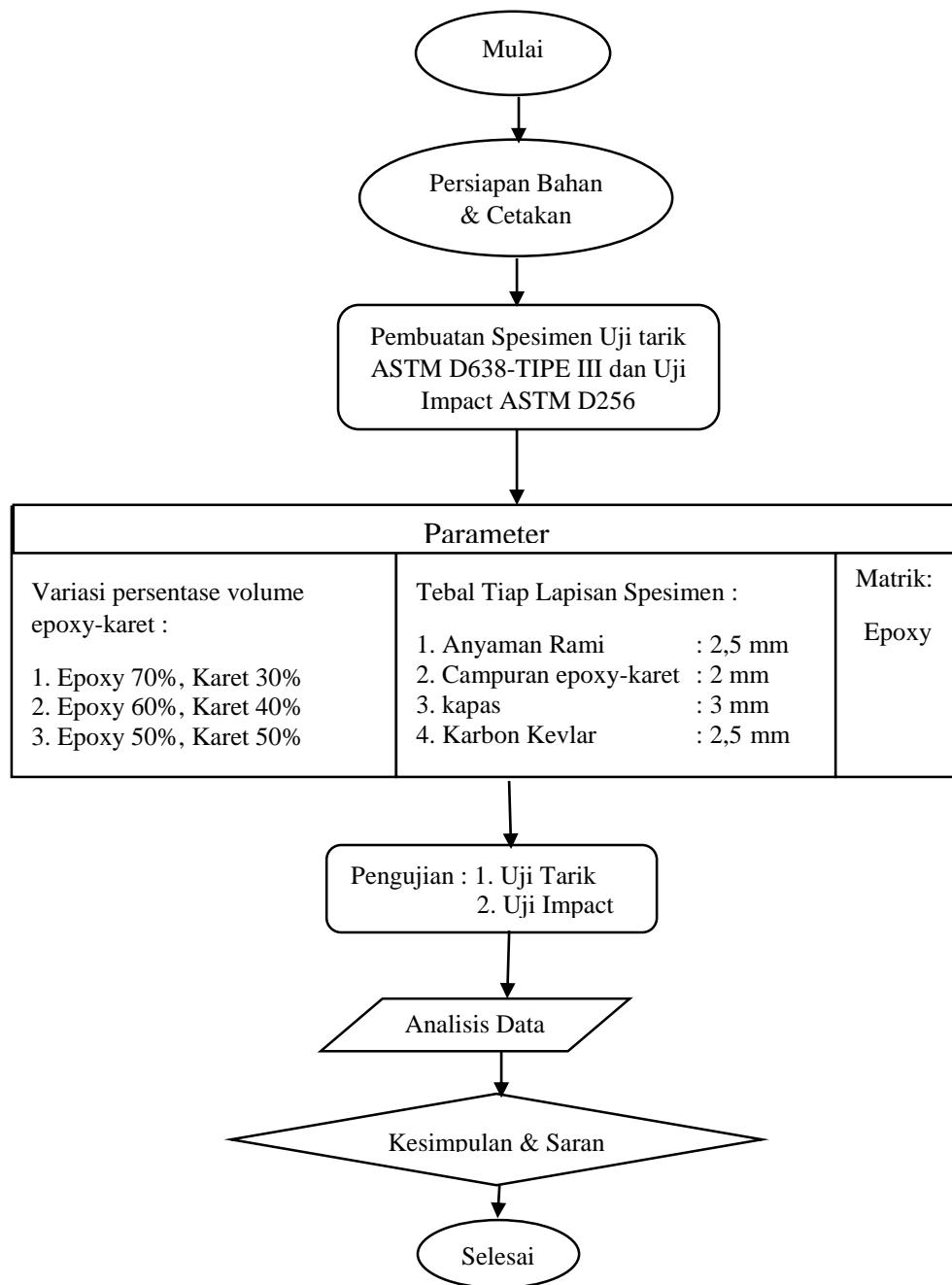


## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Persiapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Teknik Mesin S1 di Institut Teknologi Nasional Malang pada Bulan November-Desember 2019 dilanjutkan analisa dan sampai selesai.

