

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan pada penelitian tugas akhir ini adalah metode pengujian yang dilakukan secara nyata atau langsung. Metode yang sering disebut dengan istilah *True Experimental Research* ini bertujuan untuk menganalisis ada atau tidaknya pengaruh pemberian variasi *two direction pre-tension* pada *reinforcement fiber* panel komposit datar terhadap jarak antar serat secara memanjang dan melintang pada spesimen dan kekuatan tarik. Pemberian tegangan dibantu dengan menggunakan neraca pegas. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kalibrasi, standar deviasi, dan pengujian kekuatan tarik.

3.2 Tempat Pengambilan Data Pengujian

Untuk pengambilan data dilakukan secara dua tahap pada tempat yang berbeda. Tahap pertama yaitu dilakukan pengujian jarak antar serat secara memanjang dan melintang yang dapat dilakukan sendiri dengan metode kalibrasi dan standar deviasi yang dilakukan pada tanggal 19 Juli 2015 sampai 27 Juli 2015. Untuk tahap kedua yaitu dilakukan pengujian kekuatan tarik di PPPPTK (Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan) atau VEDC (*Vocational Educational Center*) di Jalan Teluk Mandar, Tromol Pos 5 Arjosari, Malang pada tanggal 6 Oktober 2015.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian ini adalah variabel bebas yang dalam penelitian ini adalah *Pre-tension* dengan variasi sebesar 0N, 30N, 60N, 90N, dan 120N.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebas adalah variabel terikat dimana dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah Jarak Antar Serat dan Kekuatan Tarik.

3.3.3 Variabel Terkontrol

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

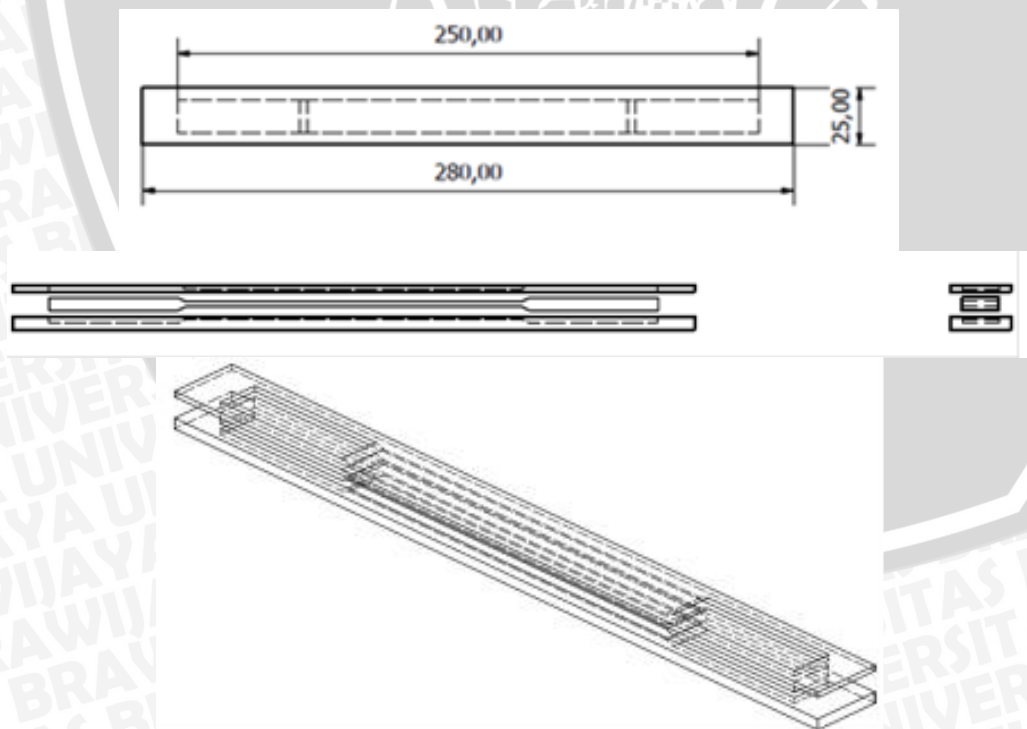
1. Persentase katalis yang digunakan adalah sebesar 1% dari volume matrik;
2. Kuantitas serat *reinforcement fiber* arah melintang sebanyak 4 layer;
3. Kuantitas serat *reinforcement fiber* arah memanjang sebanyak 62 layer;
4. Penuangan atau *curing* menggunakan suhu ruang.

