen dapat dilepas dari cetakan.

Perhitungan *Calculation Stress*

Material komposit ini dibuat sesuai standar ASTM D 3039 dengan serat memanjang ke arah longitudinal sehingga serat arah *transversal* pada jumlah serat lebih banyak dibanding serat arah *longitudinal* dan panjang serat lebih panjang pada serat arah *longitudinal* dibanding serat arah *transversal* seperti dijelaskan pada gambar 3.15. Untuk mencari tegangan pada serat dapat dilakukan dengan *Calculation Stress* :

Rumus tegangan

$$\sigma_t = \frac{P}{A_f \cdot n_{1,2}} \quad \text{Roberts (1996 : 2)} \quad (3-1)$$

Keterangan :

σ_t = Tegangan total teoritis (*calculation stress*) (N/mm^2)

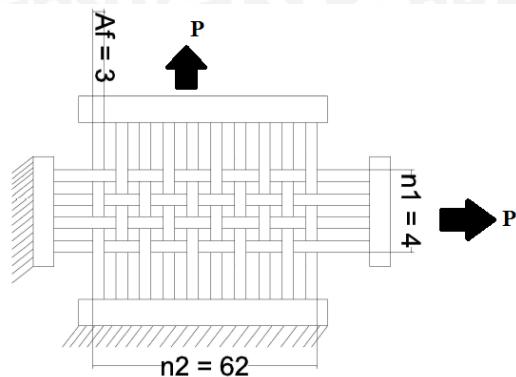
P = *Tension* (N)

A_f = Luas penampang *layer fiber* (mm^2)

n_1 = Jumlah serat *reinforcement fiber longitudinal*

n_2 = Jumlah serat *reinforcement fiber transversal*





Gambar 3.15 Gambar penunjuk luas penampang serat (A_f)
Sumber : Roberts (1996 : 2)

Tabel 3.1 Rancangan *Calculation Stress Arah transversal.*

No	<i>Tension (N)</i>	Luas penampang serat <i>fiber</i> (mm ²)	<i>Tensile Stress (N/mm²)</i>
1	P1	$A_f \cdot n_2$	σ_{t1}
2	P2	$A_f \cdot n_2$	σ_{t2}
3	P3	$A_f \cdot n_2$	σ_{t3}
4	P4	$A_f \cdot n_2$	σ_{t4}
5	P5	$A_f \cdot n_2$	σ_{t5}

Tabel 3.2 Rancangan *Calculation Stress Arah longitudinal.*

No	<i>Tension (N)</i>	Luas penampang serat <i>fiber</i> (mm ²)	<i>Tensile Stress (N/mm²)</i>
1	P1	$A_f \cdot n_1$	σ_{t1}
2	P2	$A_f \cdot n_1$	σ_{t2}
3	P3	$A_f \cdot n_1$	σ_{t3}
4	P4	$A_f \cdot n_1$	σ_{t4}
5	P5	$A_f \cdot n_1$	σ_{t5}

Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui perbandingan tegangan serat arah *transversal* pada tabel 3.1 dan serat arah *longitudinal* pada tabel 3.2 yang menghasilkan nilai *calculation stress* pada serat.

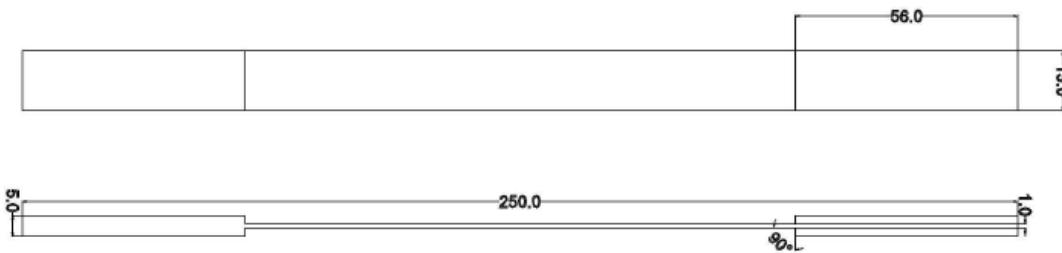
3.6 Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari bahan komposit. Pengujian dilakukan dengan mesin uji *Universal Testing Machine*. Spesimen uji tarik dibentuk menurut standar ASTM D 3039 yang ditunjukkan pada tabel 3.3 sebagai berikut :

