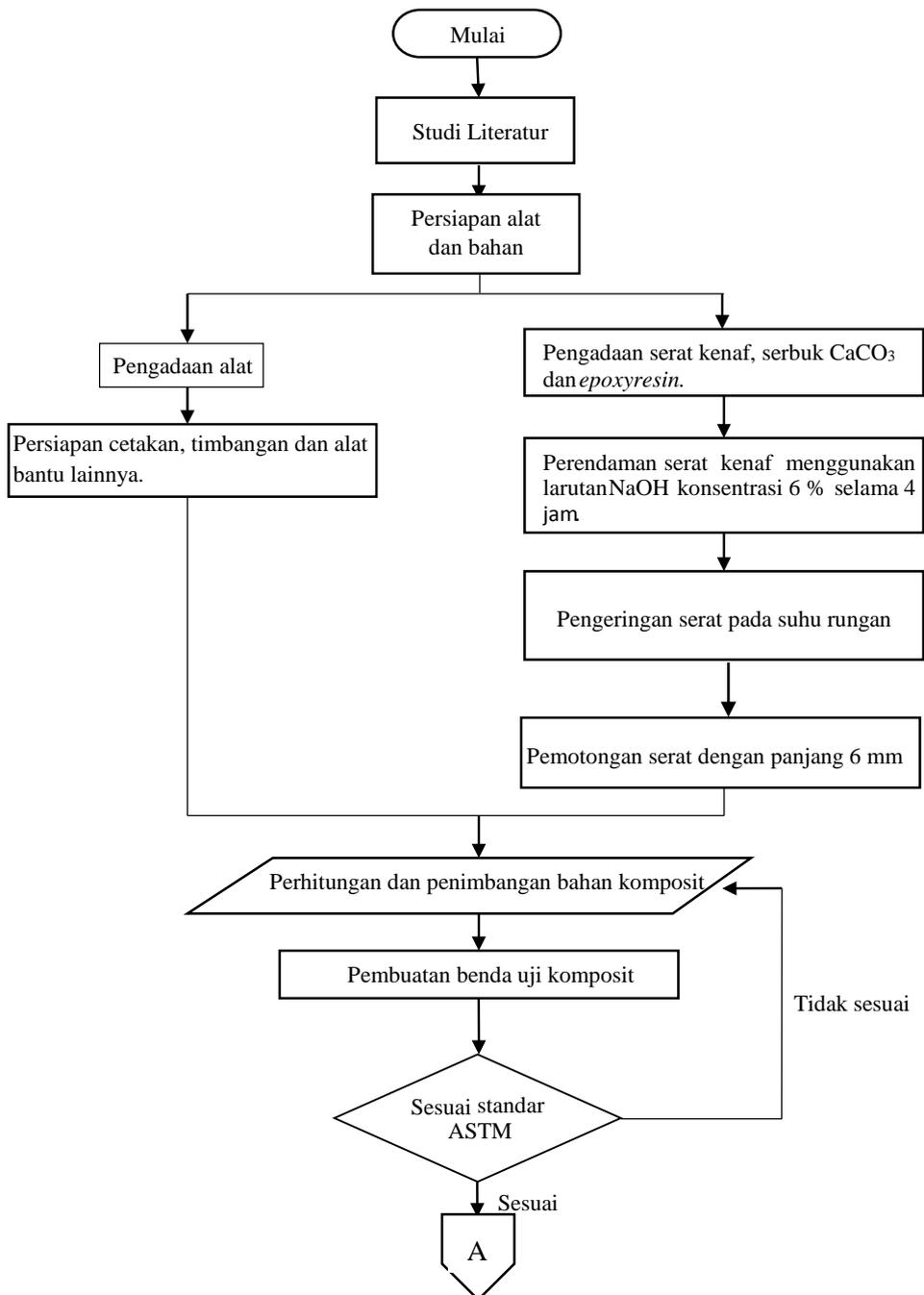
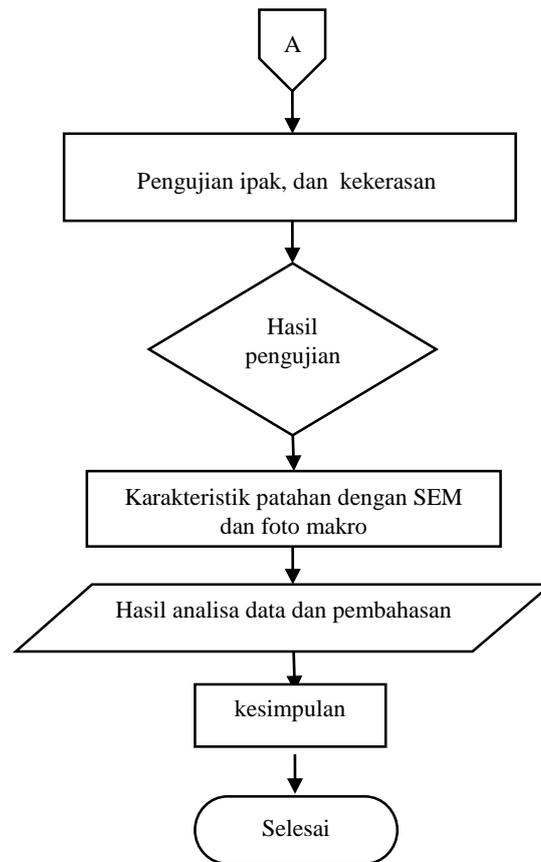