### 3.3 Bahan dan Alat

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan spesimen:

#### 1.3.1 Alat yang digunakan

1. Mesin bor



Gambar 3. 1 Mesin bor tangan

Mesin bor digunakan untuk membuat lubang pada kayu alat pres cetakan.

2. Mesin gerinda



Gambar 3. 2 Mesin gerinda tangan

Berfungsi untuk menghaluskan bagian sisa yang tidak berguna pada spesimen agar lebih rapi.

### 3. Gergaji kasar



Gambar 3. 3 Gergaji kasar

Gergaji kasar ini digunakan untuk memotong kayu untuk membuat alat pres cetakan.

### 4. Gergaji halus



Gambar 3. 4 Gergaji halus

Gergaji halus digunakan untuk memotong bagian produk yang akan difoto SEM.

### 5. Kunci kombinasi pas ring



Gambar 3. 5 Kunci kombinasi pas ring

Kunci ini digunakan untuk mengencangkan baut pada alat pres cetakan.

6. Gunting



Gambar 3. 6 Gunting

Tang ini berfungsi untuk memotong serat sesuai ukuran spesimen.

7. Kikir segi tiga



Gambar 3. 7 Kikir

Kikir ini berfungsi untuk saat membuat takik pada spesimen uji impak.

8. Alat pres cetakan



Gambar 3. 8 Alat pres cetakan

Alat pres ini digunakan untuk menekan produk yang baru selesai pelapisan matriks dengan serat agar saat di pres matriks yang berlebih pada produk dapat keluar serta mengurangi cacat porositas pada produk.

9. Cetakan



Gambar 3. 9 Cetakan Spesimen

Gambar 3. 10 Cetakan spesimen uji impak dan cetakan uji tarik

Berfungsi sebagai tempat membentuk spesimen dan produk sesuai dengan cetakan.

10. Rol cat



Gambar 3. 10 Rol cat

Berfungsi untuk meratakan matriks setelah dioleskan merata pada pembuatan spesimen.

11. Kuas



Gambar 3. 11 Kuas

Berfungsi sebagai alat pengoles matriks dalam pembuatan spesimen.

**12. Gelas takar****Gambar 3. 12 Gelas takar**

Berfungsi untuk alat penakar cairan matriks saat proses pencampuran.

**13. Amplas****Gambar 3. 13 Amplas**

Berfungsi untuk menghaluskan bagian spesimen yang masih kasar setelah proses penggerindaan.

**14. Spet****Gambar 3. 14 Spet**

Berfungsi untuk menyedot dan memindahkan cairan.

15. Sarung tangan



Gambar 3. 15 Sarung tangan

Sarung tangan digunakan untuk melindungi tangan terkena campuran cairan matriks secara langsung.

16. Lap kain



Gambar 3. 16 Lap kain

Berfungsi untuk mengelap jika ada kotoran yang mengganggu saat pembuatan spesimen.

17. Gelas tempat mencampur



Gambar 3. 17 Gelas tempat mencampur

Berfungsi untuk wadah saat mengaduk campuran matriks.

18. Sendok



Gambar 3. 18 Sendok

Sendok digunakan untuk mengaduk cairan matriks saat mencampur.

19. Timbangan gram digital



Gambar 3. 19 Timbangan gram digital

Timbangan digital ini digunakan untuk menimbang bahan yang akan digunakan. Timbangan digital dipilih untuk membantu mengukur berat agar hasil yang didapat lebih akurat.

20. Jangka sorong



Gambar 3. 20 Jangka sorong

Digunakan untuk mengukur ketebalan dari spesimen yang dibuat.

### 21. Mistar baja



Gambar 3. 21 Mistar baja

Mistar baja digunakan untuk mengukur benda yang diperlukan ukurannya.

