

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian sebagai berikut :

1. Serat Sisal

Serat sisal digunakan untuk filler komposit, densitas serat sisal 1,03-1,45 g/cm³, kuat tarik 400-700 MPa dan modulus elastisitas 7-15,8 GPa (Kusumastuti, 2009).). Dibeli dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang, Jawa Timur.



Gambar 3.1 Serat sisal

2. Serat Karbon

Digunakan sebagai penguat, spesifikasi serat karbon Toray T700sc 12000-50C Carbon Fibre, ukuran benang 12000, densitas 1,8 g/cm³, kuat tarik 4902,17 MPa (711 KSI), modulus elastisitas 230 GPa (33,4 MSI), tegangan 2,1 %, berat 800 gram dan panjang 1250 m (Torayca; NO,CFA-005) yang dibeli di situs melalui online *aliexpress* pada toko *Hobbyover*, China.



Gambar 3.2 serat karbon

3. *High Density Polyethylene (HDPE)*

Digunakan sebagai matriks komposit densitas 0,94-0,97 g/cm³, modulus elastisitas 0,8 GPa dan kekerasan 56 MPa. Dibeli di toko plastik di jalan Gatak Tamantirto Kasihan Bantul Yogyakarta.

4. *Natrium Hidroksida (NaOH)*

Digunakan dalam proses alkalisasi serat sisal, spesifikasi *Natrium hidroksida* (NaOH) penampilan zat padat putih seperti butiran pellet, massa molar 39,9971 g/mol, densitas 2,1 g/cm³, titik lebur 318 °C (591 K), titik didih 1390 °C (1663 K), kelarutan dalam air, 111g/100 ml (20 °C), dan kebasaaan (pK_b) -2,42 (Perry's ED, 2008) yang dibeli di Progo Mulyo Yogyakarta.

5. Asam Asetat

Digunakan untuk menetralkan sisa larutan NaOH pada serat abaka yang bersifat basa, spesifikasi dari Asam Asetat yaitu rumus kimia C₂H₄O₂, penampilan cairan tidak berwarna atau kristal, massa molar 60,05 g.mol⁻¹, densitas 1,049 g/cm³, titik lebur 289-290 K, titik didih 391-392 K, kelarutan dalam air dapat tercampur, log P -0,322, tekanan uap 1,5 kPa (20 °C), keasaman (pK_a) 4,76, kebasaaan (pK_a) 9,24 (kebasaaan ion asetat), indeks bias (n_D) 1,371, viskositas 1,22 mPa.s, dan momen dipol 1,74 D.

6. Aquades (H₂O)

Digunakan sebagai pelarut NaOH pada proses alkalisasi serat sisal, spesifikasi Aquades yaitu Aquades bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar pada tekanan 100 kPa 1 bar dan temperatur 273,15 K, 0 °C.

7. Nitrogen Cair

Digunakan untuk proses alkalisasi serat karbon, spesifikasi Nitrogen cair yaitu cairan bening tidak berwarna, densitas 0,807 g / mL pada titik didih dan konstanta dielektrik 1,4, yang dibeli di PT. Samator Gas industri Yogyakarta.

3.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat filler serat sisal karbon serta matriks plastic HDPE.



Gambar 3.3 timbangan digital

2. Gelas Beker 1000 mL digunakan sebagai wadah untuk pembuatan larutan NaOH dengan Aquades.
3. Termos 2,5 L digunakan sebagai wadah Nitrogen cair.
4. *Hand Gloves* digunakan untuk melindungi tangan agar tidak terkontaminasi oleh cairan kimia.
5. Alat Bantu Lain di sini yaitu berbagai peralatan pembantu lain yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: gunting, *cutter*, kunci L, mistar, pisau, palu , *tool box*, sikat kawat, jangka sorong dan mikrometer.
6. Cetakan benda uji
Cetakan digunakan untuk mencetak spesimen sesuai standar pengujian yang berlaku. Cetakan spesimen memiliki ukuran 17 cm x 9 cm. cetakan terbuat dari material logam.



Gambar 3.4 cetakan komposit

7. Mesin *Hot Press* komposit

Mesin hot press digunakan untuk pengepresan spesimen komposit sesuai dengan temperature.



Gambar 3.5 mesin *hot press*

8. Alat pemotong spesimen

Digunakan untuk memotong spesimen sesuai dengan standar ASTM yang telah ditentukan sebelumnya.