3.4 Peralatan dan Bahan Penelitian

3.4.1 Peralatan Penelitian

A. Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen dibuat untuk memudahkan proses pembentukan komposit pada saat *curing* (penuangan)



Gambar 3. 1 Desain spesimen cetakan

B. Neraca pegas

Neraca pegas digunakan untuk memberikan penarikan pada serat saat proses penuangan resin *polyester yukalac BQTN 157*



Gambar 3. 2 Neraca pegas

C. Mirror glaze (Wax)

Mirror glaze berfungsi untuk megoles cetakan sebelum mencetak spesimen agar mudah melepas spesimen ketika spesimen sudah kering.



Gambar 3. 3 Mirror glaze (Wax)

D. Gelas ukur

Berfungsi untuk mengukur banyaknya resin yang akan dicampur dengan katalis



Gambar 3. 4 Gelas ukur

E. Pipet

Digunakan untuk mengambil jumlah kadar katalis.



Gambar 3. 5 Pipet

F. Gelas plastik

Sebagai media pencampuran antara resin dan katalis.



Gambar 3. 6 Gelas plastik

G. Peralatan pendukung pembuatan spesimen

Untuk membantu proses pembuatan spesimen.



Gambar 3. 7 Peralatan pendukung pembuatan spesimen

H. Satu unit komputer

Digunakan untuk pengolahan data hasil penelitian.

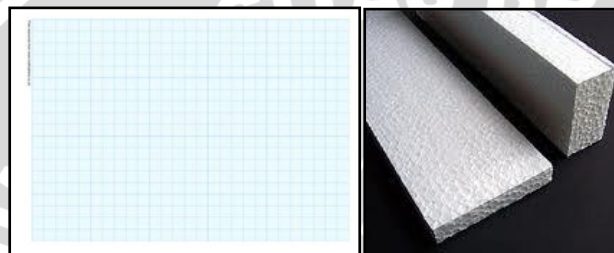


Gambar 3. 8 Komputer

I. Peralatan pengujian jarak antar serat

Peralatan yang digunakan pada pengujian jarak antar serat antara lain adalah:

- Kertas *millimeter block* digunakan untuk teknik kalibrasi pada pengukuran jarak antar serat;
- Gabus balok digunakan untuk menyangga spesimen dan mensejajarkannya dengan *millimeter block*;
- Kamera SLR digunakan untuk mengambil gambar spesimen dan *millimeter block* yang telah disejajarkan dengan menggunakan gabus balok;
- *Software Corel Draw* digunakan untuk mengolah gambar yang telah didapat dari kamera SLR untuk dianalisis jarak antar seratnya.



(a)

(b)



(c)

Gambar 3. 9 Peralatan yang Digunakan Untuk Pengujian Jarak Antar Serat. (a) Kertas Milimeter Block, (b) Gabus Balok, (c) Kamera SLR

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

Mesin uji tarik yang digunakan jenis *universal tensile testing machine* sebagai alat pengujian kekuatan tarik komposit.

- Spesifikasi mesin uji tarik
 - Nama : *Universal Testing Machine*
 - Pembuat : Kai Wei
 - Type : -
 - Nomor Seri : 068
 - Kapasitas : 1000 kN
 - Ketelitian : 0,1 kN



Gambar 3. 10 Universal Testing Machine

K. Jangka sorong

Untuk mengukur jarak patahan pada spesimen



Gambar 3. 11 Jangka sorong

3.4.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

A. Resin *polyester yukalac 157 BQTN*

Matrik yang digunakan adalah resin *polyester yukalac 157 BQTN* dengan bahan tambahan katalis.



Gambar 3. 12 Resin *polyester yukalac 157 BQTN*

B. Katalis

Katalis yang digunakan adalah katalis MEKPO, sebagai bahan pengeras matrik. Komposisi yang digunakan adalah 1 %