Tabel 3.3 Dimensi Spesimen Pengujian Kekuatan Tarik

<i>Width,</i> mm [in.]	<i>Overall Length,</i> mm [in.]	<i>Thickness,</i> mm [in.]	<i>Tab Length,</i> mm [in.]	<i>Tab Thickness,</i> mm [in.]	<i>Tab Bevel Angle,</i> °
15 [0,5]	250 [10,0]	1,0 [0,040]	56 [2,25]	1,5 [0,062]	7 or 90

Pada gambar 3.16 adalah gambar spesimen pengujian kekuatan tarik berdasarkan standar ASTM D 3039.



Gambar 3.16 Spesimen uji tarik

Langkah-langkah pengujian tarik dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur panjang penampang spesimen yang akan diuji.
2. Menyiapkan mesin uji tarik yang akan digunakan.
3. Memasang spesimen tarik dan pastikan terjepit dengan benar.
4. Menyalakan mesin uji tarik.
5. Amati dengan teliti beban dan pertambahan panjang sampai spesimen patah.

3.7 Rancangan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh *pre-tension* terhadap kekuatan tarik komposit *polyester*, maka langkah pertama yang dilakukan adalah merencanakan model rancangan penelitian (*experimental design*). Rancangan penelitian ini akan menentukan keberhasilan proses pengujian ini. Sehingga dapat diperoleh analisa dan kesimpulan yang tepat sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4 Rancangan perlakuan percobaan untuk kekuatan tarik

Pengulangan	Tension (N)				
	$F_0 = 0$	$F_1 = 10$	$F_2 = 20$	$F_3 = 30$	$F_4 = 40$
	Kekuatan Tarik (N/mm ²)				
1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}
2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}
3	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	Y_{34}	Y_{35}
Jumlah	$\sum Y_{ij1}$	$\sum Y_{ij2}$	$\sum Y_{ij3}$	$\sum Y_{ij4}$	$\sum Y_{ij5}$
Rata-rata	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5

Ket : $Y_{11}, Y_{12}, \dots, Y_{15}$ adalah nilai kekuatan tarik

Pengolahan Data

1. Analisis varian satu arah

Berdasarkan pada tabel 3.4 di atas dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan analisis varian satu arah untuk mengetahui pengaruh kekencangan mula dua arah (*two direction pre-tension*) reinforcement fiber panel komposit datar terhadap kekuatan tarik.

- Jumlah seluruh perlakuan Y_{ij}
- $$= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij}$$

- Jumlah seluruh kuadrat perlakuan

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

- Faktor koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij})^2}{\sum ni}$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

$$JKT = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k Y_{ij} \right] - FK$$

- Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{(\sum_{j=1}^k [\sum_{i=1}^n Y_{ij}]^2)}{ni} - FK$$

- Jumlah kuadrat galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

- Kuadrat tengah perlakuan (KTP)

$$KTP = \frac{JKP}{k-1}$$

- Kuadrat tengah galat (KTG)

$$KTG = \frac{JKG}{db}$$

- Nilai F_{hitung}

$$F_{hitung} = \frac{KTP}{KTG}$$

Tabel 3.5 Analisis varian satu arah

Sumber kevarianan	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat rata-rata	F_{hitung}	F_{tabel}
Perlakuan	k-1	JKP	KTP	F_{hitung}	$F(\alpha, k, db)$
Galat	k(n-1)	JKG	KTG		
Total	Nk-1	JKT			