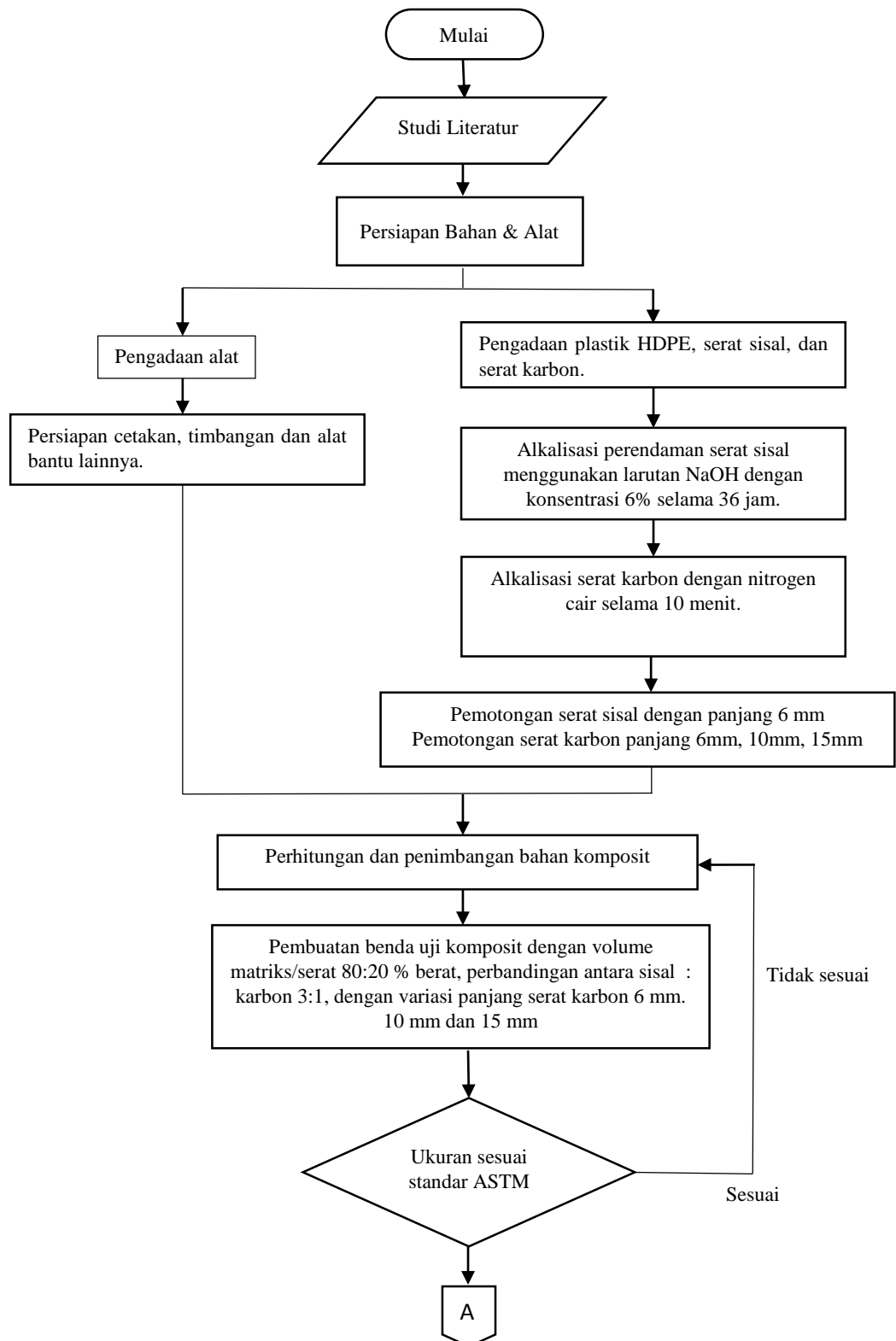
9. Universal Testing Machine (UTM)

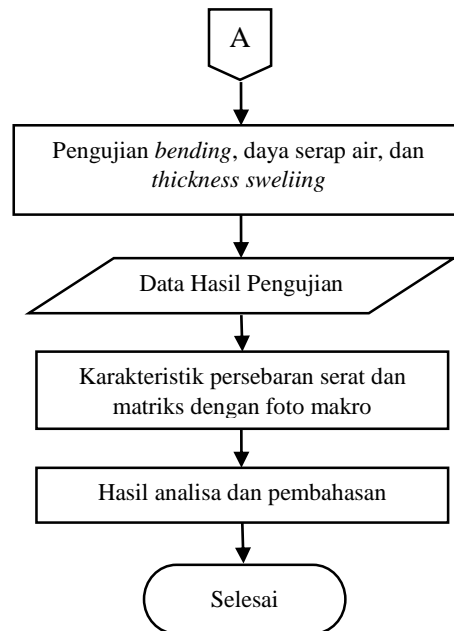
Alat yang digunakan ini dibuat oleh Zwick Roell, Nominal Force 20kN. Pengujian *bending* dilakukan di Laboratorium Testing Machine Politeknik ATMI Surakarta.