Gambar 3. 13 Katalis

C. Serat *E-glass woven roving Taiwan glass*

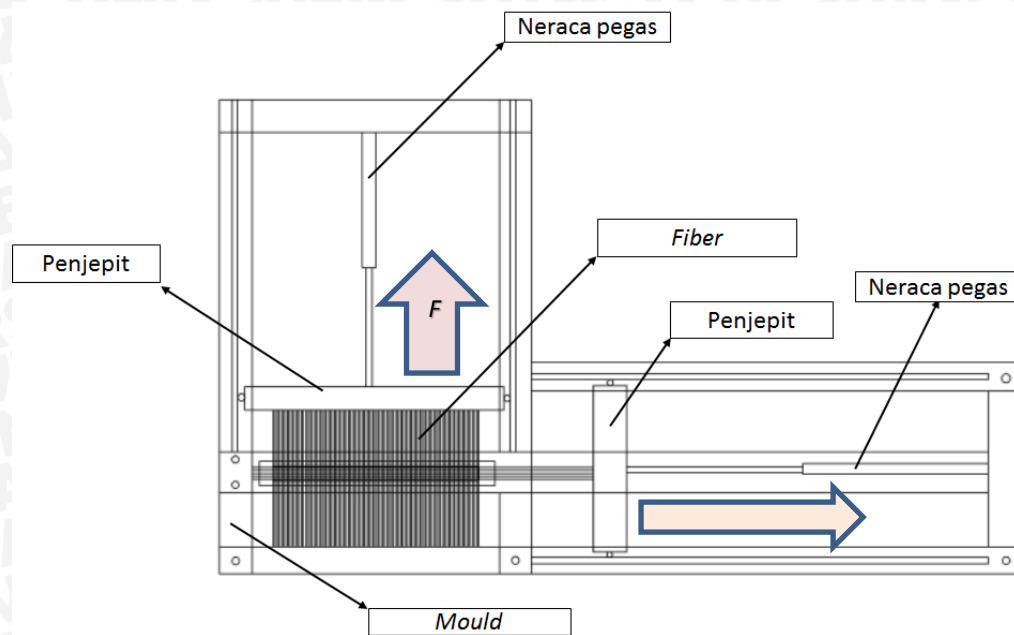


Gambar 3. 14 Serat E-glass woven roving Taiwan glass

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*);



Gambar 3. 15 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. Tunggu hingga spesimen mengering lalu lepaskan spesimen dari cetakan.

Perhitungan *Calculation Stress*

Material komposit ini dibuat sesuai standar ASTM D 3039 dengan serat memanjang ke arah melintang sehingga serat arah memanjang pada jumlah serat lebih banyak dibanding serat arah melintang dan panjang serat lebih panjang pada serat arah melintang dibanding serat arah memanjang. Untuk mencari tegangan pada serat dapat dilakukan dengan *Calculation Stress* dengan rumus tegangan sebagai berikut (Roberts, 1996:2):

$$\sigma_t = \frac{P}{A_f \cdot n_{1,2}} \dots\dots\dots(3-1)$$

Keterangan :

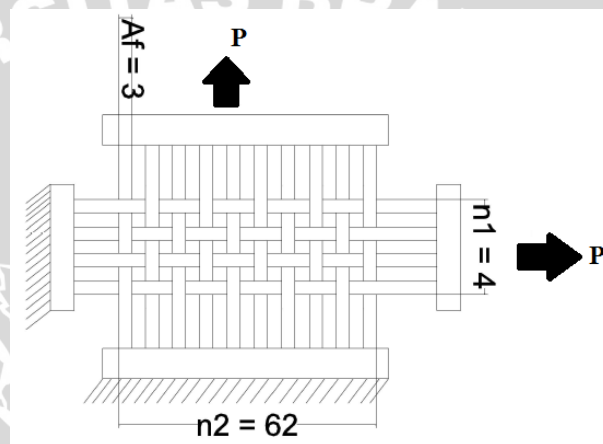
A_f = Luas penampang *layer fiber* (mm²)

n_1 = Jumlah serat *reinforcement fiber* melintang

n_2 = Jumlah serat *reinforcement fiber* memanjang

σ_t = Tegangan total teoritis (*calculation stress*) (N/mm²)

P = *Tension* (N)



Gambar 3. 16 Gambar penunjuk luas penampang serat (A_f)

Sumber : Roberts (1996 : 2)

Tabel 3. 1 Rancangan *Calculation Stress* Arah memanjang

No.	Tension (N)	Luas Penampang Serat Fiber (mm ²)	Tensile Stress (N/mm ²)
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 melintang

No.	Tension (N)	Luas Penampang Serat Fiber (mm ²)	Tensile Stress (N/mm ²)
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}



Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui perbandingan tegangan serat arah memanjang dan serat arah melintang yang menghasilkan nilai *calculation stress* yang lebih tinggi.

