

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bahan dan Alat Penelitian

3.1.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian sebagai berikut :

1. Serat *Abaca*

Serat *abaca* dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan penguat yang didapat dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITAS) di Malang, Jawa Timur yang dibeli melalui situs belanja *online* Tokopedia. Serat *abaca* memiliki Densitas $1,4 \text{ gr/cm}^3$, kekuatan Tarik 270-600 Mpa, dan perpanjangan putus 1,6%.



Gambar 3.1. Serat *Abaca*

2. Serat Karbon

Serat Karbon yang digunakan sebagai bahan penguat dibeli melalui situs *online aliexpress* pada toko *Hobbyrover* di China. Memiliki spesifikasi yaitu jenis material serat Toray T700sc 12000-50C Carbon Fiber, dengan ukuran benang 12000, kuat Tarik 711 KSI/ 4,9 Gpa, modulus 36 Msi/ 260 Gpa, tegangan 2,1%, berat 800 gram, densitas $1,8 \text{ g/cm}^3$ dan memiliki Panjang 1250 m.

3. *Polymethyl Methacrylate* (PMMA)

Polymethyl Methacrylate (PMMA) pada penelitian ini sebagai pengikat komposit atau matriks yang dibeli melalui situs *online* Shopee pada toko Delishop Jual Alat Kesehatan Umum dan Dental di Jakarta Pusat. Spesifikasi dari *Polymethyl Methacrylate* (PMMA) yaitu ISO 1567 *type II, Class 1 POR USE IN DENTRIST*, dengan berat 500 gram.

4. Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) digunakan untuk mengendalikan tingkat keasaman atau PH, yang dibeli pada toko Progo Mulyo di Yogyakarta. Memiliki spesifikasi massa molar 39,9971 g/mol, densitas 2,1 g/cm³, titik lebur 318 °C (591 K), titik didih 1390 °C (1663 K), larut dalam air 111 g/100 ml (20 °C), kebasaan (pK_b) -2,42, dan berbentuk zat padat putih seperti butiran pelet.

5. Aquades (H₂O)

Aquades (H₂O) digunakan sebagai pelarut NaOH pada proses alkalisasi serat *abaca* yang dibeli pada toko Progo Mulyo di Yogyakarta. Spesifikasi dari Aquades yaitu bersifat tidak berwarna, tidak berasa maupun berbau pada kondisi standar bertekanan 100 kPa 1 bar dan bertemperatur 273,15 K, 0 °C.

6. Asam Asetat

Asam Asetat dalam penelitian ini digunakan untuk menetralsir serat *abaca* dari sisa larutan NaOH yang bersifat basa pada waktu alkalisasi yang dibeli pada toko Kimia di Yogyakarta. Asam Asetat memiliki spesifikasi rumus kimia C₂H₄O₂, massa molar 60,05 g.mol⁻¹, densitas 1,049 g.cm⁻³, titik lebur 289-290 K, titik didih 391-392 K, dapat tercampur larut dalam air, log P -0,322, tekanan uap 1,5 kPa (20 °C), keasaman (pK_a) 4,76, kebasaan (pK_a) 9,24 (kebasaan ion asetat), indeks bias (n_D) 1,371, viskositas 1,22 mPa.s, momen dipol 1,74 D, dan penampilan tidak berwarna atau kristal.

7. Nitrogen Cair

Nitrogen Cair digunakan untuk proses alkalisasi serat karbon yang dibeli pada PT.Samator Gas Industri di Klaten. Spesifikasi dari Nitrogen Cair yaitu densitas 0,807 g/mL pada titik didih dan konstanta dielektrik 1,4 dan penampilannya cairan bening tidak berwarna.



Gambar 3.2. Nitrogen Cair

8. *Liquid SC*

Liquid SC digunakan sebagai pelarut *Polymhetyl Methacrylate* (PMMA) dalam fabrikasi komposit yang dibeli melalui situs *online* Shopee pada toko Kalijayashop di Jakarta Pusat. Spesifikasi dari *Liquid SC* yaitu memiliki ISO 1567 *type 1 Heat-polymerizable polymer / Heat Cured Acrylic (class 1, Powder dan Liquid)*.

9. *Mirror Glaze*

Mirror Glaze dalam penelitian ini digunakan untuk pelapis cetakan agar *Polymhetyl Methacrylate* (PMMA) / matriks tidak lengket pada cetakan spesimen komposit yang dibeli melalui situs *online* toko Chemika.sby di Surabaya. Memiliki spesifikasi *maximum mold release wax, contains carnauba wax net wt 11 oz 311 gram*.



