BAB II
DASAR TEORI

2.1 Dukungan Ketersediaan Lumpur Lapindo

Tragedi lumpur lapindo yang dimulai pada tanggal 29 mei 2006, menjadi suatu tragedi ketika banjir lumpur panas menggenangi area persawahan, pemukiman penduduk dan kawasan industri. Volume lumpur diperkirakan sekitar 5000 hingga 50000 meter kubik per hari. Akibatnya, lebih dari 15 pabrik yang tergenang menghentikan aktivitas produksi dan merumahkan lebih dari 1873 orang, tidak berfungsinya sarana pendidikan, rusaknya sarana dan prasarana infrastruktur (jaringan listrik dan telpon), terhambatnya ruas jalan tol Malang – Surabaya. Lumpur tersebut juga sangat berbahaya terhadap kesehatan masyarakat sekitar, kandungan logam berat (HG) misalnya mencapai 2,565mg/liter Hg. Hal ini menyebabkan infeksi saluran pernapasan, iritasi kulit dan kanker. Kandungan fenol menyebabkan sel darah merah pecah (*hemolysis*), jantung berdebar (*cardiac aritmia*), dan gangguan ginjal. Selain perusakan lingkungan dan gangguan kesehatan, dampak sosial banjir lumpur lapindo tidak bisa diremehkan.(Panduan Usul Penelitian Hibah Bersaing).

2.2 Pengertian Komposit

Material suatu struktur dapat dikelompokkan dalam empat kategori dasar, yaitu : logam, *polymer*, keramik dan komposit. Komposit merupakan suatu bahan hasil penggabungan dari dua atau lebih material penyusun yang berbeda secara makroskopik yang tidak larut satu dengan yang lainnya (*Schwardz, 1984*).

tersebut bukan disebut komposit jika kesatuan strukturnya dibentuk pada tingkat mikroskopik. Penggabungan material yang berbeda ini bertujuan untuk menemukan material baru yang mempunyai sifat antara (*intermediate*) material penyusunnya yang tidak akan diperoleh jika material penyusunnya berdiri sendiri. Sifat-sifat yang dapat diperbaiki antara lain : kekuatan, kekakuan, ketahanan lelah, ketahanan bending, ketahanan korosi, berat jenis, pengaruh terhadap temperatur, isolasi termal, isolasi konduktifitas (*Jones, 1975*).

Ditinjau dari bentuk penyusunnya, komposit serat merupakan jenis komposit yang paling banyak digunakan untuk struktur. Hal ini disebabkan karena komposit serat lebih kuat daripada bentuk butiran, mempunyai kekakuan serat yang solid dan matriknya lebih fleksibel. Kekuatan komposit serat ditentukan oleh ikatan antara serat dan matrik terhadap tegangan kritis. Ikatan ini dapat berupa ikatan kimia atau ikatan mekanik. Ikatan yang kurang baik antara serat dan matrik dapat menyebabkan kegagalan dini (*Schwardz, 1984*).

2.3 Konsep Dasar Pembuatan komposit Geopolimer

Konsep dasar pembuatan komposit geopolimer adalah pencampuran polimer dengan lempung/ batuan alam. Matrix yang digunakan dalam pembuatan komposit geopolimer pada umumnya adalah polimer plastik, sedangkan filler yang dikompositkan adalah lempung/batuan alam yang banyak mengandung oksida silika (SiO_2) dan oksida alumuna (Al_2O_3) dalam jumlah besar, serta oksida lainnya dalam jumlah kecil (Diberio dan Firdaus 2006).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Cernell University/ National Institute of Standard and Technology (NIST) menunjukan bahwa komposit plastik – lempung dengan komposit 90% : 10% berat bahan, dapat mempertahankan diri dari kerusakan akibat pembakaran api sebesar 60% - 80%. Di samping itu , karakteristik mekanis – dinamisnya juga meningkat pesat dibandingkan sebelum penambahan lempung. Material anorganik lainnya seperti oksida boron dan oksida zirconium yang dikompositkan dengan nylon, PE dan PP menunjukkan hasil yang sama (Diharjo 2006).