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir dari penelitian yang ditunjukkan pada gambar.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum melakukan pembuatan spesimen uji komposit dilakukan beberapa persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Adapun pada penelitian ini digunakan alat dan bahan sebagai berikut.

3.2.1 Persiapan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Cetakan Benda Uji

Cetakan benda uji yang digunakan terbuat dari aluminium dengan ukuran sesuai ASTM D 6110 dengan ketebalan 3mm.



Gambar 3.2 Cetakan Benda Uji

b. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang serat kenaf, serbuk CaCO_3 , dan matriks (*epoxy resin + hardener*).



Gambar 3.3 Timbangan Digital

c. Ayakan 400 Mesh

Ayakan 400 *mesh* digunakan untuk mengayak serbuk CaCO_3 supaya ukuran serbuk yang digunakan sama yaitu 400 *mesh*.



Gambar 3.4 Ayakan 400 *mesh*

d. Alat Uji Impak

Alat uji impact yang digunakan adalah *Zwick Roell*



Gambar 3.5 Alat Uji Impak

e. Alat Uji Kekerasan

Alat uji kekerasan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *brinell testing machine* menggunakan pembebanan sebesar 15,625 kg, dengan indenter 2,5 mm, dan lama pembebanan 10 detik. Pengujian ini dilakukan di lab material bahan teknik Universitas Gajah Mada.



Gambar 3.6 Alat Uji Kekerasan

f. Mikroskop

Mikroskop optik yang digunakan adalah mikroskop *Olympus* yang berada di lab material bahan teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

g. *Magnetic Stirrer*

Magnetic stirrer digunakan untuk mengaduk larutan natrium hidroksida (NaOH) dan larutan asam asetat (CH_3COOH) agar larut dan tercampur sempurna pada saat proses alkalisasi.



Gambar 3.7 *Magnetic Stirrer*

h. Gelas Beker

Gelas beker digunakan untuk mengukur volume *aquades*, larutan natrium hidroksida dan larutan asam asetat yang dibutuhkan.



Gambar 3.8 Gelas Beker

i. Lemari Asam

Lemari asam berfungsi untuk menyimpan serat kenaf yang sedang dalam proses alkalisasi supaya terhindar dari pengaruh lingkungan luar.



Gambar 3.9 Lemari Asam

j. Hydraulic Press

Hydraulic press digunakan untuk memberikan tekanan pada proses mencetak benda uji.



Gambar 3.10 *Hydraulic Press*

k. Alat Bantu Lain

Alat bantu lain yang digunakan pada penelitian ini seperti sisir, sendok, kuas, sikat, mangkok, gunting dan sebagainya.



Gambar 3.11 Alat Bantu Lainnya

3.2.2 Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

a. Serat Kenaf

Serat kenaf digunakan sebagai *filler* atau penguat komposit yang berasal dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS) Malang.



Gambar 3.12 Serat Kenaf

b. *Epoxy resin* dan *hardener*

Sebagai matrik dalam penelitian ini digunakan resin *epoxy* dengan merek dagang *Eposchon*. Penggunaan *epoxy resin* ini harus dicampur menggunakan pengeras *hardener*. Campuran antara resin dan *hardener* haruslah sesuai dengan perbandingan, jika pencampuran tidak sesuai maka resin akan susah mengeras. Oleh karena itu sesuai dengan petunjuk penggunaan yang tertera pada label *epoxy resin*, maka digunakan perbandingan antara resin dan *hardener* dengan perbandingan 1:1.



