

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Bambu

Tanaman bambu merupakan tanaman yang banyak terdapat dan tumbuh didaerah subtropics dan tropis. Dari kurang lebih 1.000 species bambu dalam 80 genera, sekitar 200 species dari 20 genera ditemukan di Asia Tenggara (Dransfield & Widjaja, 1995).

Indonesia memiliki sekitar 60 jenis, tumbuh berpencair di seluruh daerah Indonesia. Tanaman bambu di Indonesia merupakan tanaman bambu simpodial, yaitu batang-batangnya cenderung mengumpul didalam rumpun karena percabangan rhizomnya di dalam tanah cenderung mengumpul (Sindusuwarno, 1963).

Pemilihan bambu sebagai bahan bangunan dapat didasarkan pada harganya yang relatif rendah, pertumbuhan cepat, mudah ditanam, mudah dikerjakan, serta serat bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi (Morisco, 1999).

Bambu merupakan bahan dasar pembuatan bangunan di daerah pedesaan, sering digunakan sebagai struktur bangunan. Hal ini dapat kita jumpai apabila kita bepergian ke kota Yogyakarta, dimana masih kita dapati penginapan dengan struktur bangunan bambu. Bambu memberi tambahan keindahan pada bangunan, warnanya yang hijau member kesegaran bagi para pengunjung yang menggunakan fasilitas penginapan.

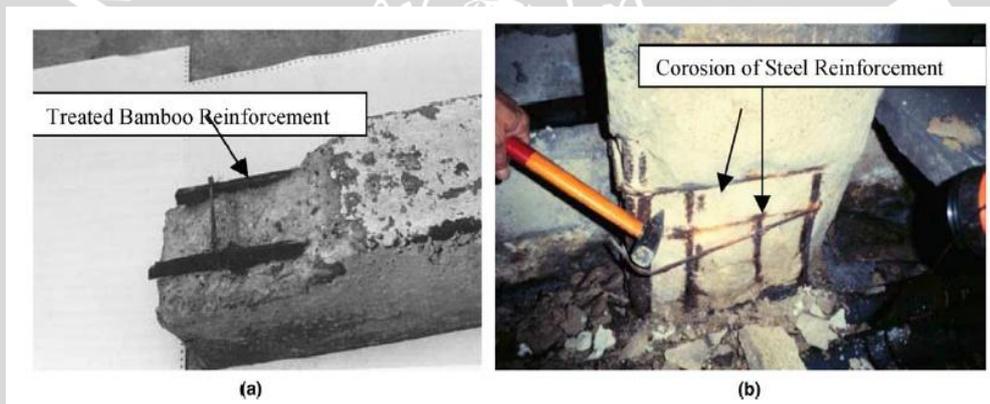
Di daerah Malang, spesies yang banyak kita jumpai adalah jenis bambu apus. Sifat fisis dan mekanis bambu merupakan informasi penting guna memberi petunjuk tentang cara pengerjaan maupun sifat barang yang dihasilkan. Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis bambu telah diberikan oleh Ginoga (1977) dalam taraf pendahuluan. Pengujian dilakukan pada bambu apus (*Gigantochloa apus* Kurz.) dan bambu hitam (*Gigantochloa nigrocillata* Kurz.). Beberapa hal yang mempengaruhi sifat fisis dan mekanis bambu adalah umur, posisi ketinggian, diameter, tebal daging bambu, posisi beban (pada buku atau ruas), posisi radial dari luas sampai ke bagian dalam dan kadar air bambu. Sifat/*properties* mekanik bambu terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat/*properties* mekanik bambu

No.	Nama Benda Uji	No. Benda Uji	Hasil Pengujian (MPa)	Kuat Rata rata (MPa)
1	Modulus of elasticity bamboo dengannn nodia	MBP MEN-1	10959.61	11591.31
		MBP MEN-2	12366.02	
		MBP MEN-3	11448.29	
2	Kuat Tarik sejajar serat bamboo lapis luar dengan nodia	MBP TLN-1	Error	157.62
		MBP TLN-2	157.08	
		MBP TLN-3	158.17	
3	Kuat lentur	MBP GS-1	63.51	64.18
		MBP GS-2	64.44	
		MBP GS-3	64.59	