### 3.3.2 Bahan yang digunakan

#### 1. Wax



Gambar 3. 22 Wax

Berfungsi untuk pelapis cetakan agar saat pembuatan spesimen tidak melekat pada cetakan, sehingga melepasnya juga mudah.

#### 2. Cling wrap.



Gambar 3. 23 Cling Wrap

Cling wrap digunakan untuk melapisi bagian benda yang diharapkan terhindar dari cairan matriks saat proses pencetakan produk.

#### 3. Serat Penguat

a. Serat karbon kevlar

Serat karbon kevlar yang digunakan pada penelitian ini adalah serat karbon kevlar anyaman jenis serat karbon kevlar weave 3k 202 gsm, dimana densitas serat karbon sebesar  $1.44 \text{ gr/cm}^3$ , tensile strength 3620 MPa. Berikut di bawah ini gambar karbon kevlar yang digunakan.



Gambar 3. 24 Serat karbon kevlar yang sudah dipotong

b. Serat rami

Serat rami yang digunakan adalah serat rami yang masih berbentuk serabut dibeli di Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS), kemudian serat rami yang masih berbentuk serabut penulis anyam secara manual dengan tangan dan bantuan alat anyam dengan orientasi sudut anyaman serat  $90^\circ$ .

Berikut di bawah ini gambar alat bantu proses saat menganyam serat rami.



Gambar 3. 25 Alat anyam serat manual

Berikut di bawah ini gambar hasil anyaman serat rami.



Gambar 3. 26 Hasil anyaman serat rami

#### c. Serat kapas

Serat kapas kecantikan yang banyak dijual dipasaran ini digunakan karena serat kapas memiliki ketebalan yang merata pada setiap helai lapisannya, sehingga lebih mudah meratakan ketebalan serat kapas yang diterapkan pada bahan komposit, serta berat yang relatif lebih ringan dari serat lainnya dan memiliki daya serap matriks yang baik. Berikut gambar serat kapas yang digunakan di bawah ini.



Gambar 3. 27 Serat kapas

### 4. Matriks

#### a. Polimer *epoxy*

Polimer tipe *epoxy* yang digunakan yaitu *epoxy* merk Color cheM, tipe ini digunakan sebagai pengikat serat dalam pembuatan komposit pelindung dada anti peluru karena *epoxy* memiliki sifat yang keras, lebih kuat dari polyester, tahan panas, dan tidak terlalu cepat kering (normal 8 jam kering) sehingga baik digunakan pada material matriks komposit serat yang memerlukan waktu penyerapan cairan keseluruh serat yang agak lama, maka kemungkinan cacat

porositas dan tidak meratanya penyerapan matriks lebih sedikit. Berikut di bawah ini gambar epoxy Color cheM beserta *hardener*nya.



Gambar 3. 28 Epoxy

#### b. Karet silikon

Karet silikon yang digunakan adalah *silikon rubber RTV 888* yang memiliki sifat, tidak berbau menyengat, lebih jernih, peredaman terhadap getaran yang baik, dan mampu menyatu dengan cairan *epoxy* jika dicampur.



Gambar 3. 29 Karet silikon

### 3.4 Fraksi Volume

Fraksi volume yang digunakan pada spesimen uji tarik dan uji impak adalah fraksi dimensi sesuai dengan ukuran loyang, yang menggunakan matrik seminimal mungkin dengan penentuan perbandingan *hardener* antar jenis campuran polimer dengan cara eksperimen pribadi penulis dengan pembagian sebagai berikut :

### **3.4.1 Fraksi epoxy**

Campuran *epoxy* dengan *hardener* standar 3 : 1 dengan lama waktu pengeringan 8 jam pada suhu ruang jika tanpa campuran karet silikon. 100% *epoxy* digunakan sebagai matrik dalam spesimen komposit yang akan dibuat untuk pengujian tarik dan pengujian impact.