Gambar 3.3. *Mirror Glaze*

3.1.2. Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk penelitian sebagai berikut :

1. Gelas Beker 1000 mL sebagai wadah untuk pembuatan larutan, yang tersedia di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Pengaduk Kaca digunakan sebagai pengaduk larutan, yang tersedia di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Spatula digunakan untuk menabuh dan mengurangi bahan, yang tersedia di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Timbangan Digital digunakan untuk menimbang serat *abaca*, serat karbon, *Polymhetyl Methacrylate* (PMMA), dan *Liquid SC*, yang tersedia di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3.4. Timbangan Digital

5. Termos 2,5 L untuk wadah Nitrogen cair, yang tersedia di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. *Hand Gloves* untuk melindungi tangan agar tidak terkontaminasi oleh cairan kimia, dibeli pada toko Apotek Kimia Farma di Yogyakarta.
7. Cetakan Pengujian Tarik digunakan sebagai cetakan untuk membuat spesimen komposit yang mengacu pada ASTM D 638-01, yang tersedia di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3.5. Cetakan Pengujian Tarik

8. Alat Bantu Lainnya yaitu berbagai peralatan bantu yang tersedia di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya : gunting, cutter, kunci L, mistar, pisau, palu, tool box, dan sikat kawat.
9. *Cold Press Machine* digunakan sebagai alat untuk press spesimen komposit, yang tersedia di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3.6. *Cold Press Machine*

10. Alat Uji Tarik pada penelitian ini menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan merk SANS type SHT – 4106 yang berkapasitas 100 ton, dan berasal dari China. Alat pengujian ini berada di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret.