Sumber : Shyama Maricar (2012)

Bambu memiliki sifat daktail, yaitu mampu menerima beban bolak balik yang cukup besar dan akan kembali ke posisi semula. Selain itu, diketahui dari beberapa penelitian, ternyata bambu memiliki masa keawetan yang lebih lama dibandingkan dengan tulangan baja



Gambar 2.1 Keawetan Bambu Dan Baja
 (a) Tulangan bambu yang ditunjukkan setelah 15 tahun
 (b) Tulangan baja yang ditunjukkan setelah 10 tahun

Sumber : Ghavami (2004)

2.1. 1 Tulangan Bambu

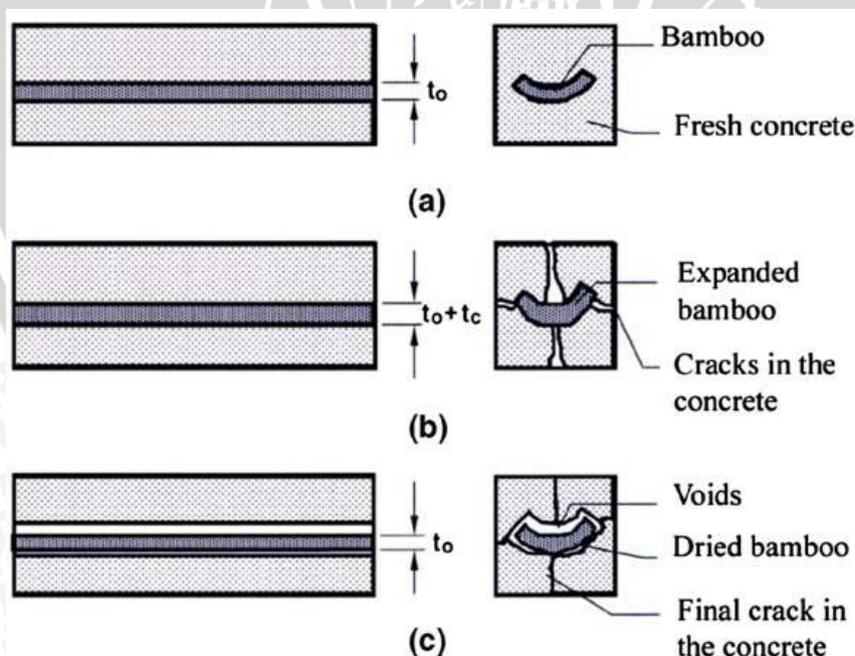
Bambu dipilih sebagai tulangan panel karena memiliki kuat tarik cukup tinggi yang hampir setara dengan kuat tarik baja lunak. Semakin rapat tulangan pada panel, akan memberikan pengaruh positif dalam menahan beban tarik. Bagian luar batang bambu relatif lebih kedap air bila dibandingkan dengan bagian dalam, serta memiliki kekuatan tarik hampir tiga kali bagian dalamnya. Dilihat dari kekuatannya, pemakaian bambu sebagai tulangan panel alternatif dinilai cukup layak, minimal untuk struktur ringan dan sedang

Tulangan bambu dapat diperoleh dengan memotong batang bambu dengan penampang kurang lebih 0,8 cm dengan panjang yang disesuaikan bentuk panel. Terlebih dahulu bambu mengalami proses pengeringan dan kemudian di cat *waterproof*.

2.1.2 Zat Pelapis Bambu

Sifat bambu yang menyerap air dapat membahayakan panel bertulangan bambu. Bambu akan mengembang apabila dalam kondisi basah (gambar 2.1.a). Hal ini dikarenakan air beton segar akan diserap bambu yang tidak dilapisi lapisan kedap air. Ketika bambu menyerap air dari beton, bambu akan mengembang sehingga timbul retak pada beton setelah mengering (Gambar 2.2.b). Saat beton kering dalam waktu yang lama dan retak makin lebar, bambu akan mengalami pengerutan dan membusuk akibat ada kontak dengan udara luar (Gambar 2.2.c).