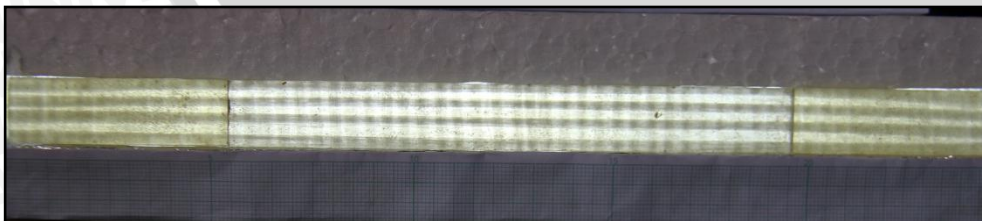
3.6 Pengujian Jarak Antar Serat Arah Memanjang dan Melintang pada Spesimen

Peralatan yang harus disiapkan antara lain:

1. Sumber cahaya;
2. Kertas Milimeter Block;
3. Gabus Balok;
4. Kamera SLR;
5. Pengaturan pemasangan spesimen;
6. *Software Corel Draw*.

Langkah-langkah dalam melakukan penelitian jarak antar serat secara memanjang dan melintang, antara lain:

1. Siapkan spesimen dan alat uji jarak antar serat;
2. Pasang spesimen pada gabus balok, beri cahaya, pasang spesimen sedemikian rupa sehingga cahaya yang diberikan pada spesimen tidak menyebar
3. Pasang kertas millimeter block sehingga sejajar dengan spesimen;
4. Ambil foto susunan alat pengujian tersebut dengan kamera;
5. Masukkan gambar yang sudah diambil ke *software corel draw* untuk diolah hingga menghasilkan jarak antar serat secara memanjang dan melintang baik sebelum maupun sesudah pengujian kekuatan tarik.



Gambar 3. 17 Contoh Gambar Siap Uji Pada Corel Untuk Penyusunan Spesimen yang Disejajarkan dengan Milimeter Block

6. Olah data dengan menggunakan analisis standar deviasi;

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (|X_i| - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3-2)$$

(Supranto, 2008)

Keterangan:

S : Standar deviasi

\bar{X} : Rata-rata

X_i : Nilai data

n : Banyaknya data

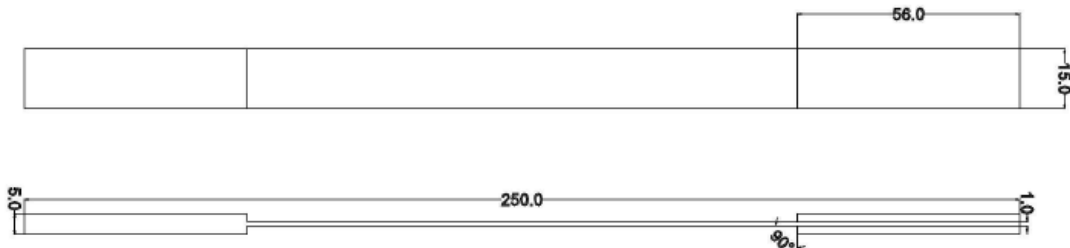
3.7 Pengujian Kekuatan Tarik

Pengujian kekuatan tarik bertujuan untuk menganalisis besarnya kekuatan tarik pada bahan komposit. Pengujian kekuatan tarik dilaksanakan berdasarkan mesin yang mengacu pada standar ASTM D 3039 / D 3039M uji tarik atau dengan *universal testing standar* yang ditunjukkan pada table 3.3 berikut:

Tabel 3. 3 Dimensi Spesimen Pengujian Kekuatan Tarik

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

Di bawah ini adalah gambar spesimen pengujian kekuatan tarik berdasarkan standar ASTM D 3039:



Gambar 3. 18 Spesimen uji tarik

Tahapan-tahapan pengujian kekuatan tarik pada penelitian ini adalah yaitu:

1. Ukur panjang penampang spesimen yang akan diuji dalam penelitian;
2. Siapkan mesin uji tarik yang akan digunakan untuk penelitian;

3. Pasang spesimen uji tarik dan pastikan terjepit dengan benar;
4. Nyalakan mesin uji tarik;
5. Amati secara seksama hingga spesimen uji tarik patah.

