

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bambu

Bambu secara botanis dapat digolongkan pada famili *Gramineae*(rumput). Bambu merupakan tanama yang sangat fleksibel, mudah menyesuaikan diri dengan kondisi tanah dan cuaca yang ada. Dari ratusan jenis yang dikenal didunia ini, ada yang tumbuh di daerah yang sangat kering sampai yang sangat lembab,ada yang tumbuh pada tinggi permukaan laut sampai dengan 3800mdpl. Bambu bukan kayu, melainkan sejenis rumput liar yang berkembang biak tanpa memiliki tumbuhan atau bunga yang bersifat betina atau jantan. Akar rimpang yang berbentuk kelompok atau batang menjalar memungkinkan berkembang biak (Frick,2004).

Batang bambu sering digunakan sebagai bahan konstruksi, pemanfaatannya berupa dinding (gedek),bahan untuk perancah, rangka kuda-kuda, tiang penyangga rumah (kolom), bahan jembatan, atap dan lain-lain. Dengan kelebihan yang dimiliki bambu, munculah ide bambu sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada kondisi tertentu. Nilai kekuatan tarik bambu yang setara dengan baja kualitas sedang.

**Tabel 2.1** Sifat Fisis dan Mekanis Bambu Hitam dan Bambu Apus

No	Sifat	Bambu hitam	Bambu apus
1	Keteguhan lentur static		
	a. Tegangan pada batas proporsi (kg/cm <sup>2</sup> )	447	327
	b. Tegangan pada batas patah (kg/cm <sup>2</sup> )	663	546
	c. Modulus elastisitas (kg/cm <sup>2</sup> )	99000	101000
	d. Usaha pada batas proporsi (kg/dcm <sup>3</sup> )	1,2	0,8
	e. Usaha pada batas patah (kg/dcm <sup>3</sup> )	3,6	3,3
2	Keteguhan tekan sejajar serat (tegangan maximum, kg/cm <sup>2</sup> )	489	504
3	Keteguhan geser (kg/cm <sup>2</sup> )	61,4	39,5
4	Keteguhan tarik tegak lurus serat (kg/cm <sup>2</sup> )	28,7	28,3
5	Keteguhan belah (kg/cm <sup>2</sup> )	41,4	58,2
6	Berat Jenis		
	a. KA pada saat pengujian	0,83	0,69
	b. KA kering tanur	0,65	0,58
7	Keteguhan pukul		
	a. Pada bagian luar (kg/dm <sup>3</sup> )	17,23	31,5

Sumber : Ginoga (1977)



Adapun keuntungan yang diperoleh bila bambu sebagai bahan konstruksi adalah sebagai berikut (Fitri Mardjono,2001) :

1. Bambu dikenal sebagai bahan bangunan yang dapat diperbarui.
2. Tidak perlu menggunakan tenaga terdidik.
3. Cukup menggunakan alat-alat sederhana yang mudah didapat di sekitar kita.
4. Bambu yang ringan menyebabkan tahan terhadap gempa bumi.

Bambu dapat mengembang jika menyerap air dan susut kembali jika mengering. Sifat kembang susut pada bambu jauh lebih besar daripada kayu. Hal ini merupakan kelemahan bambu jika dipakai bersama dengan spesi, karena bambu cenderung menyerap air spesi segar dan kemudian membuat bambu tersebut mengembang. Pada saat menyusut bambu meninggalkan rongga udara antara spesi dan bambu. Rongga ini dapat diatasi dengan menutup pori-pori bambu dengan lapisan kedap air seperti vernis. Penggunaan lapisan kedap air pada bambu mampu membuat pori-pori bambu tertutup dan tidak menyerap air spesi sehingga tidak terjadi proses kembang dan susut. (Bastian,2010)

Bambu biasanya kurang tahan lama karena mengandung banyak kanji yang disukai oleh rayap dan menjadi tempat tumbuh yang baik bagi cendawan akibat suhu dan kelembapan tinggi di daerah tropis. Bambu memiliki 50-55% lebih banyak selulo daripada kayu. Tanpa perhatian pada pengawetan maka konstruksi bambu tahan lama 2-3 tahun. Sedangkan dengan pengawetan maka konstruksi bambu tahan > 15 tahun. Bambu harus tua, berwarna kuning atau hijau tua dalam hal terakhir berbintik putih pada pangkalnya, berserat pada permukaan yang mengkilap. Di tempat ruas tidak boleh ada yang pecah(Frick,2004).

Mutu bambu terutama dipengaruhi oleh:

1. Masa memotong batang bambu.
2. Perawatan dan pengeringan bambu.
3. Pengawetan bambu.

### **2.1.1 Tulangan Bambu**

Dinding yang digunakan sebagai pembagi ruangan pada suatu bangunan disebut dinding panel. Dinding tersebut dapat dibuat dari beton, beton ringan, batu bata. Tebal dari dinding panel berubah-ubah tergantung pada jenis konstruksi dan material yang dipakainya. Pada penelitian ini, panel dibuat dari beton ringan menggunakan tulangan bambu.