10. Mikroskop optik

Mikroskop yang digunakan adalah optic digital usb untuk melihat struktur permukaan hasil uji *bending*.

3.3 Tahap Penelitian dengan





Gambar 3.6 Diagram alir penelitian

3.3.1 Perlakuan Serat Sisal

Serat sisal sebelum digunakan untuk filler komposit, serat sisal terlebih dahulu dialkalisasi untuk meningkatkan sifat. Tahap-tahap alkalisasi serat sisal adalah :

1. Pilih serat sisal mentah dan potong menjadi 30 cm, kemudian dicuci menggunakan air mengalir untuk membersihkan dari kotoran.



Gambar 3.7 serat sisal dipotong

2. Kemudian itu serat sisal di keringkan di lemari pengering serat dengan suhu 100°C sampai serat kering.



Gambar 3.8 pengeringan serat

3. Setelah serat kering, serat sisal disisir untuk memisahkan serat sisal yang menggumpal.



Gambar 3.9 penyisiran serat

4. Setelah disisir, serat sisal ditreatment dengan merendam di larutan alkali NaOH konsentrasi 6% selama 36 jam. NaOH 6% seberat 60g kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 1000ml dengan menggunakan magnetic stir
5. Setelah 36 jam, Larutan NaOH diganti dengan larutan asam asetat (1000 ml, konsentrasi 1% berat) selama 1 jam untuk menetralkan serat sisal larutan NaOH yang bersifat basa.



Gambar 3.10 Alkalisasi serat

6. Kemudian serat sisal di rendam dengan aquades selama 24 untuk memastikan serat sisal benar benar netral ber ph 7. Lalu serat dikeringkan menggunakan lemari pengering serat.
7. Serat di potong dengan ukuran 6 mm



Gambar 3.11 serat dipotong 6 mm

3.3.2 Perlakuan Serat karbon

Tahap-tahap perlakuan serat karbon

1. Mempersiapkan serat karbon yang akan digunakan untuk filler
2. Memotong serat karbon seukuran wadah nitrogen yaitu 200 mm

3. Serat karbon dimasukkan kedalam wadah berisi nitrogen cair selama 10 menit, setelah itu dikeluarkan dan dikeringkan



Gambar 3.12 pengisian nitrogen cair

4. Terakhir serat karbon dipotong dengan ukuran 6mm, 10mm, 15mm sesuai kebutuhan pembuatan komposit.



Gambar 3.13 serat karbon dipotong sesuai variasi

3.4 Pembuatan komposit

Sebelum membuat komposit, bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat komposit ditimbang terlebih dahulu. Penimbangan HDPE/sisal/karbon harus sesuai dengan perhitungan yang sudah ada. Hal ini guna menentukan berapa berat filler dan matriks yang akan digunakan. Perbandingan volume matriks dan serat hibrida adalah 80 : 20 % berat dengan perbandingan serat hibrida serat sisal : karbon adalah 3 : 1. Kemudian dipersiapkan variasi panjang serat karbon yaitu 6 mm, 10 mm, 15 mm.

Tabel 3.1 variasi pembuatan spesimen HDPE/sisal/karbon

Variasi Spesimen	Variasi panjang karbon
A	Full sisal
B	3:1 (karbon 6mm)
C	3:1 (karbon 10mm)
D	3:1 (karbon 15mm)

3.4.1 Perhitungan volume dan massa spesimen

Cetakan yang digunakan merupakan cetakan yang bisa dipakai oleh semua uji, oleh karena itu volume dan massa spesimen yang dihitung merupakan volume masaa cetakan bukan per spesimen. Berikut ini merupakan perhitungan dan menentukan volume dan massa spesimen uji *bending* dan *water absorption*.