3.8 Rancangan Penelitian

Agar bisa diketahui pengaruh variasi *two direction pre-tension* terhadap kekuatan tarik komposit, maka yang harus dilakukan pertama kali adalah perencanaan model rancangan penelitian (*experimental design*). Hal tersebut akan menentukan keberhasilan proses pengujian ini sehingga didapatkan analisis dan kesimpulan yang tepat sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan. Rancangan penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.4:

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	∑Y _{ij1}	∑Y _{ij2}	∑Y _{ij3}	∑Y _{ij4}	∑Y _{ij5}
Rata-rata	μ ₁	μ ₂	μ ₃	μ ₄	μ ₅

Ket : Y₁₁, Y₁₂,... Y₁₅ adalah nilai kekuatan tarik

Pengolahan Data

1. Analisis varian satu arah

Mengacu pada hasil rancangan percobaan untuk kekuatan tarik yang dapat dilihat pada Tabel 3.4, dapat dilakukan analisis varian satu arah untuk mengetahui pengaruh pemberian variasi *two direction pre-tension* pada *reinforcement fiber* panel komposit datar terhadap kekuatan tarik.

- Jumlah seluruh perlakuan

$$= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2$$

- Jumlah kuadrat total (JKT)

$$JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{Y_i^2}{N}$$

- Jumlah kuadrat eror (JKE)

$$JKE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i}$$

- Jumlah kuadrat perlakuan (JKP)

$$JKP = JKT - JKE$$

- Kuadrat tengah perlakuan (KTP)

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

- Kuadrat tengah error (KTE)

$$KTE = \frac{JKE}{(N - k)}$$

- Nilai F_{hitung}

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

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			

Suatu perlakuan dapat memberikan pengaruh atau tidak memberikan pengaruh dapat dilihat melalui perbandingan nilai F hitung dengan F table. Adapun interpretasi untuk perbandingan antara F hitung dan F Tabe adalah sebagai berikut:

1. Jika didapatkan $F_{hitung} > F(\alpha, k, db)$ maka H_0 ditolak, hal tersebut menunjukkan bahwa ada perbedaan yang berarti antara variasi *two direction pre-tension* pada *reinforcement fiber* panel komposit datar terhadap kekuatan tarik
2. Jika didapatkan $F_{hitung} < F(\alpha, k, db)$ maka H_0 diterima, hal tersebut menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang berarti antara variasi *two direction pre-tension* 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	$\sum X_1$	$\sum (X_{11} - \bar{X})^2$
2	P ₂	X ₂	X ₂	$\sum X_2$	$\sum (X_{21} - \bar{X})^2$
3	P ₃	X ₃	X ₃	$\sum X_3$	$\sum (X_{31} - \bar{X})^2$
4	P ₄	X ₄	X ₄	$\sum X_4$	$\sum (X_{41} - \bar{X})^2$
5	P ₅	X ₅	X ₅	$\sum X_5$	$\sum (X_{51} - \bar{X})^2$
6	P ₆	X ₆	X ₆	$\sum X_6$	$\sum (X_{61} - \bar{X})^2$
7	P ₇	X ₇	X ₇	$\sum X_7$	$\sum (X_{71} - \bar{X})^2$
8	P ₈	X ₈	X ₈	$\sum X_8$	$\sum (X_{81} - \bar{X})^2$
9	P ₉	X ₉	X ₉	$\sum X_9$	$\sum (X_{91} - \bar{X})^2$
10	P ₁₀	X ₁₀	X ₁₀	$\sum X_{10}$	$\sum (X_{101} - \bar{X})^2$
11	P ₁₁	X ₁₁	X ₁₁	$\sum X_{11}$	$\sum (X_{111} - \bar{X})^2$
12	P ₁₂	X ₁₂	X ₁₂	$\sum X_{12}$	$\sum (X_{121} - \bar{X})^2$
13	P ₁₃	X ₁₃	X ₁₃	$\sum X_{13}$	$\sum (X_{131} - \bar{X})^2$
14	P ₁₄	X ₁₄	X ₁₄	$\sum X_{14}$	$\sum (X_{141} - \bar{X})^2$
15	P ₁₅	X ₁₅	X ₁₅	$\sum X_{15}$	$\sum (X_{151} - \bar{X})^2$
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 (Suprianto, 2008)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (|X_i - \bar{X}|)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3-3)$$



Gambar 3. 19 Titik tengah patahan spesimen



3.9 Diagram Alir Penelitian