2.4 Karakteristik Material Komposit

Sifat fisis komposit dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Chawla, 1987):

2.4.1 Massa komposit

$$m_c = m_f + m_m \quad (2.1)$$

dengan catatan:

- m_c = massa komposit (gr)
- m_f = massa lumpur (gr)
- m_m = massa resin (gr)

2.4.2 Massa jenis komposit

$$\rho = \frac{m_c}{\quad} \quad (2.2)$$

2.4.3 Volume komposit

$$V_c = p \times l \times t \quad (2.3)$$

dengan catatan:

- p = panjang material (cm)
- l = lebar material (cm)
- t = tebal material (cm)

2.4.4 Fraksi berat lumpur

$$W_f = \frac{m_f}{m_c} x 100\ \% \quad (2.4)$$

dengan catatan:

- Wf = fraksi berat lumpur (%)
- mf = berat lumpur (gr)
- mc = berat komposit (gr)

2.4.5 Volume fraksi lumpur

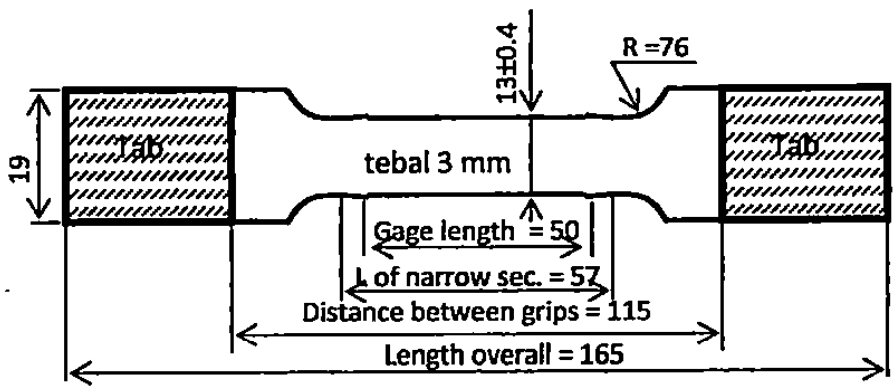
$$\left(m_f / \rho_f \right) \quad 100\% \quad (2.5)$$

2.5 Kekuatan Tarik

Data yang diperoleh adalah kurva hubungan antara beban dan perpanjangan. Besarnya tegangan tarik dan modulus elastisitas dapat dihitung dengan persamaan 1, dengan σ_c adalah tegangan, P adalah beban, A adalah luas penampang, dan ε adalah regangan (Sanadi dkk., 1986).

$$\sigma_C = \frac{P}{A} \text{ dan } E_C = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.6)$$

Spesimen yang dipergunakan diilustrasikan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Spesimen Uji Tarik Komposit (ASTM D-638)

2.6 Kekuatan *Bending*

Untuk mengetahui kekuatan *bending* material komposit, perlu dilakukan pengujian terhadap material komposit tersebut. Pada pengujian *bending*, bagian atas spesimen akan mengalami tegangan tekan dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik (Musthofa, 2008)

Kekuatan *bending* suatu material komposit dapat dirumuskan dengan persamaan berikut (ASTM D-790). Metode selengkapnya dicantumkan pada

$$\sigma_b = \frac{\frac{PL}{4} x \frac{1}{2} d}{bx\frac{d^3}{12}} \rightarrow \sigma_b = \frac{12PLd}{8bd^3} \rightarrow \sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad \text{.....} (2.7)$$

dengan catatan:

- P = beban (N)
- L = panjang span (mm)
- b = lebar (mm)
- d = tebal (mm)

Nilai modulus elastisitas *bending* (*Eb*) material dapat dirumuskan dengan persamaan (ASTM D 790) Metode selengkapnya dicantumkan pada Lampiran C.

$$Eb = \frac{L^3 M}{4bd^3} \quad \text{.....} (2.8)$$

Dimana:

- Eb = elastisitas bending (Mpa),
- M = slope tangen, pada kurva melengkung (N/mm).