Diketahui :

Panjang cetakan	: 17 cm
Lebar cetakan	: 9 cm
Tebal spesimen	: 0,32 cm
Massa jenis HDPE (ρ_m)	: 0,96 gr/cm ³
Massa jenis serat sisal (ρ_{sisal})	: 1,2 gr/cm ³
Massa jenis serat karbon (ρ_{karbon})	: 1,8 gr/cm ³

Perhitungan perbandingan fraksi volume dengan volume serat:

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Volume spesimen}(V_c) &= P \times L \times T \\
 &= 17\text{cm} \times 9\text{cm} \times 0,32\text{cm} \\
 &= 48,96 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Volume matriks}(V_m) &= \frac{V_m}{100} \times V_c \\
 &= \frac{80}{100} \times 48,96 \text{ cm}^3 \\
 &= 39,168 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Volume serat total } (V_s) &= \frac{V_s}{100} \times V_c \\
 &= \frac{20}{100} \times 48,96 \text{ cm}^3 \\
 &= 9,792 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Massa Matriks } (M_{\text{matriks}}) &= V_m \times \rho_m \\
 &= 39,168 \text{ cm}^3 \times 0,96 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 37,601 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Perhitungan perbandingan volume dan massa serat sisal/ serat karbon (3:1),
serat sisal / serat karbon (4:0)

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Volume serat full sisal } (V_{\text{sisal}}) &= \frac{4}{4} \times V_s \\
 &= \frac{4}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 9,792 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Volume serat sisal } (V_{\text{sisal}}) &= \frac{3}{4} \times V_s \\
 &= \frac{3}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 7,344 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Volume serat karbon } (V_{\text{karbon}}) &= \frac{1}{4} \times V_s \\
 &= \frac{1}{4} \times 9,792 \text{ cm}^3 \\
 &= 2,448 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Massa serat full sisal } (M_{\text{sisal}}) &= V_{\text{sisal}} \times \rho_{\text{sisal}} \\
 &= 9,792 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 11,75 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Massa serat sisal } (M_{\text{sisal}}) &= V_{\text{sisal}} \times \rho_{\text{sisal}} \\
 &= 7,344 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 8,813 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6. \text{ Massa serat karbon (Mkarbon)} &= V_{\text{karbon}} \times \rho_{\text{karbon}} \\ &= 2,448 \text{ cm}^3 \times 1,8 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 4,406 \text{ gr} \end{aligned}$$

3.4.2 Pembuatan komposit

Prosedur proses pembuatan komposit adalah

1. Menyiapkan serat sisal perlakuan alkali 36 jam. Serat dipotong dengan panjang 6mm.
2. Menyiapkan serat karbon dengan perlakuan nitrogen cair 10 menit, lalu serat dipotong dengan variasi panjang 6mm, 10mm dan 15mm
3. Menyiapkan matriks HDPE yang telah dipotong-potong sesuai ukuran cetakan
4. Menyiapkan cetakan logam.
5. Mencampur serat sisal/karbon menggunakan *blender* sesuai variasi yang telah dibuat sebelumnya
6. Menata HDPE/sisal/karbon pada cetakan dimana metode menata dengan hand lay up
7. Setelah serat dan matriks disusun pada cetakan. Cetakan langsung ditekan menggunakan mesin hot press. Dengan suhu 140 ° C dan tekanan pada spesimen 1,5 MPa.
8. Setelah mencapai suhu 140° C , mesin dihold selama 15 menit dan setelah itu lepas colokan pemanas listrik dan cetakan didinginkan dengan blower.
9. Setelah itu lepas cetakan logam dan spesimen komposit dipotong sesuai standar pengujian.



Gambar 3.14 pemotongan komposit

3.5 Pengujian komposit

Pengujian yang akan dilakukan pada spesimen komposit antara lain :

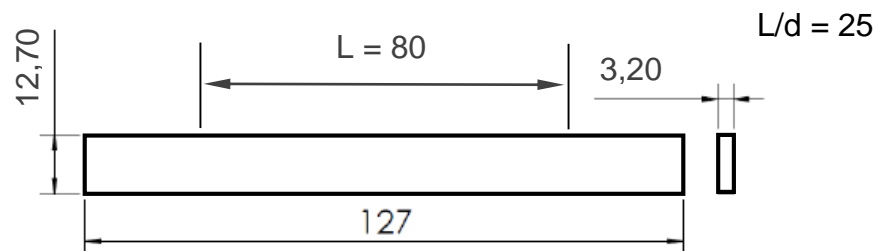
3.5.1 Uji *bending*

Pengujian *bending* bertujuan mengetahui ketahanan komposit terhadap pembebanan pada titik lentur. Selain itu, pengujian ini dapat mengetahui tingkat elastisitas suatu bahan.