### **3.4.2 Fraksi silicone rubber**

Campuran karet silikon RTV 888 standar sebanyak 4% *hadener* dari 100% karet silikon dengan lama waktu pengeringan selama 4 jam. Karena penggunaan karet silikon sebagai penguat untuk campuran *epoxy*-karet, maka *hardener* yang digunakan untuk 100% karet adalah sebanyak 2% untuk menyamai waktu pengeringan *epoxy* yaitu 8 jam.

### **3.4.3 Fraksi penguat campuran *epoxy*-karet**

Selain menggunakan serat, tambahan penguat juga menggunakan campuran *epoxy*-karet. Perbandingan campuran *epoxy* dengan karet silikon yang digunakan adalah yang pertama 70% *epoxy* dan 30% karet silikon, yang kedua 60% *epoxy* dan 40% karet silikon, dan yang ketiga 50% *epoxy* dan 50% karet silikon dari 100% setiap campuran *epoxy*-karet yang digunakan sebagai penguat dalam material komposit.

### **3.4.4 Fraksi volume serat**

#### **1. Fraksi volume serat spesimen uji impak**

Perhitungan fraksi volume serat spesimen uji impak:

$$\begin{aligned}
 Vf &= \frac{vf}{vc} \times 100\% = \frac{p \times l \times t}{p \times l \times t} \times 100\% \\
 &= \frac{55mm \times 10mm \times 8mm}{55mm \times 10mm \times 10mm} \times 100\% \\
 &= \frac{4400mm^3}{5500mm^3} \times 100\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan fraksi volume serat spesimen uji impak yaitu menggunakan sebanyak 80% serat, campuran karet silikon, epoxy 10%, maka matriks sebanyak 10%.

## 2. Fraksi volume serat spesimen uji tarik

Perhitungan fraksi volume serat spesimen uji tarik:

$$\begin{aligned}
 Vf &= \frac{vf}{vc} \times 100\% = \frac{p \times l \times t}{p \times l \times t} \times 100\% \\
 &= \frac{246mm \times 29mm \times 8mm}{246mm \times 29mm \times 10mm} \times 100\% \\
 &= \frac{57.072mm^3}{71.340mm^3} \times 100\% \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan fraksi volume serat spesimen uji tarik yaitu menggunakan sebanyak 80% serat, campuran karet silikon, epoxy 10%, maka matriks sebanyak 10%.

Berikut di bawah ini ukuran serat yang dipotong untuk dijadikan lembaran komposit sebagai bahan spesimen uji impak dan uji tarik

- a. Serat karbon kevlar dimensi panjang 90 mm x lebar 60 mm sebanyak 10 lapis dengan ketebalan total berkisar 2,5 mm spesimen uji impek.
- b. serat karbon Kevlar dimensi 248 mm x 31 mm sebanyak 10 lapis dengan total berkisar 2,5 mm spesimen uji tarik.



Gambar 3. 30 Pengukuran serat karbon Kevlar

- c. Anyaman serat rami dimensi panjang 90 mm x lebar 60 mm sebanyak 1 lapis dengan ketebalan total berkisar 2,5mm, spesimen uji impek.
- d. Anyaman serat rami dimensi panjang 248 mm x lebar 31 mm sebanyak 1 lapis dengan ketebalan total berkisar 2,5mm, spesimen uji tarik



Gambar 3. 31 Pengukuran anyaman serat rami

- e. Serat kapas dimensi panjang 90 mm × lebar 60 mm sebanyak 3 lapis dengan ketebalan total 3 mm, spesimen uji impek.
- f. Serat kapas dimensi panjang 248 mm × lebar 31 mm sebanyak 3 lapis dengan ketebalan total 3 mm, spesimen uji tarik



Gambar 3. 32 Pengukuran Serat Kapas

### **3.5 Variabel Penelitian**

variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. variabel bebas

variabel bebas yang digunakan adalah fraksi volume penguat campuran epoxy-karet dengan persentase karet sebesar 30%, 40% dan 50%.