Oleh karena itu, bambu dilapisi dengan lapisan kedap air untuk menghindari lapuknya bambu. Setelah pemberian lapisan kedap air, bambu dibiarkan terlebih dahulu untuk mengeringkan lapisannya. Kemudian diulang satu lapis lagi untuk merekatkan pasir. Pemberian taburan pasir dimaksudkan untuk membantu lekatan bambu dengan mortar segar. Zat pelapis bambu berupa cat *waterproof*.



Gambar 2.2 Perilaku bambu yang tidak dilapisi lapisan kedap air

- (a) Bambu dalam beton segar
- (b) Bambu menyerap air dan mengembang pada masa perawatan beton
- (c) Bambu mengerut setelah masa perawatan beton

Sumber : Ghavami (2004)

2.2. Mortar

2.2.1 Deskripsi

Mengingat pentingnya mortar sebagai bagian dari konstruksi yang memikul beban, maka penggunaan mortar harus disesuaikan dengan standar spesifikasi SNI 03-6882. Standar spesifikasi mortar mengacu pada kuat tekannya, yaitu kemampuan mortar dalam menahan beban. Sama halnya dengan beton, kekuatan tekan mortar dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain faktor air semen dan kepadatan, jenis semen, jumlah semen, sifat agregat dan juga umur mortar.

2.2.2 Mortar Yang Dicampuri Udara

Mortar dalam penelitian ini adalah mortar yang dibuat dari adukan semen yang dicampuri udara dibuat dengan memasukkan busa atau gas yang dibentuk secara khusus kedalam bubuk semen sehingga setelah mengeras mortar yang dihasilkan berpori atau memiliki pola struktur sel.

Pembuatan mortar berkomposisi semen, agregat halus dan pasir, tanpa adanya agregat kasar. Penambahan busa pada mortar dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rongga udara dalam mortar. Sehingga menyebabkan mortar menjadi ringan, dengan tujuan di aplikasikan pada panel dinding. Namun tentunya semakin banyak kadar udara dalam mortar, karakteristik kekuatan mortar semakin lemah. Salah satu cara pembuatannya adalah mempergunakan bahan yang menimbulkan busa seperti "resin soap". Bahan untuk membuat busa ini dicampur air, serta proses pembuatan udaranya dicapai dengan cara memutarnya dalam alat campur yang berkecepatan tinggi, atau diputar sehingga keluar busanya dengan mempergunakan alat penghasil busa (*mixer*). Kemudian busa ini dicampurkan dengan bahan lainnya yang sudah menjadi pasta.

2.2.3 Penelitian Pendahulu

Sebelumnya, telah dilakukan penelitian pendahuluan mengenai mortar dengan campuran lerak untuk mengetahui perancangan campuran mortar yang baik dan sesuai. Pembuatan 2 benda uji berbentuk kubus dengan ukuran masing-masing 125cm^3 / total 250cm^3 dengan menggunakan perbandingan antara semen dengan pasir sebesar 1:3 (dalam ons) dengan variasi kadar air dan kadar busa lerak. Dari penelitian pendahuluan ini didapatkan hasil berupa berat isi dan tegangan seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Berat Isi Dan Tegangan Pada Mortar Ringan Menggunakan Lerak

Busa	Air (cc)	Berat isi (gr/cm ³)	Tegangan (N/mm ²)
100 cc	40		
	50	1,56	3,56
	60	1,42	3,54
200 cc	40	1,37	3,32
	50	1,18	3,22
	60	1,14	2,16
300 cc	40	1,17	1,82
	50	1,11	1,40
	60		

Dari tabel hasil penelitian pendahuluan ini, dapat dibaca bahwa semakin banyak busa lerak maka tegangan yang dihasilkan semakin menurun, namun benda uji semakin ringan. Begitu juga dengan penambahan air, air mempengaruhi dalam proses pengadukan, semakin air bertambah mempermudah pengadukan, namun komposisi air tidak berpengaruh besar terhadap tegangan mortar. Dapat di bandingkan bahwa dengan penambahan lerak 200cc, air 50cc mempunyai rasio perbandingan tegangan/berat isi yang paling besar.