Pada pengujian spesimen komposit diberikan pembebanan yang arahnya tegak lurus terhadap arah penguatan serat. Uji *bending* dapat dilaksanakan dengan lenturan tiga titik (*three-point bend test*) atau dengan lenturan empat titik (*four-point bend test*). Salah satu standar yang banyak digunakan adalah ASTM D790.

Langkah-langkah pengujian *bending* adalah sebagai berikut :

1. Pemotongan spesimen sesuai dengan ukuran yang ditetapkan pada ASTM uji *bending* (D790-03) yaitu ukuran 127 mm x 12,7 mm. Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong spesimen komposit



Gambar 3.15 Ukuran spesimen uji *bending*

2. Hasil pemotongan spesimen kemudian diampelas untuk meratakan bagian pinggir spesimen. Karena jika spesimen tidak rata akan berpengaruh pada hasil uji *bending*.



Gambar 3.16 spesimen uji *bending*

3. Menentukan panjang *support span* (jarak tumpuan) dengan rumus :

$$\frac{L}{d} \geq 16$$

Keterangan

L = panjang *support span*

d = ketebalan spesimen

Angka 16 merupakan konstanta, dimana angka tersebut merupakan batas bawah. Angka tersebut bisa lebih besar namun tidak boleh lebih kecil dari 16.

4. Menentukan kecepatan penekanan *crosshead*. Rumus untuk mencari kecepatan penekanan *crosshead* :

$$R = \frac{ZL^2}{6d}$$

Keterangan

R = kecepatan penekanan *crosshead* (mm/min)

Z = 0,01

L = panjang *support span*

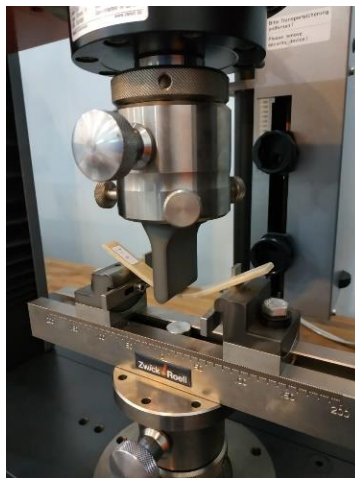
d = ketebalan spesimen

5. Setelah diketahui kecepatan penekanan, langkah selanjutnya spesimen diletakkan pada mesin *bending*.



Gambar 3.17 persiapan pengujian *bending*

6. Pengujian dilakukan dengan proses penekanan *bending* pada spesimen



Gambar 3.18 pengujian *bending*

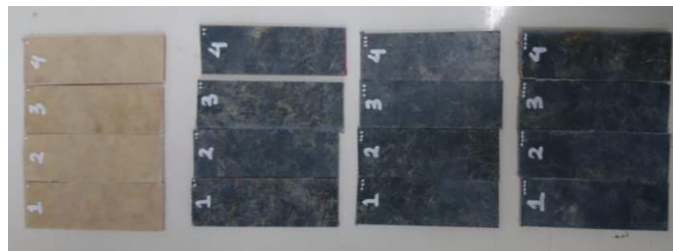
7. didapatkan hasil pengujian *bending*.
8. mengolah data hasil pengujian *bending*.

3.5.2 Uji daya serap air

Uji daya serap air merupakan pengujian untuk menentukan seberapa besar suatu material untuk menyerap air. Sesuai dengan ASTM D570 ukuran spesimen uji daya serap air adalah 3inci x 1inci x 1/8inci (76,2x25,4x3,2 mm) untuk spesimen berbentuk lembaran, 1inci x 1inci (25,4x25,4 mm) untuk spesimen berbentuk silindris, dan untuk spesimen berbentuk tabung ukuran spesimennya 3inci (diameter dalam) x 1inci (panjang tabung).

Proses pengujian daya serap air sebagai berikut :

1. Spesimen dipotong sesuai ASTM D570. Karena bentuk dari spesimen lembaran maka ukuran spesimen adalah 3inci x 1inci x 1/8inci (76,2x25,4x3,2 mm). Proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong spesimen komposit.



Gambar 3.19 spesimen *water absorption*

2. Spesimen sebelum direndam ditimbang dan diukur ketebalannya terlebih dahulu untuk mengetahui berat dan tebal awal sebelum dilakukan perendaman.
3. Spesimen selanjutnya direndam kedalam akuades.



Gambar 3.20 wadah *water absorption*

4. Setiap 12 jam selama 12 hari, spesimen diangkat kemudian diukur berat dan ketebalan.



Gambar 3.21 pengukuran berat

5. Mengolah data hasil *water absorption*