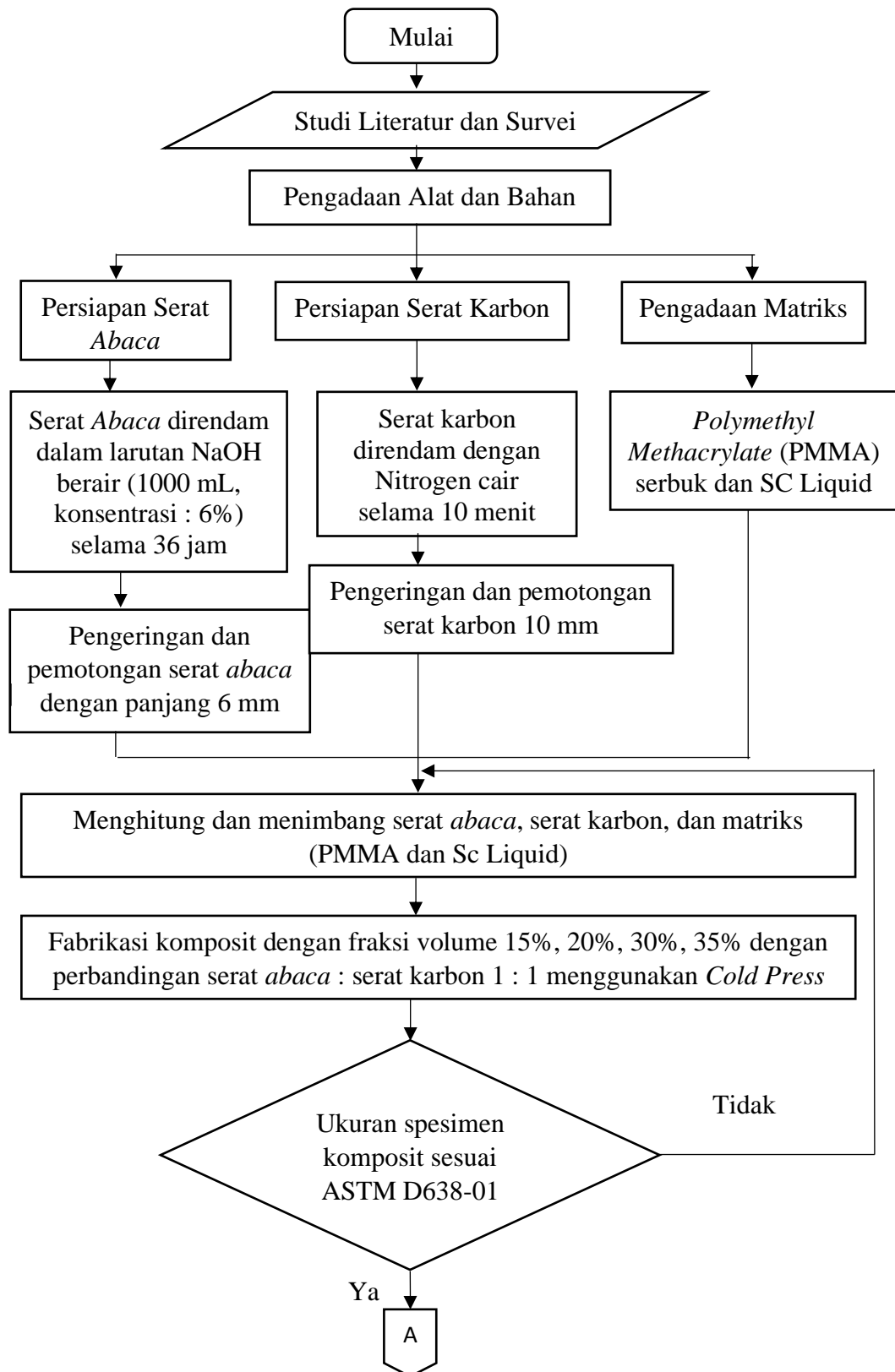
Gambar 3.7. Alat Uji Tarik

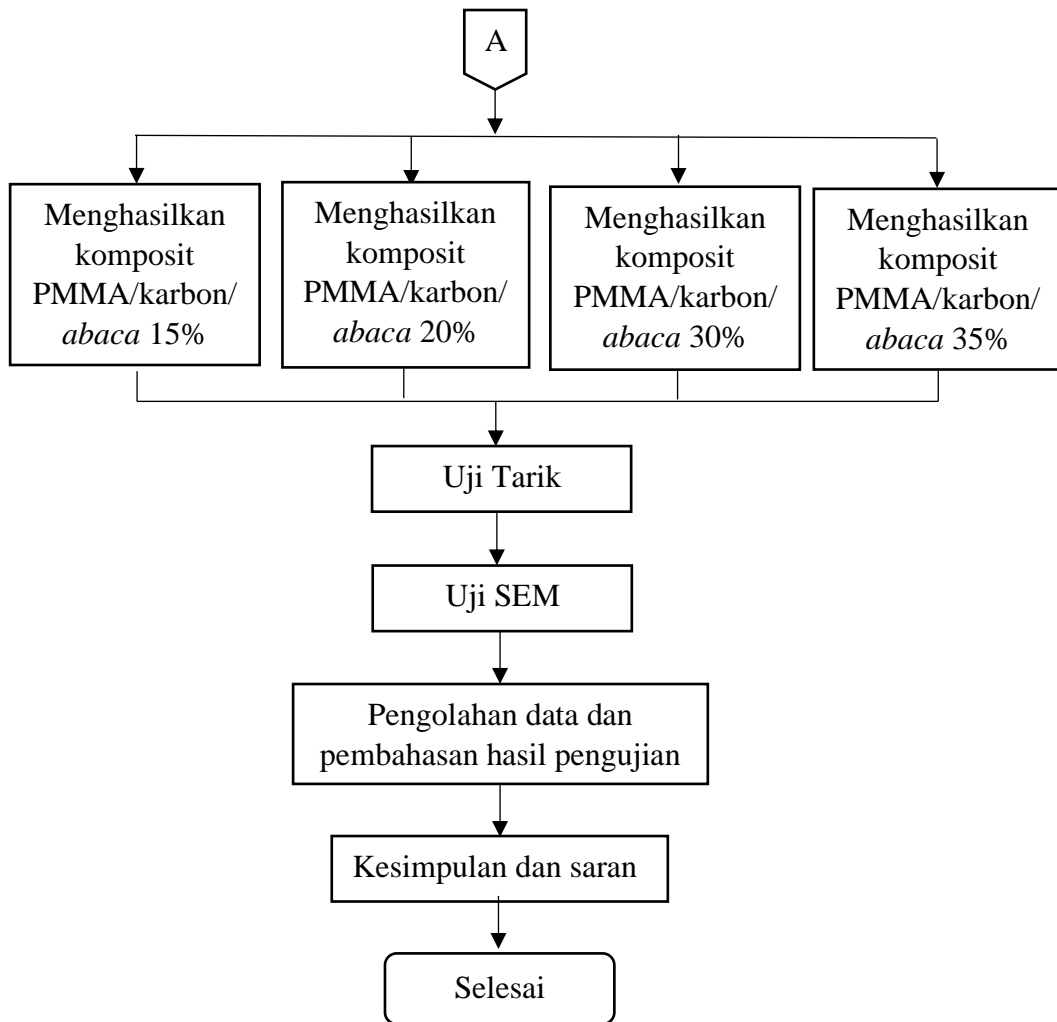
11. Alat uji Scanning Electron Microscope (SEM) pada penelitian ini menggunakan merk HITACHI type SU3500 yang berasal dari Jepang. Digunakan untuk mengamati permukaan serat dan struktur patahan komposit dari perbesaran 16X sampai 13000X yang berada di LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) Gunung Kidul Yogyakarta.