2.3. Bahan Penyusun

2.3.1 Semen Portland

Semen merupakan bahan pengikat hidrolis yang mengeras bila bereaksi dengan air dan akan memberikan kekuatan pada spesi itu sendiri. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat (Mulyono, 2004). Kualitas semen dipengaruhi oleh komposisi kimiawi bahan penyusunnya. Semen Portland merupakan salah satu contoh semen hidrolis.

Semen Portland adalah jenis semen yang paling sering digunakan dalam pekerjaan mortar. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat.

Pada SK.SNI T-15-1990-03 semen portland dibagi menjadi lima jenis yaitu :

- a. Tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.

- b. Tipe II, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Tipe IV, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah
- e. Tipe VI,
- f. semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

2.3.2 Agregat halus

Agregat merupakan bahan pokok pengisi spesi, pada spesi 60%-80% merupakan agregat. Dilihat dari ukurannya, agregat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu agregat kasar dan halus. Di mana agregat kasar adalah batuan yang tertahan pada ayakan no.4 hingga no.3". Sedangkan agregat halus adalah batuan yang tertahan pada ayakan no.200 hingga no.4. Masing-masing memiliki fungsi tertentu, dimana fungsi agregat halus adalah mengisi rongga yang ditinggalkan oleh agregat kasar, sehingga mortar dapat berfungsi sebagai benda utuh. Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan no. 200, atau bahan lain yang dapat merusak mortar.

Agregat yang baik digunakan adalah agregat pada kondisi *ssd* (*saturated surface dry*), yaitu dimana kondisi permukaan agregat kering, namun didalam agregat dalam kondisi jenuh. Sehingga dalam kondisi ini agregat tidak akan menyumbangkan maupun menyerap air. Hal ini berdampak positif supaya komposisi air yang kita rencanakan benar-benar sesuai prediksi.

2.3.3 Air

Air diperlukan pada pembuatan spesi agar bereaksi kimia dengan semen, untuk membasahi agregat supaya menjadi kondisi *ssd* (*saturated surface dry*) dan untuk melumas campuran agar mudah pengerjaannya. Pada umumnya air minum dapat digunakan pada campuran spesi. Jumlah air untuk campuran mortar pada umumnya dihitung berdasarkan nilai perbandingan antara berat air dan berat semen portland pada campuran adukan. Nilai perbandingan ini dinyatakan dalam faktor air semen (FAS) atau

ratio air semen (RAS). Umumnya nilai FAS atau RAS minimum yang diberikan 0,4 dan maksimum 0,65.

Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas air sebagai berikut (Kardiyono, 1992):

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak mortar (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

2.4 Lerak

Buah lerak (*Sapindus rarak*) mungkin jarang kita ketahui, namun sari dalam buah lerak banyak dijumpai sehari-hari. Sari buah lerak ini lebih dikenal untuk mencuci kain batik dan perhiasan, karena dianggap sebagai bahan cuci yang sesuai. Buah ini banyak terdapat di Pulau Jawa.

Secara umum, buah lerak bisa digunakan apabila telah berbentuk cair. Untuk menjadikan buah lerak menjadi cair, buah lerak diproses dengan beberapa tahap. Buah lerak terdiri dari biji yang mengandung minyak dan daging buah yang mengandung saponin sebagai *surfactant* alami (Stoffels, 2008).

Biji lerak mengandung bahan aktif alkaloid, triterpen, ateroid, dan saponin. Saponin pada lerak suatu alkaloid beracun dan bermanfaat, saponin inilah yang menghasilkan busa dan berfungsi sebagai bahan pencuci, dan dapat pula dimanfaatkan sebagai pembersih berbagai peralatan dapur.

Tabel 2.3 Persentase senyawa aktif pada lerak

No.	Senyawa Aktif	Persentase Senyawa Aktif
1	Saponin	12 %
2	Alkaloid	1 %
3	Ateroid	0,036 %
4	Triterpen	0,029 %

Sumber : Nevi (2009)

2.5 Kekuatan Lentur

Kuat lentur yang dimaksud adalah kuat lentur hasil pengamatan yang diperoleh dari hasil pengujian benda uji. Pengujian dimaksudkan untuk menentukan apakah penampang memiliki kekuatan cukup untuk menahan lentur yang bekerja.