Gambar 3.13 *Epoxy Resin dan Hardener*

c. Kalsium Karbonat (CaCO_3)

CaCO_3 yang digunakan dalam penelitian ini adalah CaCO_3 pro analis yang didapat dari Chem-Mix Pratama Sopen Yogyakarta.



Gambar 3.14 Kalsium Karbonat (CaCO_3)

d. Natrium Hidroksida (NaOH)

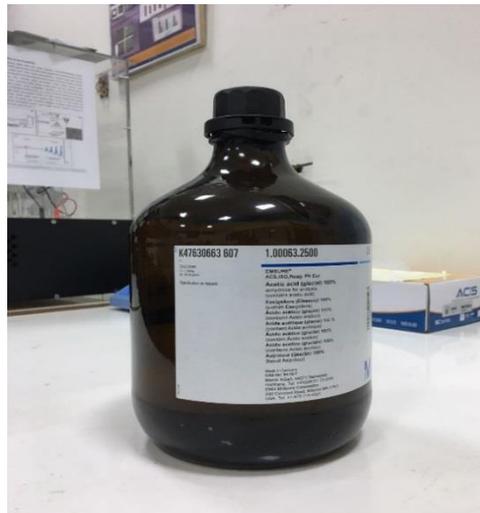
Larutan NaOH digunakan untuk merendam serat kenaf pada saat proses alkalisasi.



Gambar 3.15 Natrium Hidroksida (NaOH)

e. Asam Asetat (CH_3COOH)

Larutan asam asetat digunakan untuk menetralkan serat kenaf setelah perendaman menggunakan larutan NaOH.



Gambar 3.16 Asam Asetat (CH_3COOH)

f. *Aquades*

Aquades (H_2O) berfungsi untuk membilas atau menghilangkan kadar NaOH dan asam asetat setelah proses alkalisasi.



Gambar 3.17 *Aquades*

g. *Kit Wax*

Kit wax berfungsi untuk mempermudah pelepasan spesimen dari cetakan.



Gambar 3.18 *Kit Wax*

3.3 Persiapan Serat

3.3.1 Persiapan Serat Kenaf

Sebelum serat kenaf digunakan dalam penelitian ini ada beberapa tahap perlakuan serat untuk menghilangkan kotoran dan kontaminasi yang terdapat pada serat kenaf. Berikut adalah tahapan pembersihan serat kenaf:

1. Serat kenaf dicuci menggunakan air mengalir supaya kotoran yang menempel pada serat kenaf hilang.



Gambar 3.19 Pencucian Awal Serat Kenaf

2. Serat dijemur dengan suhu ruang sampai benar-benar kering.



Gambar 3.20 Penjemuran Serat

3. Setelah kering, serat kemudian disisir untuk meluruskan serat supaya tidak menggumpal.



Gambar 3.21 Penyisiran Serat

4. Menimbang berat serat sebelum dan sesudah dilakukan alkalisasi guna memastikan serat sudah kering.



Gambar 3.22 Penimbangan Serat yang akan Dialkalisasi

5. Melarutkan 6 % NaOH ke dalam 1 liter *aquades* dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*.



Gambar 3.23 Melarutkan NaOH

6. Serat kenaf direndam menggunakan larutan NaOH 6% selama 4 jam.



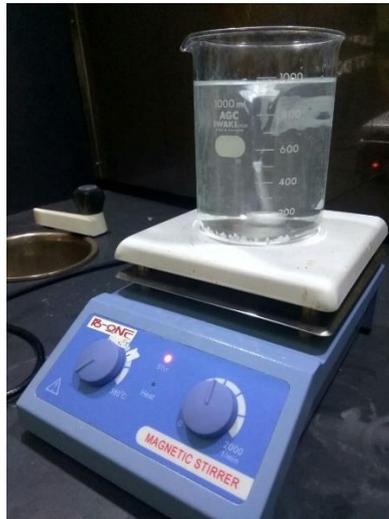
Gambar 3.24 Alkalisasi Serat Kenaf

- Setelah 4 jam, air limbah rendaman alkalisasi kemudian dibuang ke jerigen limbah.



Gambar 3.25 Air Limbah Rendaman Alkalisasi

- Melarutkan 1% asam asetat ke dalam 1 liter *aquades* dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*.



Gambar 3.26 Membuat Larutan Asam Asetat

- Serat kenaf kembali direndam menggunakan larutan asam asetat selama 1 jam untuk menetralkan serat dari sifat basa NaOH.