2. Variabel terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah kekuatan tarik dan kekuatan impact dari spesimen komposit yang telah dibuat.

### 3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah ketebalan spesimen komposit yaitu 1 cm (10 mm) untuk setiap spesimen uji tarik dan uji impact.

### 3.6 Proses pembuatan spesimen

Di bawah ini merupakan tahapan atau proses dalam pembuatan spesimen uji tarik dan impact. Yaitu sebagai berikut :

- A. proses pembuatan penguat campuran epoxy-karet (karet 30%, 40% dan 50%)
  1. Persiapkan alat dan bahan yaitu cetakan, resin epoxy, silicone rubber, cling wrap, wax dan peralatan pendukung lainnya.
  2. Lapisi cetakan dengan plastik wrap secara merata dan hindari adanya udara yang terperangkap didalamnya. Kemudian olesi dengan wax pada permukaan dalam cetakan dan sisi-sisinya.



Gambar 3. 33 Loyang cetakan spesimen uji tarik dan impact

3. Membuat campuran matriks epoxy 70%, 60%, dan 50% dari 200 gram total matriks, karena penulis membuat campuran dengan 200 gram setiap membuat campuran baru.



Gambar 3. 34 Proses penimbangan 70% dari 200 gram epoxy

4. Membuat campuran penguat *karet silikon* 30%, 40%, dan 50% dari 200 gram total matriks, karena penulis membuat campuran dengan 200 gram setiap membuat campuran baru.



Gambar 3. 35 Proses penimbangan 30% dari 200 gram karet silikon

5. Campurkan setiap polimer dengan hardenernya masing-masing dan aduk hingga merata, lalu campurkan kedua polimer tersebut (epoxy dan karet silikon) lalu aduk sampai rata lagi



Gambar 3. 36 Campuran epoxy dengan karet silikon

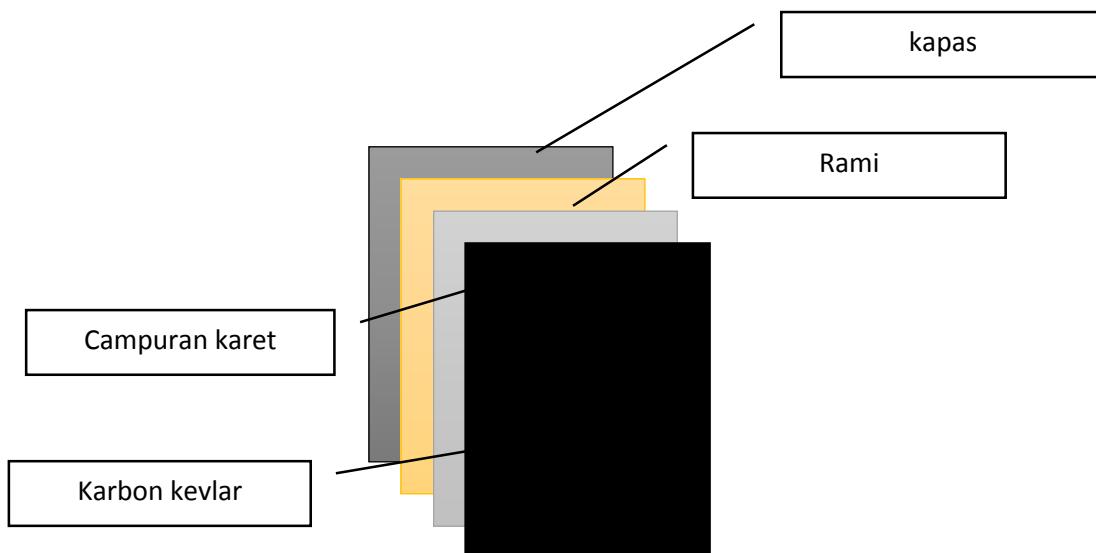
6. Tuangkan campuran epoxy-karet tersebut ke dalam loyang cetakan. Kemudian tunggu hingga campuran tersebut kering.