Pengujian ada tidaknya pengaruh perlakuan adalah dengan membandingkan antara nilai F_{hitung} dengan nilai F_{tabel} seperti yang telah ditunjukkan pada tabel 3.5 :

1. Jika $F_{hitung} > F(\alpha, k, db)$ berarti H_0 ditolak, menyatakan bahwa ada perbedaan yang berarti antara kekencangan mula dua arah pada *reinforcement fiber panel* komposit datar terhadap kekuatan tarik.
2. Jika $F_{hitung} < F(\alpha, k, db)$ berarti H_0 ditolak, menyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang berarti antara kekencangan mula dua arah pada *reinforcement fiber panel* komposit datar terhadap kekuatan tarik.
2. Standar Deviasi

Standar deviasi digunakan untuk mengetahui jarak patahan pada *reinforcement fiber panel* komposit yang diuji.



Tabel 3.6 Rancangan standar deviasi pengukuran jarak patahan.

No	Tension (N)	Data Jarak Pengukuran $\pm X_i$ (mm)	$ X_i $ (mm)	$ X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	P ₁	X ₁	X ₁	$\sum X_1$	$\sum (X_1 - \bar{X})^2$
2	P ₂	X ₂	X ₂	$\sum X_2$	$\sum (X_2 - \bar{X})^2$
3	P ₃	X ₃	X ₃	$\sum X_3$	$\sum (X_3 - \bar{X})^2$
4	P ₄	X ₄	X ₄	$\sum X_4$	$\sum (X_4 - \bar{X})^2$
5	P ₅	X ₅	X ₅	$\sum X_5$	$\sum (X_5 - \bar{X})^2$
6	P ₆	X ₆	X ₆	$\sum X_6$	$\sum (X_6 - \bar{X})^2$
7	P ₇	X ₇	X ₇	$\sum X_7$	$\sum (X_7 - \bar{X})^2$
8	P ₈	X ₈	X ₈	$\sum X_8$	$\sum (X_8 - \bar{X})^2$
9	P ₉	X ₉	X ₉	$\sum X_9$	$\sum (X_9 - \bar{X})^2$
10	P ₁₀	X ₁₀	X ₁₀	$\sum X_{10}$	$\sum (X_{10} - \bar{X})^2$
11	P ₁₁	X ₁₁	X ₁₁	$\sum X_{11}$	$\sum (X_{11} - \bar{X})^2$
12	P ₁₂	X ₁₂	X ₁₂	$\sum X_{12}$	$\sum (X_{12} - \bar{X})^2$
13	P ₁₃	X ₁₃	X ₁₃	$\sum X_{13}$	$\sum (X_{13} - \bar{X})^2$
14	P ₁₄	X ₁₄	X ₁₄	$\sum X_{14}$	$\sum (X_{14} - \bar{X})^2$
15	P ₁₅	X ₁₅	X ₁₅	$\sum X_{15}$	$\sum (X_{15} - \bar{X})^2$
Jumlah				$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$	

Berdasarkan data pada tabel 3.6 dapat dilakukan perhitungan standar deviasi untuk mengetahui jarak patahan \bar{X} pada *reinforcement fiber* panel komposit tersebut.

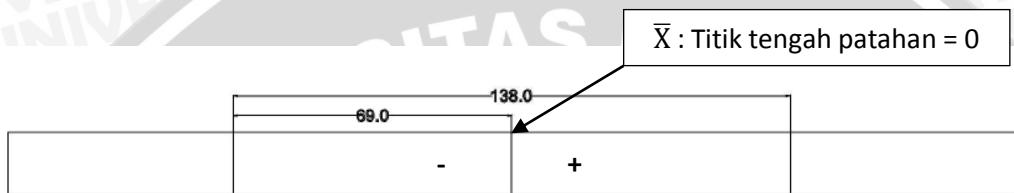
Keterangan : \bar{X} : Titik tengah jarak patahan = 0