Kuat lentur pada mortar dapat dihitung dengan metode kekuatan batas, dimana mortar tersebut apabila dianalisa teoritis, akan didapat kekuatan batas yang dapat ditahan oleh mortar. Hal ini kekuatan lentur teoritis didapatkan dengan menghitung M_n (Momen Nominal) dari mortar tersebut, dimana :

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (1)$$

Dimana :

M_n = kapasitas/momen nominal

A_s = luas tulangan

f_y = tegangan leleh tulangan

d = tinggi mortar

a = tinggi daerah tekan mortar ($a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 f_c \cdot b}$)

b = lebar mortar

Kuat lentur pada penelitian dapat dilihat dari kekuatan batas dan lendutan panel dalam menerima beban. Di mana kondisi kekuatan batas panel saat mengalami keruntuhan panel, sehingga panel tidak dapat lagi menerima beban. Saat kondisi beban batas, panel akan mengalami lendutan yang diakibatkan adanya beban yang bekerja. Lendutan maksimum terjadi saat panel menerima beban batas. Maka untuk mengetahui kekuatan lentur dari panel dapat dilihat dengan besarnya beban dan lendutan yang terjadi.

Momen lentur terjadi akibat adanya beban luar yang bekerja pada penampang, momen lentur ini menyebabkan tegangan pada serat atas dan serat bawah panel penampang. Saat benda uji mengalami pembebanan, serat bagian atas akan mengalami keretakan, lokasi retakan terjadi yang terjadi saat beban mulai membesar adalah daerah ujung sisi atas dan tengah bentang sisi bawah. Pada saat terjadi keretakan, tulangan (pada daerah tarik) tersebut mulai mengambil alih secara penuh gaya tarik yang terjadi. Artinya mortar (pada daerah tarik) sudah tidak memikul beban tarik. Beban tarik dialihkan ke tulangan (Aria 2012).

2.6 Struktur Komposit

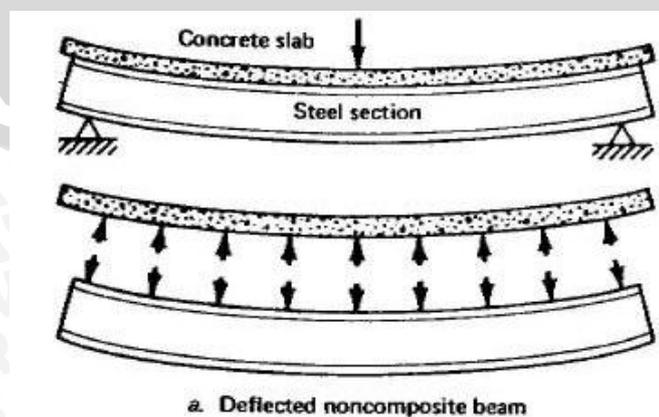
Struktur komposit (*composite*) merupakan suatu struktur yang terdiri dari dua atau lebih elemen struktur dengan bahan material yang berbeda dan bekerja bersama-sama membentuk suatu kesatuan, dimana masing-masing bahan atau material tersebut mempunyai kekuatan sendiri-sendiri, sehingga menghasilkan sifat gabungan yang baik. Perencanaan komposit mengasumsi bahwa dua material tersebut bekerja sama dalam memikul beban yang bekerja, sehingga akan menghasilkan elemen yang lebih ekonomis.

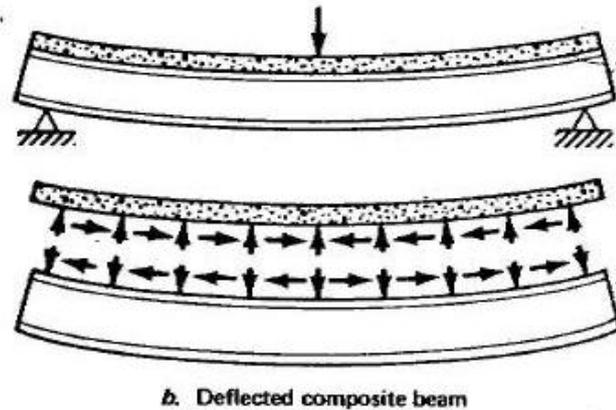
Dalam perencanaan ini diharapkan terjadi aksi komposit antara panel mortar dan bambu. Direncanakan dengan anggapan bahwa bambu ditransformasikan ke dalam ekivalensi mortar dimana mortar lebih berperan dalam menahan beban yang bekerja. Disamping itu struktur komposit juga mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya adalah lebih kuat (*stronger*) dan lebih kaku (*stiffer*) dari pada struktur non-komposit.