Gambar 3. 37 Lempengan penguat campuran epoxy-karet

### B. Proses pembuatan spesimen komposit

Proses pembuatan material komposit untuk uji impak dan uji tarik yaitu dengan cara komposit laminasi dengan urutan lapisan serat yang akan dibuat dan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 38 Disain lapisan bahan komposit spesimen uji tarik dan impak

Berikut merupakan proses dari pembuatan spesimen komposit dengan metode laminasi :

1. Siapkan alat dan bahan seperti loyang cetakan, resin epoxy, campuran epoxy-karet, serat-serat yang digunakan dalam pembuatan komposit serta peralatan pendukung lainnya.
2. Tuangkan sedikit matrik epoxy ke dalam loyang cetakan sebagai pelapis paling luar dalam komposit.
3. Pasang setiap lapisan serat dimulai dari lapisan paling bawah sesuai dengan gambar 3.39. untuk proses pelapisannya, lebih jelasnya dapat di lihat pada gambar dibawah.

Tabel 3. 1 Urutan lapisan pada spesimen

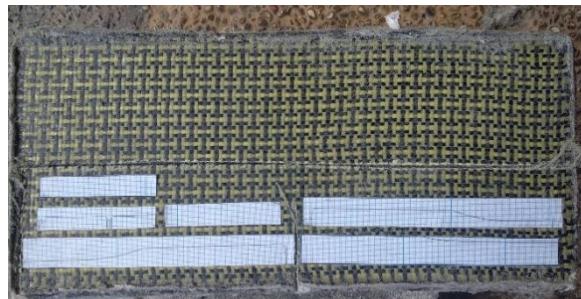
1		Lapisan paling bawah adalah serat karbon kevlar. Oleskan matriks secara merata di setiap tumpukan lapisan serat karbon
2		Pasang lempengan penguat campuran epoxy-karet di atas lapisan karbon, dan oleskan matrik secara menyeluruh.
3		Pasang penguat serat rami di atas lempengan epoxy-karet dan oleskan matrik secara merata
4		Lapisan paling atas adalah serat kapas dan Olesi dengan matrik secara merata

4. Pasang penekan diatas lapisan teratas komposit yang baru dibuat dan pasang alat pres lalu kencangkan baut penekan alat pres hingga cairan matriks menyebar secara merata dan cairan matrik yang berlebihan keluar dari sisi cetakan.



Gambar 3. 39 Pemasangan alat pres

5. Setelah alat press dipasang, tunggu spesimen hingga kering sekitar 8 jam.
6. Setelah kering, kemudian lepaskan spesimen dari dalam cetakan.

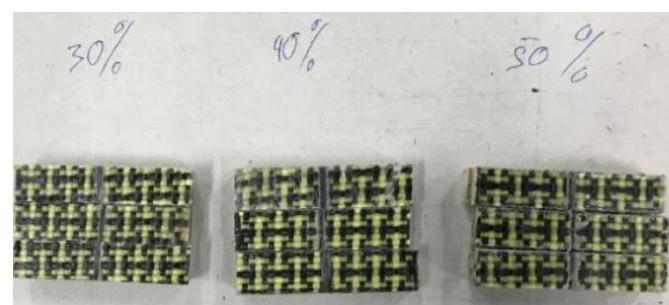


Gambar 3. 40 Spesimen komposit setelah pencetakan

7. Potong spesimen hasil cetakan menjadi bentuk untuk pengujian tarik dan uji impaact sesuai dengan standar ASTM D638 – Type III untuk uji tarik dan ASTM D256 untuk uji impact.