X_i : Data jarak pengukuran patahan

- Rumus perhitungan standar deviasi (Sudjana, 1989)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (|X_i| - \bar{X})^2}{n-1}}$$

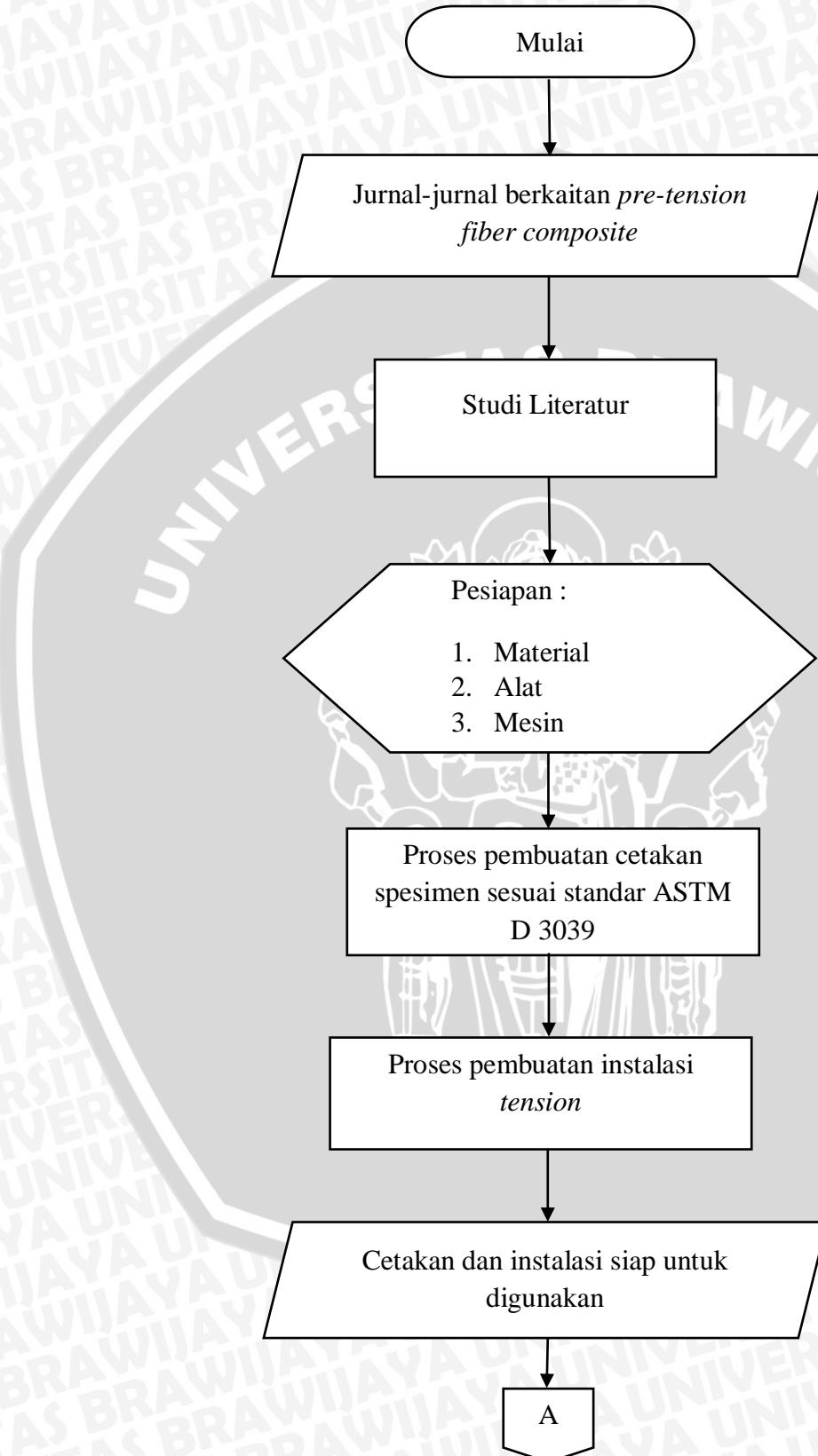
Pada gambar 3.17 dijelaskan titik tengah patahan spesimen

