

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Komposit

Material komposit didefinisikan sebagai campuran makroskopik antara serat dan matriks yang bertujuan untuk menghasilkan suatu material baru yang memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda dari unsur penyusunnya. Dengan perbedaan material penyusun komposit, maka antara matriks dan penguat harus saling berinteraksi antarmuka (*interface*), sehingga perlu ada penambahan material katalis berupa *wetting agent*. Secara umum, penyusun komposit terdiri dari dua atau lebih material yang menimbulkan beberapa istilah dalam komposit, seperti: matriks (penyusun dengan fraksi volume terbesar), penguat (penahan beban utama), *interphase* (pelekat antara matrik dan penguat), dan *interface* (permukaan fase yang berbatasan dengan fase lain) (Pramono, 2008).

2.2. Batu Apung (*Pumice*)

Batu apung adalah salah satu jenis agregat yang berasal dari alam, biasanya berasal dari muntahan lahar panas gunung berapi. Kemudian dilanjutkan proses pendinginan secara alami dan terendapkan di dalam lapisan tanah selama bertahun-tahun (Muljadi, 2008). Batu apung memiliki struktur multi rongga sehingga memiliki densitas yang sangat kecil ($<1 \text{ g/cm}^3$). Sifat-sifat yang dimiliki

oleh batu apung antara lain: densitas $0,98 \text{ g/cm}^3$, daya serap air 21 %, dan kuat tekan 30 MPa [Calvelri, 2003; Gaggino, 2006]. Adapun kandungan atau komposisi kimia yang terdapat di dalam batu apung diperlihatkan seperti pada tabel 2. 1.

Tabel 2.1 Komposisi kimia batu apung (Gaggino, 2006).

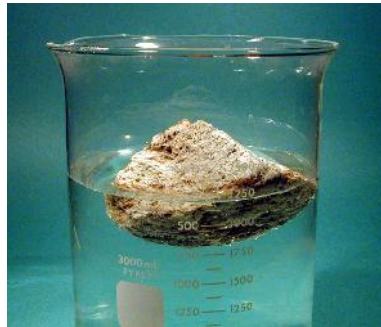
Komposisi	% berat
SiO ₂	59
Al ₂ O ₃	16,60
Fe ₂ O ₃	4,80
CaO	1,80
Na ₂ O	5,20
K ₂ O	5,40
MgO	1,80
LOI	1,60

Dari Tabel 2. 1, terlihat bahwa komposisi dominan dari batu apung berturut-turut adalah sebagai berikut: SiO₂, Al₂O₃, K₂O, Na₂O dan Fe₂O₃, sedangkan senyawa lainnya relatif kecil (< 2%). Batu apung dapat digunakan sebagai bahan baku utama untuk pembuatan beton ringan, karena mempunyai sifat antara lain: porositas tinggi, densitas rendah, isolasi termal tinggi, dan tahan terhadap goncangan, seperti gempa.

Foto bentuk dari batu apung diperlihatkan pada Gambar 2.1 dan pada Gambar 2.2, bahwa batu apung mengambang di dalam air karena memiliki nilai densitas yang lebih rendah dibandingkan air. Bentuk dan ukuran fisik dari batu apung yang terdapat di sungai sangat beragam, demikian pula banyaknya pori, distribusi pori dan massa jenisnya.

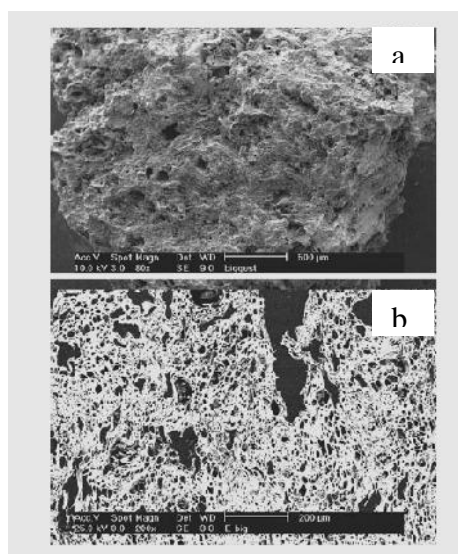


Gambar 2.1 Bentuk agregat dari batu apung.