Perhitungan kekuatan *bending* pada material secara langsung dapat dirumuskan (ASTM D 790) Metode selengkapnya dicantumkan pada Lampiran C.

$$P = Eb \cdot I \quad (2.9)$$

2.7 Ketangguhan Impak

Kekuatan material terhadap beban kejut dapat diketahui dengan cara melakukan uji impak. Uji impak adalah suatu kriteria penting untuk mengetahui kegetasan bahan. Ketangguhan impak material komposit rata-rata masih dibawah ketangguhan impak logam. Ikatan antar molekul sangat berpengaruh pada ketangguhan impak, semakin kuat ikatan maka semakin kuat ketangguhan impaknya (Surdia dan Saito, 1985).

Pengujian impak dapat menggunakan alat uji *Charpy*. Pemilihan alat uji tersebut didasarkan pada beban yang diberikan relatif kecil. Pengujian impak komposit dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu *flat impact method* (impak depan) dan *edge impact method* (impak samping). Pengujian impak dari samping akan menghasilkan ketangguhan impak yang lebih rendah di bandingkan dengan pengujian dari depan (Suhardiman, 2006).

Ketanguhan impak komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (ASTM D 5941):

$$\text{ketangguhan impak} = \frac{\text{Epatah} \times 10^3}{A} \ (\text{J/m}^2)$$

dengan catatan:

E_{patah} = Energi patah (*Joule*)

2.8 Resin (*Resin Unsaturated Polyester* BQTN 157 EX)

Matrik dalam susunan komposit bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik. Matrik harus bisa meneruskan beban dari luar ke serat (*Shcwardz* ,1984).

Menurut *Shcwardz* (1984 : 12), bahwa pada material komposit matrik memiliki tiga kegunaan yaitu :

1. Memegang dan mempertahankan serat tetap pada posisinya.
2. Pada saat dikenai beban matrik harus mampu mendistribusikan tegangan pada serat.
3. Matrik memberikan sifat tertentu misal keliatan, kekerasan dan sifat elektrik.

Sesuai dengan *manual book* P.T. Justus Sakti Raya (2001:1). Resin *unsaturated polyester* merupakan jenis resin plastik *thermosetting*. Apabila *polyester* dipanaskan maka tidak akan mencair dan mengalir, tetapi akan terbakar dan menjadi arang. Resin jenis ini banyak digunakan pada proses *hand lay up*. Resin ini banyak digunakan dalam aplikasi komposit pada dunia Industri dengan pertimbangan harga relatif murah, curing yang cepat, warna jernih, kestabilan dimensional dan mudah penggunaanya. Resin yang digunakan dalam penelitian

Tabel 2.1. Spesifikasi Resin *Unsaturated Polyester tipe Yukalac* 157® BTQN-EX (P.T. Justus Sakti Raya)

ITEM	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat Jenis		1,215	25^0 C
Kekerasan		40	Barcol/GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	^{0}C	70	
Penyerapan air (suhu ruang)	%	0,188	24 jam
	%	0,466	3 hari
Kekuatan Fleksural	Kg/mm^2	9,4	
Modulus Fleksural	Kg/mm^2	300	
Daya Rentang	Kg/mm^2	5,5	
Modulus Rentang	Kg/mm^2	300	
Elongasi	%	1,6	

Ada banyak jenis poliester. Bila zat tersebut dimodifikasi menurut suatu cara, sifat-sifatnya cukup bervariasi. Mengenai kekuatannya dibahas dalam bentuk komposit karena digunakan dengan beberapa jenis serat. Resinnya sendiri bersifat kaku dan rapuh (Musthofa, 2008).

Dalam proses pengerasan resin diberi bahan tambah yaitu katalis jenis MEKPO. Katalis ini digunakan untuk mempercepat proses pengerasan cairan