Gambar 3.8. Alat Uji SEM

1.2. Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.9. Diagram alir skema penelitian

3.3. Tahapan Penelitian

3.3.1 Perlakuan Serat *Abaca*

Proses pembuatan komposit hybrid dimana menggunakan dua penguat yaitu serat *abaca* dan karbon serta *Polymethyl Methacrylate* (PMMA) sebagai matriks. Dibawah ini akan dijelaskan proses perlakuan serat *abaca* meliputi :

1. Mempersiapkan serat *abaca* yang akan digunakan sepanjang 30 cm dan mengikatnya pada bagian ujungnya supaya memudahkan ketika proses penyikatan serat atau membersihkan kotoran pada serat.



Gambar 3.10. Serat *Abaca*

2. Sebelum dicuci, serat *abaca* disisir agar mudah dibentuk.
3. Kemudian serat *abaca* direndam dalam larutan NaOH berair (1000 mL, konsentrasi : 6 % berat) selama 36 jam.



Gambar 3.11. Proses alkalisasi serat *abaca*

- Setelah itu bekas larutan NaOH dibuang kedalam jerigen khusus limbah yang sudah disediakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3.12. Jerigen khusus limbah NaOH

- Setelah serat di rendam selama 36 jam, serat *abaca* dibilas dengan air yang mengalir agar kotoran dari perendaman larutan NaOH hilang.



Gambar 3.13. Proses Pencucian Serat *Abaca*

- Melarutkan larutan asam asetat (1000 ml, konsentrasi : 1 % berat) selama 1 jam untuk menetralsisir sisa larutan NaOH yang bersifat basa pada serat *abaca*.



Gambar 3.14. Proses melarutkan asam asetat

7. Kemudian serat *abaca* direndam dengan menggunakan aquades selama 24 jam agar serat benar-benar netral.



Gambar 3.15. Proses perendaman serat *abaca* menggunakan aquades

8. Setelah serat *abaca* netral, kemudian dikeringkan pada suhu ruangan.



Gambar 3.16. Proses pengeringan serat *abaca*

9. Setelah kering, serat *abaca* disisir kembali sehingga membantu pada proses pemotongan.



Gambar 3.17. Proses menyisir serat *abaca*

10. Terakhir serat *abaca* dipotong dengan panjang 6 mm.



Gambar 3.18. Potongan serat *abaca* 6 mm

3.3.2. Perlakuan Serat Karbon

Karbon sebagai filler atau penguat dalam komposit hybrid juga melalui perlakuan sebagai berikut :

1. Mempersiapkan serat karbon yang akan digunakan.

2. Serat karbon dipotong 20 mm sesuai dengan ukuran wadah nitrogen cair yaitu termos aluminium 2,5 L.



Gambar 3.19. Potongan serat karbon

3. Serat karbon kemudian dimasukkan kedalam wadah yang berisi nitrogen cair yaitu termos aluminium 2,5 L selama 10 menit.



Gambar 3.20. Proses perendaman serat karbon

4. Terakhir, serat karbon yang telah direndam nitrogen cair dalam termos aluminium 2,5 L dikeluarkan kemudian dikeringkan. Selanjutnya proses pemotongan serat karbon dengan panjang 10 mm.



