

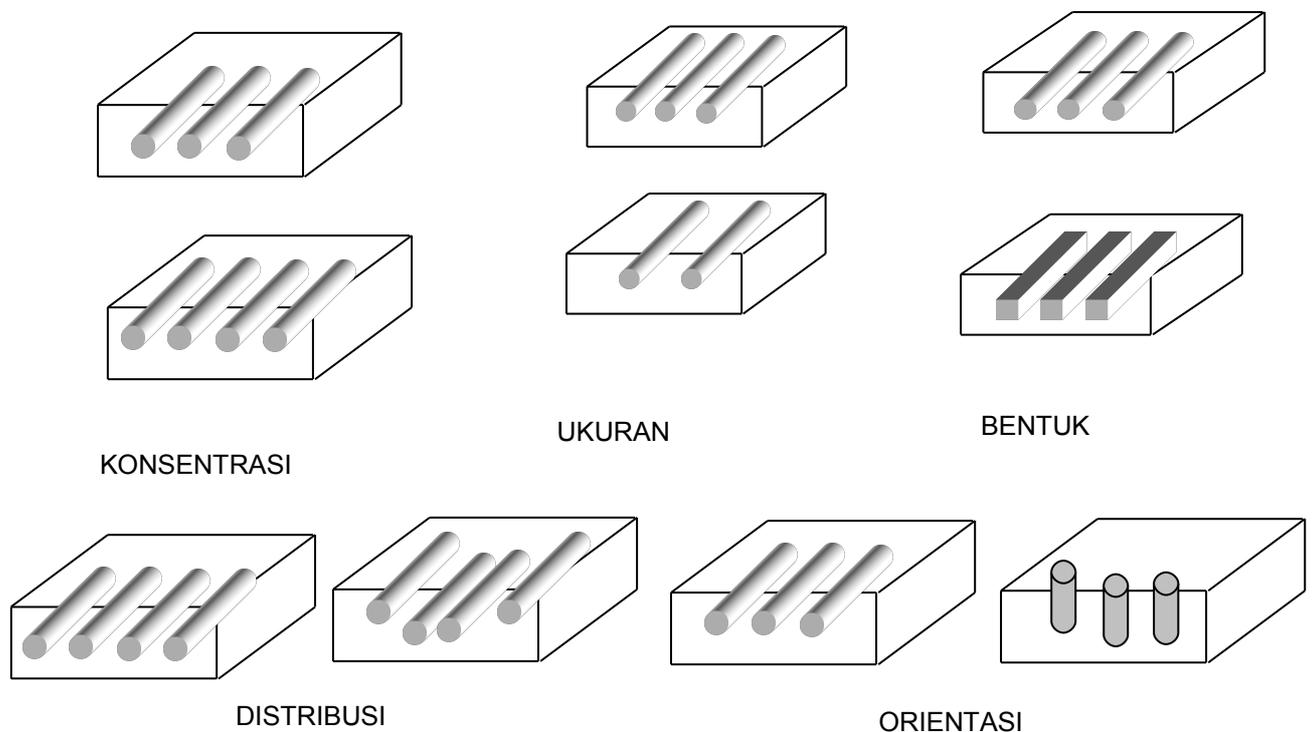
## BAB XII

### KOMPOSIT

Komposit adalah material 'multiphase' yang yang dibuat oleh manusia. Phase-phase tersebut secara kimia adalah tidak sama dan dipisahkan oleh permukaan / interface yang jelas.