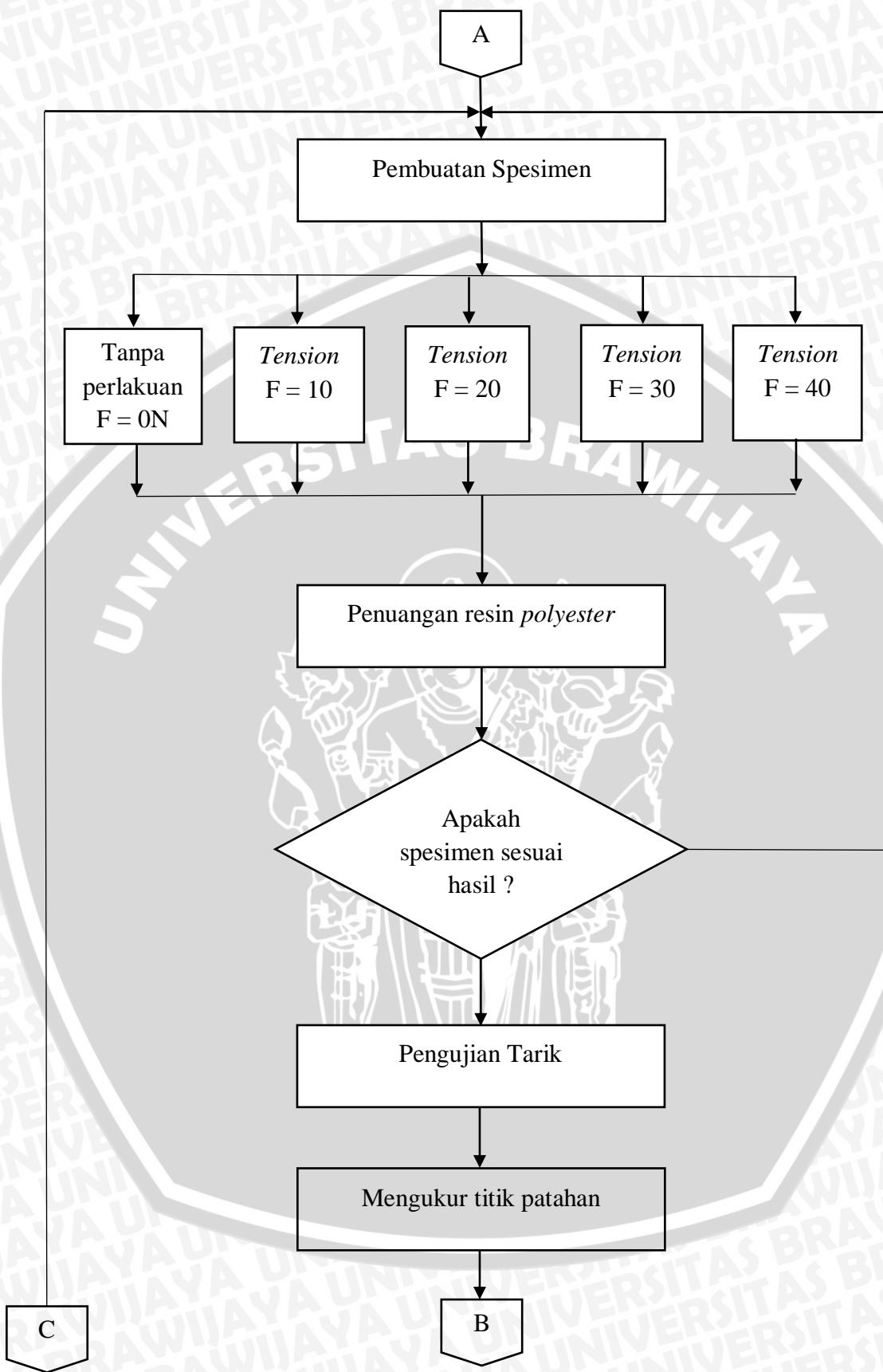


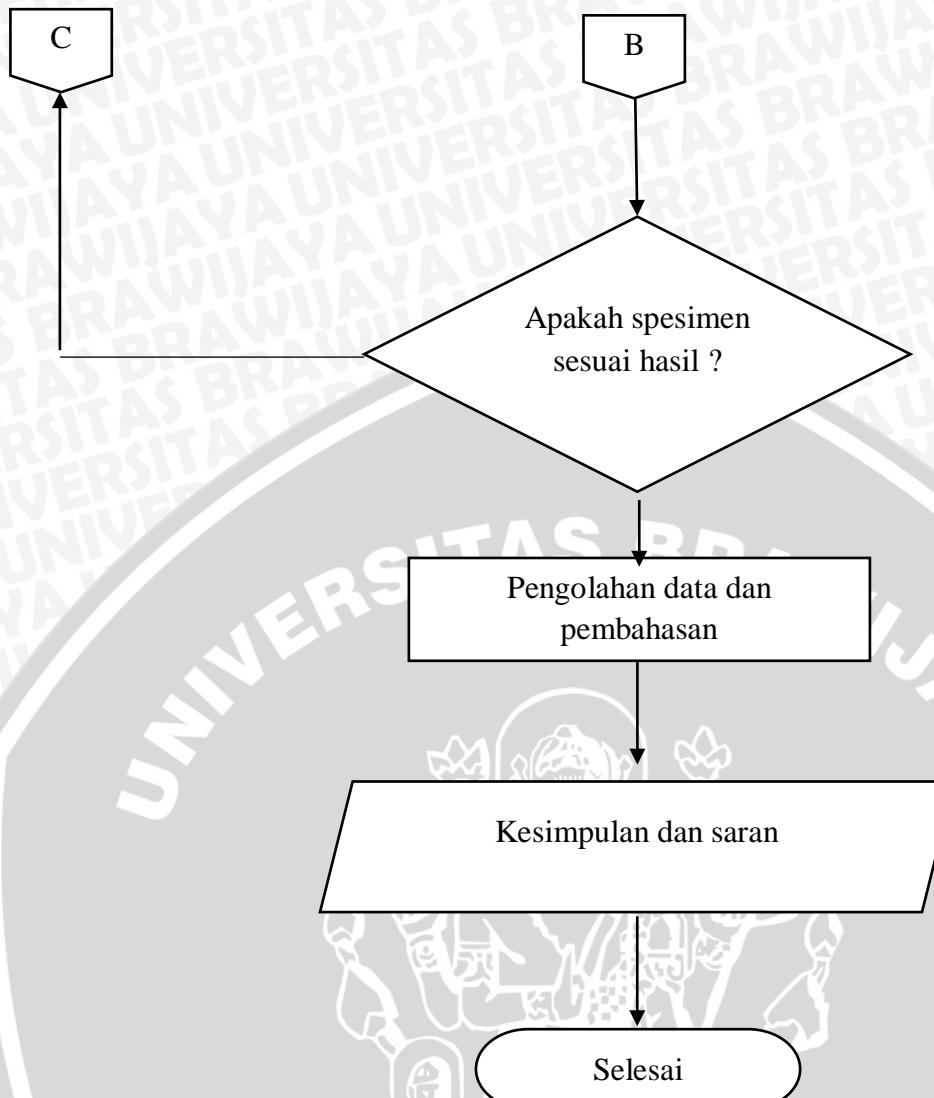
Gambar 3.17 Titik tengah patahan spesimen

3.8 Diagram Alir Penelitian

Pada gambar 3.18 merupakan diagram alir penelitian yang akan dilakukan :







Gambar 3.18 Diagram alir penelitian