Penampang komposit memiliki kekuatan batas dalam menahan beban-beban yang terjadi, yang mana *failure* hanya boleh terjadi oleh suatu beban kerja yang telah dikalikan dengan suatu faktor beban tertentu. Karena itu dalam perencanaan besarnya kapasitas momen batas akibat beban-beban berfaktor harus lebih kecil dari kapasitas momen batas akibat penampang itu sendiri.

Pada perhitungan kapasitas momen batas penampang komposit berlaku anggapan sebagai berikut :

1. Bidang lurus tetap bidang lurus setelah lentur
2. Semua bagian bambu mencapai tegangan leleh
3. Slip antara plat mortar dan bambu diabaikan
4. Distribusi tegangan disederhanakan berupa blok diagram tegangan





Gambar 2.3 Perbandingan antara balok yang mengalami defleksi dengan dan tanpa aksi komposit

Sumber : Salmon & Johnson (1991)

Jika gesekan antara panel dengan bambu diabaikan, maka masing-masing memikul suatu bagian beban secara terpisah. Bila panel mengalami deformasi akibat beban vertikal, permukaan bawahnya akan tertarik dan memanjang. Sedangkan permukaan atasnya tertekan dan memendek. Jadi diskontinuitas akan terjadi pada bidang kontak. Karena gesekan diabaikan, maka hanya gaya dalam vertikal yang bekerja antara panel dengan bambu. Gambar 2.3 adalah gambar balok yang diberi gaya lentur sehingga balok tersebut melendut. Pada detail dibawahnya memperlihatkan terjadinya pengangkatan pada masing-masing bidang kontak karena masing-masing material memikul bebannya sendiri-sendiri dimana keduanya mempunyai elastisitas yang berbeda-beda pula (Salmon, 1991).

Bila suatu sistem bekerja secara komposit maka panel dan bambu tidak akan tergelincir satu dengan yang lainnya. Gaya horisontal yang timbul dan bekerja pada permukaan bawah panel membuat panel tertekan dan memendek. Pada saat yang sama gaya horisontal yang bekerja di permukaan atas panel akan memanjang. Gaya horisontal yang timbul antara panel dengan bambu ditahan agar penampang komposit bekerja monolit. Walaupun lekatan yang timbul antara panel dengan bambu mungkin cukup besar, lekatan ini tidak dapat diandalkan untuk interaksi yang diperlukan. Juga gaya gesek antara panel dengan bambu tidak mampu mengembangkan interaksi ini. Untuk itu diperlukan penyambung geser.

Pada penampang komposit, terbentuk satu kesatuan untuk menerima beban, dalam hal ini antara bambu dengan mortar. Akibat beban dari luar, maka pada panel

tersebut terjadi lenturan sehingga akan terjadi gesekan antara permukaan bambu dengan permukaan mortar yang akan ditahan oleh kawat penghubung geser (*shear connector*).

2.7 Hipoteses Penelitian

Setelah mempelajari tinjauan pustaka dan permasalahan di atas, maka dapat diambil beberapa hipoteses penelitian sebagai berikut

1. Diduga ada pengaruh penambahan busa lerak terhadap berat panel dengan tulangan bambu.
2. Diduga ada pengaruh penambahan busa lerak terhadap kekuatan lentur panel dengan tulangan bambu.
3. Diduga ada pengaruh jarak tulangan terhadap berat panel dengan tulangan bambu.
4. Diduga ada pengaruh jarak tulangan terhadap kekuatan lentur panel dengan tulangan bambu.