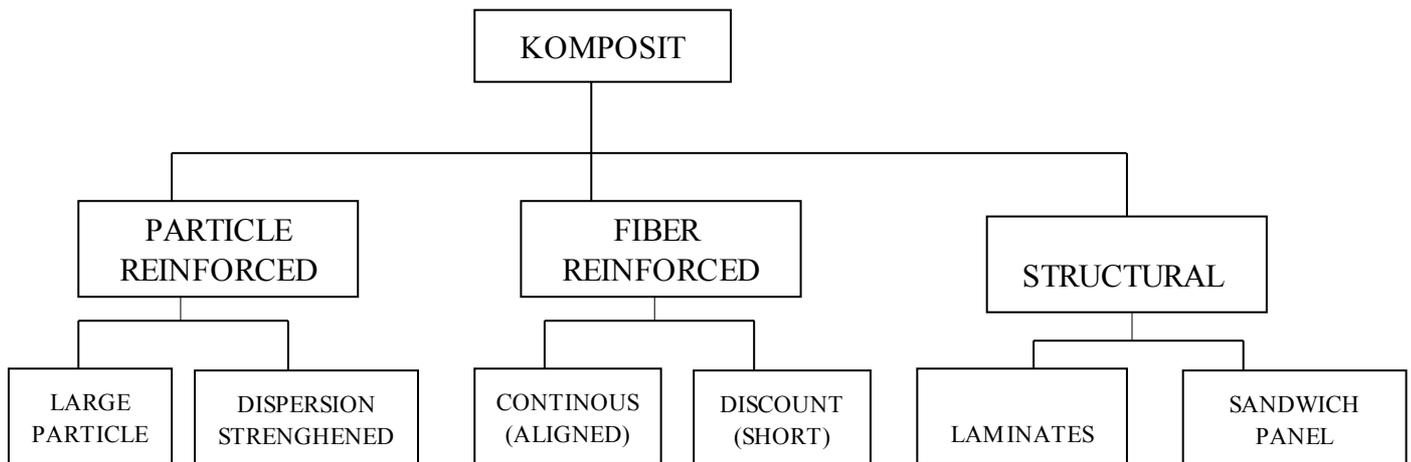
Sebagian besar paduan logam dan keramik tidak tergolong komposit karena phase-phase yang ada terbentuk karena fenomena alam. Sebagian besar komposit dibuat untuk meningkatkan kombinasi sifat-sifat mekanik seperti kekakuan, ketangguhan, kekuatan pada temperatur tinggi dan sebagainya.

Minimal komposit terdiri dari 2 fase, satu disebut matrix yaitu fase yang kontinyu dan matrix dikelilingi oleh fase kedua yang disebut fase dispersi (dispersed phase) Sifat-sifat komposit ditentukan oleh: phase induk (matrix), jumlah relatif dan bentuk geometri fase dispersi (bentuk geometri fase dispersi seperti bentuk dan ukuran partikel, distribusi dan orientasinya).



Gambar 1. Skematik bentuk geometrik komposit.

Secara skema komposit diklasifikasikan sebagai berikut :



## Particled Reinforced Composites

Fase dispersinya adalah 'equiaxed' (yaitu : dimensi partikel sama disemua arah). Komposit *large particle* (partikel besar) adalah dimana interaksi antara matrix dan partikel (fase dispersi) tidak dalam skala atom atau molekul namun secara mekanika kontinyu, umumnya partikel lebih keras dan kaku dari matrix, sehingga dalam hal ini partikel berfungsi menahan gerakan matriks.

*Dispersion strengthened composites*, partikel ukurannya lebih kecil, yaitu diameter sekitar 0,01 – 0,1 mm. Interaksi matrix – partikel terjadi pada level atom atau molekul sama seperti mekanisme penguatan presipitasi seperti yang sudah dibicarakan pada logam.

### A. Large Particle Composite

Contohnya : concrete → campuran semen (matrix dan pasir atau kerikil (partikel))

Partikel boleh mempunyai ukuran geometri yang bervariasi tapi harus mempunyai dimensi yang hampir sama kesemua arah

Sifat mekanik bisa ditingkatkan dengan meningkatkan kandungan partikel

Modulus elastisitas komposit bisa dicari dengan rumus :

$$\text{Batas atas} = E_C = E_M V_M + E_P V_P$$

$$\text{Batas bawah} = E_C = \frac{E_M E_P}{V_M E_P + V_P E_M}$$

$E$  : modulus elastisitas

$V$  : fraksi volume

$p$  : partikel

$M$  : matrix

$C$  : komposit

Modulus elastisitas komposit harus terletak diantara batas atas dan bawah tersebut diatas.

Gb. 17.3 memperlihatkan grafik modulus elastisitas bahan partikel tungsten dan matrix tembaga.