Gambar 3. 41 Spesimen uji tarik



Gambar 3. 42 Spesimen uji impact

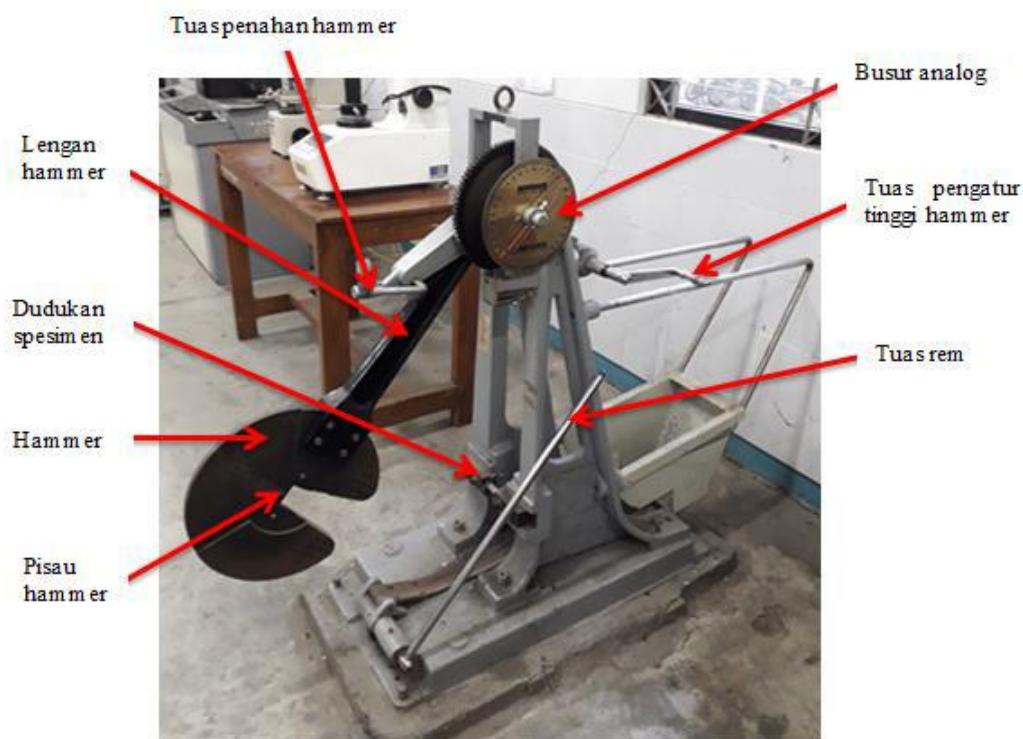
8. Setelah spesimen sesuai dengan ukuran standar, lalu buat takik pada bagian belakang spesimen yaitu pada permukaan serat karbon dan di

tengah-tengah sebesar  $45^\circ$  dengan kedalaman 2 mm dengan menggunakan kirir segitiga.

### 3.7 Pelaksanaan pengujian

Tempat untuk melakukan pengujian material komposit serat karbon, rami, kapas dan penguat campuran epoxy-karet dengan persentase karet silikon 30%, 40%, dan 50% ini dilakukan di Lab. Material Jurusan Teknik Mesin Kampus 2 ITN Malang, pada tanggal 11 November 2019. Spesimen pengujian impact dan pengujian tarik masing-masing sebanyak 9 spesimen yang terdiri dari 3 spesimen 30% campuran karet silikon, 3 spesimen dengan 40% campuran karet silikon, dan 3 spesimen dengan 50% campuran karet silikon. Pengujian dilakukan dengan alat uji kekuatan impak *charpy* dan *universal testing machine* untuk pengujian tarik dengan spesifikasi dan gambar alat sebagai berikut:

#### 3.7.1 Pengujian impact



Gambar 3. 43 Charpy impact tester

Spesifikasi alat:

Maker	: Hung Ta
Model	: HT 8041 A

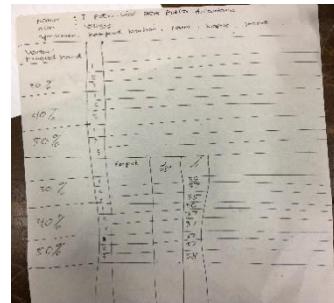
Country of original	: Taiwan
Capacity	: 30 kgf
Angle of hammer knife edg	: 30°
Live angle of hammer	: 140°
Weight if hammer	: 26,32 kg
Diameter mata pisau	: 0,075 m
Panjang lengan pendulum	: 0,647 m

Proses pengujian impact :

1. Mempersiapkan spesimen uji impak dan tabel tempat menjataat data hasil uji impak.
2. Menyesuaikan dudukan spesimen uji pada alat uji impak sesuai dengan panjang spesimen uji.
3. Meletakan spesimen uji dengan posisi takik spesimen membelakangi hammer.
4. Putar tuas untuk menaikan hammer hingga mencapai sudut alfa 45° pada busur derajat analog.
5. Pastikan tuas rem hammer pada posisi kendor.
6. Lepaskan penahan lengan hammer sehingga pisau hammer menabrak spesimen.
7. Tarik tuas rem hingga hammer berhenti berayun.
8. Baca sudut akhir/beta hasil pengujian pada busur derajat analog dan catat pada tabel hasil pengujian.



Gambar 3. 44 Proses pembacaan beta hasil pengujian



Gambar 3. 45 Catatan hasil nilai beta

### 3.7.2 Pengujian Tarik



spesifikasi :

maker	: hung ta
model	: 9502
serial no	: 1146
country of original	: taiwan
capacity	: 50.000 Kgf

Gambar 3. 46 Universal testing machine

Proses uji tarik :

1. Siapkan spesimen uji tarik yang akan diuji dan lapisi dengan kawat agar tidak lepas atau bergeser dari chuck mesin saat ditarik
2. Siapkan atau hidupkan mesin uji tarik yang akan digunakan.
3. Masukan dimensi yang digunakan pada aplikasi program mesin uji tarik.
4. Pasang spesimen uji tarik pada chuck dengan benar agar tidak lepas.



Gambar 3. 47 Pemasangan spesimen ke chuck mesin

5. Naikan meja atau bed mesin uji tarik pada tombol pengaturan mesin dan kemudian jepit lalu kencangkan spesimen dengan memutar poros pada bed.



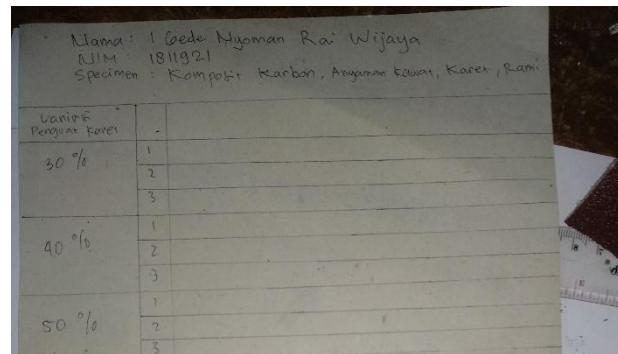
Gambar 3. 48 Tombol pengontrol mesin uji tarik

6. Lakukan kalibrasi di dalam program aplikasi pada mesin uji tarik sebelum dilakukan pengujian agar pembacaan awal adalah nol.
7. Bila sudah, selanjutnya jalankan mesin uji tarik.
8. Naikan dengan perlahan beban yang diberikan pada spesimen dan pastikan kecepatan penarikan pada mesin tetap dijaga.



Gambar 3. 49 Data yang terbaca pada mesin saat proses penarikan

9. Setelah spesimen putus, turunkan meja mesin uji untuk mengeluarkan spesimen hasil uji dari chuck.
10. Catat data-data hasil pengujian tarik kemudian print data grafik yang dihasilkan saat pengujian.



Gambar 3. 50 Catatan data hasil pengujian tarik

### **3.8 Jadwal Kegiatan Skripsi**

Adapun jadwal kegiatan dalam pembuatan skripsi adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan Skripsi