Gambar 3.21. Potongan serat karbon 10 mm

3.4. Perhitungan Fraksi Volume

Perbandingan fraksi volume serat *abaca*/karbon dan *Polymhetyl Methacrylate* (PMMA) sebesar 20% : 80% dengan rasio *abaca* dan karbon 1:1 dengan variasi 15%, 20%, 30%, 35%, Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

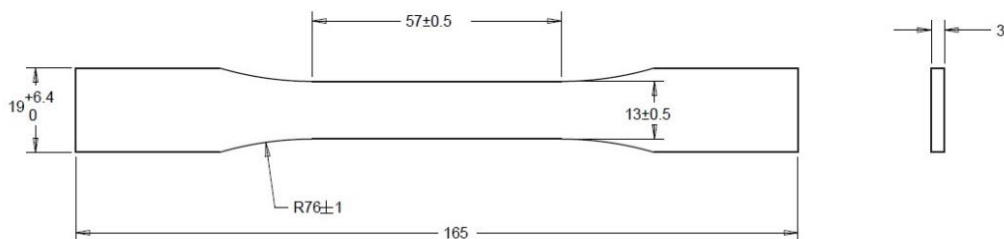
Diketahui :

Massa jenis serat *abaca* (P_a) : 1,5 gr/cm^3

Massa jenis serat karbon (P_k) : 1,43 gr/cm^3

Massa jenis serat PMMA (P_m) : 1,188 gr/cm^3

Dimensi Cetakan ASTM D638 *Type 1*



Gambar 3.22. Dimensi cetakan ASTM D638 *type 1*

Volume cetakan (V_c) dari aplikasi inventor = $7,9 \text{ cm}^3$

Perhitungan perbandingan matriks dan serat hybrid 85% : 15%

1. Perhitungan matriks 85%

- Volume matriks (V_m)
= $V_c \times 85\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 85\%$
= $6,715 \text{ cm}^3$
- Massa matriks (m_m)
= $V_m \times P_m$
= $6,715 \text{ cm}^3 \times 1,188 \text{ gr/cm}^3$
= $7,977 \text{ gr}$

2. Perhitungan Perbandingan *abaca* : karbon (1 : 1)

- Volume serat *abaca* (V_a)
= $V_c \times 7,5\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 7,5\%$
= $0,592 \text{ cm}^3$
- Massa serat *abaca* (m_m)
= $V_a \times P_a$
= $0,592 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3$
= $0,888 \text{ gr}$
- Volume serat karbon (V_k)
= $V_c \times 7,5\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 7,5\%$
= $0,592 \text{ cm}^3$
- Massa serat karbon (m_k)
= $V_k \times P_k$
= $0,592 \text{ cm}^3 \times 1,43 \text{ gr/cm}^3$
= $0,847 \text{ gr}$

Perhitungan perbandingan matriks dan serat hybrid 80% : 20%

1. Perhitungan matriks 80%

- Volume matriks (V_m)
= $V_c \times 80\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 80\%$
= $6,32 \text{ cm}^3$

- Massa matriks (m_m) = $V_m \times P_m$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 1,188 \text{ gr/cm}^3$
= 7,5 gr

2. Perhitungan Perbandingan *abaca* : karbon (1 : 1)

- Volume serat *abaca* (V_a) = $V_c \times 10\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 10\%$
= $0,79 \text{ cm}^3$

- Massa serat *abaca* (m_m) = $V_a \times P_a$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3$
= 1,185 gr

- Volume serat karbon (V_k) = $V_c \times 10\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 10\%$
= $0,79 \text{ cm}^3$

- Massa serat karbon (m_k) = $V_k \times P_k$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 1,43 \text{ gr/cm}^3$
= 1,1297 gr

Perhitungan perbandingan matriks dan serat hybrid 70% : 30%

1. Perhitungan matriks 70%

- Volume matriks (V_m) = $V_c \times 70\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 70\%$
= $5,52 \text{ cm}^3$

- Massa matriks (m_m) = $V_m \times P_m$
= $5,53 \text{ cm}^3 \times 1,188 \text{ gr/cm}^3$
= 6,569 gr

2. Perhitungan Perbandingan *abaca* : karbon (1 : 1)

- Volume serat *abaca* (V_a) = $V_c \times 15\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 15\%$
= $1,185 \text{ cm}^3$

- Massa serat *abaca* (m_m) = $V_a \times P_a$
= $1,185 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3$
= 1,777 gr
- Volume serat karbon (V_k) = $V_c \times 15\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 15\%$
= $1,185 \text{ cm}^3$
- Massa serat karbon (m_k) = $V_k \times P_k$
= $1,185 \text{ cm}^3 \times 1,43 \text{ gr/cm}^3$
= 1,694 gr