Gambar 3.27 Perendaman Serat dengan Larutan Asam Asetat

10. Serat kenaf kemudian direndam menggunakan aquades selama 24 jam guna memastikan serat tersebut sudah netral.



Gambar 3.28 Perendaman Serat dengan *Aquades*

11. Setelah direndam selama 24 jam, serat kemudian dibilas menggunakan *aquades* yang mengalir dan dijemur pada suhu ruang hingga kering.



Gambar 3.29 Penjemuran Serat

12. Setelah kering, serat kemudian dipotong dengan panjang 6 mm.
13. Serat yang sudah dipotong kemudian ditimbang dan di oven untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada serat.



Gambar 3.30 Pemotongan, Penimbangan, dan Pengovenan Serat

14. Serat kemudian ditimbang kembali untuk dibandingkan dengan berat awal sebelum di oven.



Gambar 3.31 Penimbangan Kembali Serat

3.3.2 Persiapan CaCO₃

Sebelum serbuk CaCO₃ digunakan dalam penelitian ini, ada beberapa perlakuan yang dilakukan antara lain:

1. Serbuk CaCO₃ ditimbang sebelum di oven untuk mengetahui berat awalnya.
2. Serbuk CaCO₃ dioven pada suhu 70 °C selama 30 menit untuk mengurangi kadar air.
3. Serbuk CaCO₃ ditimbang kembali untuk memastikan bahwa serbuk telah kering dengan cara membandingkan berat awal dan akhir.
4. Menyeragamkan ukuran dari serbuk CaCO₃ menjadi 400 *mesh*, dilakukan dengan mengayakan serbuk menggunakan ayakan 400 *mesh*.



Gambar 3.32 Serbuk CaCO₃

3.4 Pembuatan Komposit

3.4.1 Perhitungan Fraksi Volume Material Komposit

Sebelum pembuatan material komposit sebagai bahan alternatif bodi kereta api dilakukan perhitungan massa dari masing-masing bahan matriks dan *filler*. Perbandingan fraksi volume antara matriks dan *filler* yang digunakan adalah 70:30 dengan perbandingan volume *filler* serat kenaf dan CaCO₃ yaitu 20:10, 15:15, dan 10:20.

Berikut perhitungan untuk menentukan volume dan massa spesimen uji impact:

Diketahui:

$$\text{Massa jenis serat kenaf} = 1,45 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis CaCO}_3 = 2,71 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis epoxy resin} = 1,20 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Dimensi cetakan uji impact : Panjang (p) = 12,7 cm}$$

$$\text{Lebar (L) = 1,27 cm}$$

$$\text{Tebal (t) = 0,3 cm}$$

Perbandingan fraksi volume matriks dan *filler* 70%:30% dengan fraksi perbandingan volume *filler* (20:10).

$$\text{Volume cetakan, } V_c = 4,838 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume matriks, } V_m &= \frac{70}{100} \times 4,838 \text{ cm}^3 \\ &= 3,386 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume filler, } V_f &= \frac{30}{100} \times 4,838 \text{ cm}^3 \\ &= 1,45 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume serat, } V_s &= \frac{20}{100} \times 4,838 \text{ cm}^3 \\ &= 0,97 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume CaCO}_3, V_{\text{CaCO}_3} &= \frac{10}{100} \times 4,838 \text{ cm}^3 \\ &= 0,483 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa matriks, } m_m &= V_m \times \rho_m \\ &= 3,386 \text{ cm}^3 \times 1,20 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 4,0632 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat, } m_s &= V_s \times \rho_s \\ &= 0,97 \text{ cm}^3 \times 1,452 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,40844 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa CaCO}_3, m_{\text{CaCO}_3} &= V_{\text{CaCO}_3} \times \rho_{\text{CaCO}_3} \\ &= 0,483 \text{ cm}^3 \times 2,71 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,31 \text{ gr} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya untuk masing-masing variasi fraksi volume lainnya dapat dilihat pada table 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Perhitungan Massa *Filler* dan Matriks *Epoxy resin* Spesimen Uji Impak

fraksi volume matrik dan <i>filler</i> 70%:30%	Massa serat kenaf (gr)	Massa serbuk CaCO_3 (gr)	Massa <i>epoxyresin</i> (gr)
Serat kenaf:serbuk CaCO_3 (20:10)	1,40844	1,31	4,0632
Serat kenaf:serbuk CaCO_3 (15:15)	1,0527	1,964	4,0632
Serat kenaf:serbuk CaCO_3 (10:20)	0,7	2,628	4,0632

3.4.2 Proses Pembuatan Komposit

Satu spesimen komposit pada penelitian ini digunakan untuk dua pengujian yaitu uji impak dan uji kekerasan sehingga hanya diperlukan satu bentuk cetakan.