Gambar 2.2 Batu apung yang melayang di dalam air.

Foto Mikrostruktur dari batu apung diperlihatkan seperti pada Gambar 2.3, dimana bentuk tekstur permukaannya dan ukuran pori tidak beraturan. Dari Gambar 2.3 a. dengan perbesaran 80 X, membuktikan bahwa ukuran pori dari batu apung sangat beragam, yaitu mulai dari beberapa mikron sampai $< 200 \mu\text{m}$. Pada Gambar 2.3 b. dengan perbesaran 200 X, maka bentuk, distribusi dan ukuran pori (rongga) dari batu apung menjadi lebih jelas.



Gambar 2.3 Foto SEM dari Batu Apung (lura, 2006).

2.3. Pasir Sungai

Pasir adalah mineral endapan (sedimen) yang memiliki ukuran butir 0,074 hingga 0,075 mm, dengan ukuran kasar (5 mm hingga 3 mm) dan halus (<1 mm). Berdasarkan lokasi endapannya, dimungkinkan terjadinya perbedaan karakter fisis kandungan pasir mineral seperti Fe, Ti, Mg, Si, dsb. Senyawa *magnetite* (Fe_3O_4) adalah suatu mineral magnetik yang biasanya terdapat di daerah pantai atau sungai. Di alam, senyawa ini dapat berasal dari variannya yaitu senyawa *titanomagnetite* yang rumus umumnya ditulis $\text{Fe}_{3-x}\text{Ti}_x\text{O}_4$ ($0 < x < 1$). Respon yang kuat terhadap medan magnet luar menjadikan *magnetite* sangat berguna untuk kepentingan riset dan dalam dunia industri yang berbasis kemagnetan di antaranya dalam hal rekayasa elektronika, pembuatan magnet permanen, industri baja, sampai untuk pembuatan *thin film* (Yulianto, 2002).

2.4. Resin Epoxy

2.4.1. Tentang Resin Epoxy

Epoxy adalah suatu kopolimer, yaitu terbentuk dari dua bahan kimia yang berbeda. Ini disebut sebagai resin dan pengeras. Resin ini terdiri dari monomer atau polimer rantai pendek dengan kelompok epoksida di kedua ujung. Epoxy resin paling umum yang dihasilkan dari reaksi antara epiklorohidrin dan bisphenol-A, meskipun yang terakhir mungkin akan digantikan dengan bahan kimia yang serupa. Pengeras terdiri dari monomer polyamine, misalnya Triethylenetetramine (Teta). Ketika senyawa ini dicampur bersama, kelompok amina bereaksi dengan kelompok epoksida untuk membentuk ikatan kovalen.

Setiap kelompok NH dapat bereaksi dengan kelompok epoksida, sehingga polimer yang dihasilkan sangat silang, dan dengan demikian kaku dan kuat. Proses polimerisasi disebut curing, dan dapat dikontrol melalui suhu, pilihan senyawa resin dan pengeras, dan rasio kata senyawanya; proses dapat mengambil menit untuk jam. Beberapa formulasi manfaat dari pemanasan selama masa penyembuhan, sedangkan yang lainnya hanya memerlukan waktu, dan suhu ambien. (Clayton A., 1987)

2.4.2. Aplikasi Resin Epoxy

Beberapa aplikasi resin epoxy dalam berbagai bidang, diantaranya:

1. Perekat

Khusus epoxy cukup kuat untuk menahan kekuatan antara sirip papan selancar dan sirip mount. Epoxy ini tahan air. Perekat Epoxy adalah bagian utama dari kelas perekat disebut perekat struktural atau perekat rekayasa (yang meliputi poliuretan, akrilik, cyanoacrylate, dan kimia lainnya). Perekat ini kinerja tinggi digunakan dalam konstruksi pesawat terbang, mobil, sepeda, perahu, klub golf, ski, Snowboards, dan aplikasi lain di mana obligasi kekuatan tinggi diperlukan. Epoxy perekat dapat dikembangkan untuk memenuhi hampir aplikasi apapun. Mereka dapat digunakan sebagai perekat untuk kayu, logam, kaca, batu, dan beberapa plastik. Mereka dapat dibuat fleksibel atau kaku, transparan atau buram / berwarna, pengaturan cepat atau pengaturan lambat. Perekat epoxy lebih baik dalam ketahanan panas dan kimia dari perekat umum lainnya.

Epoxyes biasa digunakan dalam optik, serat optik, Optoelektronik, dan kedokteran gigi.

2. Seni

Epoxy resin, dicampur dengan pigmen, digunakan sebagai media lukisan, dengan menuangkan lapisan di atas satu sama lain untuk membentuk suatu gambaran yang lengkap.

3. Energi Angin aplikasi

Epoxy resin yang digunakan dalam pembuatan bilah rotor turbin angin. resin ini tertanam pada bahan inti, seperti kayu balsa atau foam, dan media penguat, seperti kain, serat gelas atau serat karbon. Proses ini disebut VARTM, yakni Vacuum Assisted Resin Transfer Moulding. Karena sifat yang sangat baik, epoxy adalah resin yang paling disukai untuk komposit.

4. Risiko kesehatan

Risiko utama yang terkait dengan penggunaan epoxy adalah sensitisasi ke penguat yang dari waktu ke waktu, dapat menimbulkan reaksi alergi.

2.5. Katalis

Katalis adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi dengan maksud memperbesar kecepatan reaksi. Katalis terkadang ikut terlibat dalam reaksi tetapi tidak mengalami perubahan kimiawi yang permanen, dengan kata lain pada akhir reaksi katalis akan dijumpai kembali dalam bentuk dan jumlah yang sama seperti sebelum reaksi.

Fungsi katalis adalah memperbesar kecepatan reaksinya (mempercepat reaksi) dengan jalan memperkecil energi pengaktifan suatu reaksi dan dibentuknya tahap-tahap reaksi yang baru. Dengan menurunnya energi pengaktifan maka pada suhu yang sama reaksi dapat berlangsung lebih cepat.

2.6. Karakterisasi Komposit Polimer

Untuk mengetahui sifat-sifat dan kemampuan suatu material maka perlu dilakukan pengujian dan analisis. Beberapa jenis pengujian dan analisis yang dibahas untuk keperluan penelitian ini antara lain: pengujian sifat fisis (densitas, porositas), pengujian sifat mekanis (kuat tekan, konduktivitas thermal dan kuat redan bunyi,), dan pengujian mikrostruktur (SEM dan EDX).

2.6.1. Densitas

Densitas didefinisikan sebagai kepadatan suatu zat yang dirumuskan secara matematika berupa perbandingan massa benda dengan volumenya. Namun jika pengukuran volume benda sulit dilakukan, karena bentuk benda tidak teratur, pengukuran densitas dapat pula menggunakan prinsip Archimedes, dengan persamaan sebagai berikut: (ASTM C 20 – 93)

$$\dots = \frac{m_K}{m_J - (m_B + mk)} x (\dots H_2O) \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

... = Densitas (g/cm³)

m_K = massa kering sampel (g)

m_J = massa jenuh setelah direndam selama 24 jam (g)

m_B = massa basah sampel yang digantung di dalam air setelah sebelumnya direndam dalam air (g)

m_K = massa kawat (g)

... $H_2O = 1 \text{ g/cm}^3$

Pengukuran densitas pada komposit polimer adalah sangat penting karena mengingat bahwa densitas yang tinggi akan menghasilkan kuat tekan yang akan tinggi juga, tentunya tergantung dari komposisi material-material pembentuk komposit polimer.