Perhitungan perbandingan matriks dan serat hybrid 65% : 35%

1. Perhitungan matriks 65%

- Volume matriks (V_m) = $V_c \times 65\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 65\%$
= $5,135 \text{ cm}^3$
- Massa matriks (m_m) = $V_m \times P_m$
= $5,135 \text{ cm}^3 \times 1,188 \text{ gr/cm}^3$
= 6,100 gr

2. Perhitungan Perbandingan *abaca* : karbon (1 : 1)

- Volume serat *abaca* (V_a) = $V_c \times 17,5\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 17,5\%$
= $1,382 \text{ cm}^3$
- Massa serat *abaca* (m_m) = $V_a \times P_a$
= $1,382 \text{ cm}^3 \times 1,5 \text{ gr/cm}^3$
= 2,073 gr
- Volume serat karbon (V_k) = $V_c \times 17,5\%$
= $7,9 \text{ cm}^3 \times 17,5\%$
= $1,382 \text{ cm}^3$

- Massa serat karbon (m_k) $= V_k \times P_k$
 $= 1,382 \text{ cm}^3 \times 1,43 \text{ gr/cm}^3$
 $= 1,976 \text{ gr}$

3.5. Pembuatan Komposit

Proses pembuatan komposit hibrid adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan serat *abaca* hasil dari alkalisasi 36 jam yang sebelumnya sudah dipotong 6 mm.



Gambar 3.23. Serat *abaca* dengan Panjang 6 mm

2. Selanjutnya menyiapkan serat karbon yang sudah direndam dengan nitrogen cair.



Gambar 3.24. Serat karbon dengan Panjang 10 mm

3. Menyiapkan PMMA dan Sc Liquid. PMMA digunakan sebagai matriks dan Sc liquid sebagai katalisnya.



Gambar 3.25. PMMA dan Liquid SC yang sudah ditimbang

4. Menyiapkan molding atau cetakan yang sudah sesuai dengan standar ASTM D638-01.



Gambar 3.26. Cetakan pengujian tarik

5. Molding atau cetakan dilapisi dengan *Mirror Glaze* agar cetakan dan material adonan fiber tidak saling menempel.
6. Setelah itu melakukan proses pencampuran serat *abaca* dan karbon.
7. Hasil pencampuran serat *abaca* dan karbon kemudian disusun pada molding atau cetakan. Susunan lapisan tersebut terdiri dari PMMA-serat *abaca*/karbon-PMMA.

8. Setelah dilakukan penyusunan, kemudian diletakkan pada alat *cold press*. Kemudian ditekan pada tekanan fluida 100 kg/cm^3 dan tekanan pada spesimen $4,370 \text{ Mpa}$ selama ± 60 menit.
9. Setelah dilakukan proses *press* selama 60 menit, cetakan diambil dari alat *cold press*. Selanjutnya hasil spesimen komposit dilepas dari cetakan.
10. Hasil cetakan tersebut dibersihkan dari kotoran yang menempel.

3.6. Prosedur Uji Tarik Komposit

Komposit yang sudah difabrikasi sesuai ASTM D638-01 selanjutnya dilakukan pengujian tarik. Prosedur spesimen pengujian tarik adalah sebagai berikut :

1. Memilih spesimen yang sesuai dengan dimensi ASTM D638-01.
2. Memberikan tanda/label pada setiap spesimen yang akan diuji agar terhindar dari kekeliruan pada saat pengujian tarik.



Gambar 3.27. Spesimen uji tarik

3. Mengukur lebar dan tebal spesimen.
4. Menghidupkan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) dengan merk SANS *type* SHT – 4106 yang berkapasitas 100 ton, dan berasal dari China.

5. Pasang spesimen pada tempat yang disediakan, klik tombol yang berwarna biru untuk menjepit spesimen bagian atas, dan klik tombol warna kuning untuk menjepit spesimen bagian bawah.



Gambar 3.28. Alat uji tarik *Universal Testing Machine* (UTM)

6. Input tebal dan panjang spesimen, kemudian mengatur kecepatan pengujian tarik yaitu sekitar 10 mm/menit.
7. Spesimen mulai diuji tarik hingga putus oleh mesin.



Gambar 3.29. Spesimen yang telah dilakukan pengujian

8. Didapatkan data beban pengujian tarik komposit.
9. Mengolah data dan hasil pengujian tarik.