Berikut merupakan tahap pembuatan material komposit serat kenaf.

1. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Mengoles *kit wax* pada cetakan supaya komposit mudah dilepas.



Gambar 3.33 Mengoleskan *Kit Wax* pada Cetakan

3. Menimbang *epoxy* dan *hardener* dengan perbandingan 1:1



Gambar 3.34 Penimbangan *Epoxy* dan *Hardener*

4. Menimbang serat kenaf sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan.



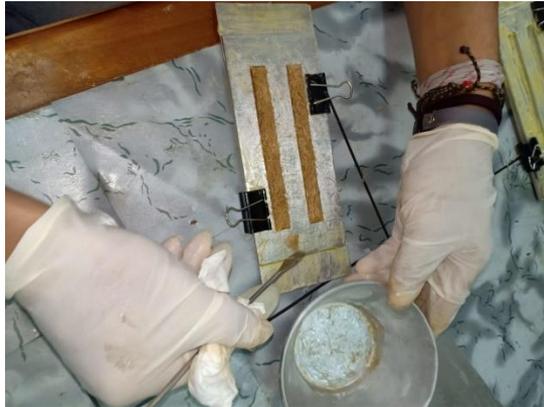
Gambar 3.35 Penimbangan Serat

5. Menimbang serbuk CaCO_3 sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan.



Gambar 3.36 Penimbangan Serbuk CaCO_3

6. Mencampur antara *epoxy*, serat kenaf, dan serbuk CaCO_3 hingga tercampur rata.
7. Masukkan bahan hasil pencampuran antara matriks dan *filler* ke dalam cetakan.



Gambar 3.37 Memasukan Hasil Pencampuran ke Dalam Cetakan

8. Kemudian cetakan ditutup dan diberikan tekanan menggunakan *Hydraulic press* selama 7 jam hingga resin benar-benar kering.



Gambar 3.38 *Hydraulic Press*

9. Setelah resin kering kemudian cetakan dibuka dan spesimen dilepas dari cetakan.



Gambar 3.39 Spesimen Dilepas dari Cetakan

3.5 Prosedur Pengujian Impak

Jenis uji impak yang digunakan pada penelitian ini adalah uji impak *charpy* dimana peletakan spesimen melintang atau datar. Letakan spesimen yang sudah sesuai dengan ASTM D 6110 ke alat uji impak. Lakukan pengujian impak sebanyak 5 kali.

Berikut adalah langkah – langkah proses pengujian impak:

1. Menyiapkan spesimen sesuai dengan standar ASTM D 6110 dengan masing-masing 5 spesimen setiap variasi.



Gambar 3.40 Lima Variasi Spesimen

2. Membuat takikan pada tiap spesimen.



Gambar 3.41 Membuat Takikan Spesimen

3. Mengganti pendulum sesuai dengan jenis komposit yang akan di uji.
4. Kemudian putar tuas hingga indikator sudut mengarah pada garis kecil yang sudah ada. Hal ini bertujuan agar pendulum sesuai sudah dengan jarak benturan.

5. Kemudian *release* pendulum tanpa pembebanan untuk mendapatkan sudut *alpha* (α) tanpa spesimen.
6. Kembali ke langkah no. 2, setelah indikator sudah tepat berada pada garis letakan spesimen yang sudah sesuai dengan ASTM D 6110 pada *anvil*. *Release* pendulum dan akan didapat nilai hasil impact pada monitor.



Gambar 3.42 Peletakan Spesimen pada Span

3.6 Prosedur pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan dari spesimen komposit. Pengujian dilakukan pada satu spesimen disetiap variasi dengan jumlah 5 titik. Pengujian kekerasan menggunakan pengujian kekerasan *brinell* dengan ASTM E 10, dengan besar pemberian pembebanan (F) sesuai dengan ASTM E10 yaitu sebesar 15,625 kg, dan diameter indenter yang digunakan yaitu 2,5 mm.

Berikut prosedur pengujian kekerasan:

1. Pengaturan posisi spesimen yang akan dilakukan uji kekerasan pada alat uji.
2. Indentor ditekan kedalam spesimen dengan kekuatan tekanan yang sudah ditentukan.
3. Gaya dipertahankan dengan lama pembebanan 10 detik.
4. Setelah waktu selesai, indentor diangkat dan pada spesimen akan meninggalkan indentasi bulat.
5. Ukur indentasi menggunakan mikroskop optik dengan mengukur dua diagonal dari indentasi, kemudian dirata-rata.