2.6.2. Porositas

Porositas merupakan prosentase perbandingan volume kosong (rongga) dengan volume benda padatnya. Ada dua jenis porositas, yakni porositas terbuka dan porositas tertutup. Pada porositas tertutup, rongga di dalam suatu benda tidak dapat ditembus oleh air, sehingga pengukuran porositas tertutup sulit dilakukan, sedangkan porositas terbuka, mempunyai akses dengan permukaan luar meskipun rongga berada di tengah-tengah benda. Sehingga yang biasanya diukur adalah porositas terbuka yang dinyatakan dalam persamaan:

$$P = \frac{m_J - m_K}{m_J - (m_B + m_K)} \times (100\%) \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

P = porositas (%)

m_J = massa jenuh setelah direndam 24 jam

m_K = massa kering sampel (g)

m_B = massa basah sampel yang digantung di dalam air setelah sebelumnya direndam dalam air (g)

m_k = massa kawat (g)

2.6.3. Kuat Tekan

Kuat tekan suatu material didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan (*failure*). Pengujian kuat tekan dapat dilihat pada gambar 2.4. Bentuk sampel uji biasanya berbentuk silinder dengan perbandingan panjang dan diameter, (L/d) adalah 1 banding 3. Akan tetapi, nilai perbandingan antara panjang dan tinggi bisa sampai 10 kalinya pada saat pengujian sampel untuk menentukan modulus elastisitas.

Pengukuran kuat tekan (*compressive strength*) mengacu pada ASTM C 469 - 94 dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

P = Gaya penekan, kgf

A = Luas penampang yang terkena penekanan gaya, cm^2

2.6.4 Konduktivitas Panas (*Thermal conductivity*)

Pengujian konduktivitas panas dari komposit ini diukur dengan menggunakan standar (ASTM C 177-97) yang memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$k = \frac{(m.c.dT / dt.X)}{A.(T_1 - T_2)} \dots\dots\dots(4)$$

dimana:

k = konduktivitas termal

m = massa plat (kg)

c = panas jenis (kkal/kg °C)

dT/dt = slope (°C/jam)

X = tebal sampel (m)

d = diameter sampel (m)

A = luas (m²)

T₁ = Temperatur 1 (°C)

T₂ = Temperatur 2 (°C)

2.6.5. Kemampuan Redam Suara

Pengujian Kuat redam bunyi dari komposit ini mengacu pada (Giancolli,2001)

maka akan dinyatakan dalam persamaan :

$$= I / I_o \dots\dots\dots(5)$$

dimana :

= koefisien absorpsi

I_o= Intensitas suara datang (W/m²)

I = Intensitas suara diserab (W/m²)

2.6.6. Scanning Elektron Microscopy (SEM)

SEM merupakan pencitraan material dengan menggunakan prinsip mikroskopi. Dengan menggunakan elektron sebagai sumber pencitraan dan medan elektromagnetik sebagai lensanya. Elektron diemisikan dari katoda (elektron gun) melalui efek foto listrik dan dipercepat menuju anoda. Pada SEM, sinyal yang diolah merupakan hasil deteksi dari *secondary electron* yang merupakan elektron yang berpindah dari permukaan sampel. SEM dipakai untuk mengetahui struktur mikro suatu material meliputi struktur, morfologi, komposisi dan informasi kristalografi permukaan partikel. Morfologi yang diamati oleh SEM berupa bentuk, ukuran dan susunan partikel.

EDX (Energy Dispersive X-ray) merupakan karakterisasi material menggunakan sinar-x yang diemisikan ketika material mengalami tumbukan dengan elektron. Sinar-x diemisikan dari transisi elektron dari lapisan kulit atom, karena itu tingkat energinya tergantung dari tingkat energi kulit atom. Dengan mendeteksi tingkat energi yang dipancarkan dari sinar-x dan intensitasnya, maka dapat diketahui atom-atom penyusun material dan persentase massanya.