Contoh komposit ini :

- Cermet (ceramik – metal composites cemented carbide) partikel : tungsten carbide, titanium carbide  
Matrik : cobalt atau nikel
- Karet yang diperkuat oleh carbon  
contoh : ban mobil → partikel 15% - 30% volume karbon hitam
- Concrete , dll

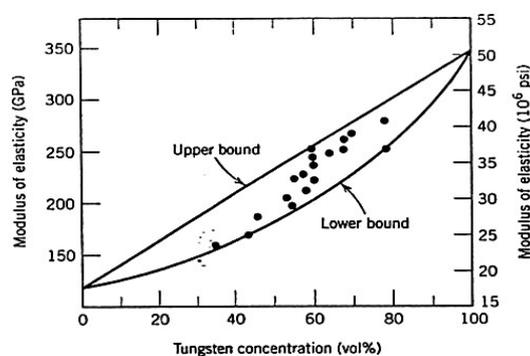


FIGURE 17.3 Modulus of elasticity versus volume percent tungsten for a composite of tungsten particles dispersed within a copper matrix. Upper and lower bounds are according to Equations 17.1 and 17.2; experimental data points are included. (From R. H. Krock, *ASTM Proceedings*, Vol. 63, 1963. Copyright ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103. Reprinted with permission.)

## Concrete :

Partikel dan matriks → keramik

Contoh : konkrete semen dan aspal dimana pasir atau kerikil adalah komponennya.  
Semen atau aspal sebagai media perekat

- Concrete semen

Kandungan : portland cement, pasir, kerikil, air

Partikel pasir akan mengisi ruang diantara kerikil. Air digunakan untuk merekatkan semen dengan partikel

- Reinforced concrete

Bertujuan untuk meningkatkan *concrete semen* dengan cara penambahan penguat seperti besi baja, kawat, jaring kawat dan lain-lain.

## B. Dispersion – Strengthened Composites

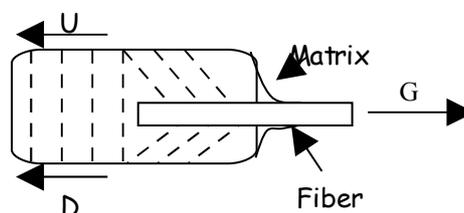
Logam dan logam paduan bisa diperkuat dengan dispersi uniform dari beberapa % vol. Partikel halus yang berupa material sangat keras dan lembam . Contoh bahan dispersi tersebut adalah logam atau non logam (seperti material oksida yang sering digunakan) contoh : bahan paduan nikel tahan temperatus tinggi diperkuat dengan 3 % vol. Thoria (ThO<sub>2</sub>).

## Fiber Reinforced Composite

Partikel berbentuk serat atau ‘fiber’. Ada serat yang berbentuk panjang (kontinyu) dan pendek (short)

### Pengaruh panjang serat

Karakteristik mekanik komposit fiber tidak hanya dipengaruhi oleh sifat serat tetapi juga derajat beban yang diberikan ke serat dari matriks.



Panjang kritis serat ,  $l_c$  :

$$l_c = \frac{\sigma_F d}{2\tau_e}$$

$l_c$  = panjang kritis serat

$d$  = diameter fiber

$\sigma_F$  = tegangan tarik

$\tau_e$  = kekuatan luluh geser

Untuk kombinasi gelas dan serat karbon, panjang kritis ada pada orde 1 mm yaitu sekitar 20 sampai 150 kali diameter serat.

### Komposit Serat Gelas (fibreglass)

Fiberglass/serat kaca adalah komposit yang terdiri dari serat gelas (baik kontinyu atau diskontinyu) dengan matrik plastik.

Serat gelas mempunyai banyak macam keuntngan, sebagai bahan penguat karena :

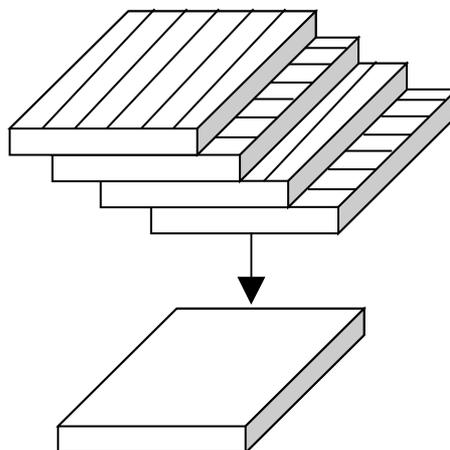
1. Mudah ditarik menjadi serat berkekuatan tinggi dari keadaan lunak
2. Mudah didapat dan dipabriksi menjadi plastik yang diperkuat dengan serat gelas
3. Sebagai serat ia kuat, dan bila disatukan dengan matriks plastik akan memberikan komposit yang mempunyai kekuatan tinggi
4. Sangat berguna pada lingkungan yang korosif.

### **Komposit struktur**

Komposit struktur biasanya terdiri dari material homogen dan komposit. Dua tipe dari komposit iini adalah komposit luminar dan komposit *sandwich panel*.

#### **A. Komposit laminar**

Terdiri dari lembaran-lembaran dimensi atau panel yang mempunyai kekuatan tarik pada arah tertentu seperti yang ditemukan pada kayu. Lembaran-lembaran ini ditumpuk dan direkat dengan semen. Arah orientasi serat berbeda pada masing-masing lapisan.



#### **B. Sandwich panel**

Terdiri atas dua lembar paling luar yang kuat, kemudian diantaranya terdapat lembaran yang mempunyai kerapatan rendah yang disebut juga inti. Inti mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih rendah. Lembaran luar yang umum digunakan : paduan alumunium, fiber reinfoeed plastik, titanium, baja dan plywood.

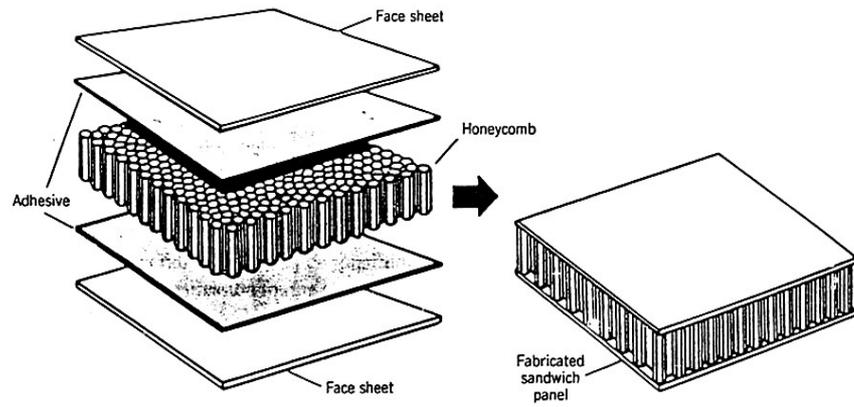


FIGURE 17.16 Schematic diagram showing the construction of a honeycomb core sandwich panel. (Reprinted with permission from *Engineered Materials Handbook*, Vol. 1, *Composites*, ASM International, Metals Park, OH, 1987.)

### Soal-soal

1. Sebutkan perbedaan umum mekanisme penguatan antara komposit *Large particle* dengan *dispersion strengthened composites*.
2. Sebutkan satu persamaan dan dua perbedaan antara penguatan presipitasi dan penguatan *strengthening*.
3. Komposit *large particle* yang terdiri dari partikel *tungsten* dengan matriks tembaga dibuat. Jika fraksi volume tungsten dan tembaga berturut-turut adalah 0,60 dan 0,40, perkirakanlah batas atas kekakuan spesifik komposit ini berdasarkan data berikut:

	Gravitasi spesifik	Modulus Elastisitas (GPa)
Tembaga	8,9	110
Tungsten	19,3	407

4. a. Apakah bedanya antara matriks dan fasa dispersi pada bahan komposit?  
b. Bedakan sifat mekanik matriks dan fasa dispersi pada komposit *fiber reinforced*.
5. a. Apa perbedaan antara semen dengan konkrit?  
b. Sebutkan tiga batasan penting yang membatasi penggunaan konkrit sebagai material struktur.  
c. Jelaskan dengan ringkas tiga teknik yang digunakan untuk memperkuat konkrit dengan penguatan.