Dengan kekuatan tarik dan tekan arah serat yang tinggi maka bambu dapat digunakan sebagai pengganti tulangan baja pada struktur beton bertulang. Dalam hal ini tulangan bambu perlu dilapisi dulu dengan cat kedap air agar pori pori bambu tidak menyerap air adukan beton. Jika pori bambu menyerap air beton maka bambu akan mengembang dan ketika beton telah mengeras dan menyusut, bambu ikut menyusut dengan tingkat yang lebih besar dari beton. Hal ini dapat menimbulkan slip antara bambu dan beton. Selain dilapisi dengan cat, permukaan tulangan bambu juga dapat dibuat lebih kasar dengan melaburi pasir ketika cat masih basah. Pasir pada permukaan ini akan menyatu dengan adukan beton sehingga beton betul betul melekat dengan bambu dan tidak slip (Sri Murni Dewi,2012).

Penelitian tentang panel komposit antara beton dan bambu, dengan bambu yang dibelah dua untuk tulangan panel beton. Ghavani menggunakan 2 macam tipe belahan bambu, tipe I : noda dibiarkan utuh, tipe II : bambu dibiarkan dibelah secara keseluruhan. Hasil yang didapat dari keduanya hampir sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa pemotongan noda pada bambu tidak mempengaruhi kekuatan panel. Tegangan geser yang didapat sebesar 10,89 MPa dengan standard deviasi 2,56 MPa (Ghavami, 2004).

## 2.2. Penelitian Pendahulu

Sebelumnya telah dilakukan penelitian pendahuluan dengan menggunakan variasi kadar busa lerak dan kadar air pada kubus berukuran 5cmx5cmx5cm sebanyak 2 buah agar menghasilkan perbandingan berat isi dan tegangan yang cukup optimum. Sedangkan perbandingan antara semen dengan pasir sebesar 1:3 dengan variasi kadar air dan kadar busa lerak. Variasi kadar air yang digunakan adalah 40cc, 50cc dan 60cc, sedangkan variasi busa lerak sebanyak 100cc, 200cc dan 300cc. Dari dua variabel bebas ini menghasilkan 9 benda uji yang menghasilkan berat isi dan tegangan yang bervariasi. Benda uji pertama yaitu campuran 100cc busa dan 40cc air menghasilkan berat isi 1,62 gr/cm<sup>3</sup> dan tegangan 3,59 N/mm<sup>2</sup>. Benda uji kedua yaitu campuran 100cc busa dan 50cc air menghasilkan berat isi 1,56 gr/cm<sup>3</sup> dan tegangan 3,56 N/mm<sup>2</sup>. Benda uji ketiga yaitu campuran 100cc busa dan 60cc air menghasilkan berat isi 1,42 gr/cm<sup>3</sup> dan tegangan 3,54 N/mm<sup>2</sup>. Benda uji keempat yaitu campuran 200 cc busa dan 40 cc air menghasilkan berat isi 1,37 gr/cm<sup>3</sup> dan tegangan 3,32 N/mm<sup>2</sup>. Benda uji kelima yaitu campuran 200cc busa dan 50cc air menghasilkan berat isi 1,18 gr/cm<sup>3</sup> dan tegangan 3,22 N/mm<sup>2</sup>. Benda uji keenam yaitu campuran 200cc busa dan 60cc air menghasilkan

berat isi  $1,14 \text{ gr/cm}^3$  dan tegangan  $2,16 \text{ N/mm}^2$ . Benda uji ketujuh yaitu campuran 300cc busa dan 40cc air menghasilkan berat isi  $1,17 \text{ gr/cm}^3$  dan tegangan  $1,82 \text{ N/mm}^2$ . Benda uji kedelapan yaitu campuran 300cc busa dan 50cc air menghasilkan berat isi  $1,11 \text{ gr/cm}^3$  dan tegangan  $1,40 \text{ N/mm}^2$ . Benda uji kesembilan yaitu campuran 300 cc busa dan 60 cc air menghasilkan berat isi  $1,05 \text{ gr/cm}^3$  dan tegangan  $1,02 \text{ N/mm}^2$ . Dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak busa lerak dan kadar air maka semakin sedikit berat isi dan semakin kecil pula tegangan yang dihasilkan. Untuk itu perlu diambil komposisi air yang tepat agar diperoleh perbandingan berat isi dan tegangan yang optimum yaitu sebanyak 50cc air.

### 2.3 Bahan Penyusun Spesi

Spesi ( mortar ) adalah adukan yang tersusun dari pencampuran semen, pasir dan air atau dari pencampuran semen, kapur, pasir dan air. mortar terdiri dari 3 jenis yaitu : mortar kapur, mortar semen, dan mortar komposit semen dan kapur. Syarat spesi yang baik dalam ilmu bahan bangunan adalah : kuat, tahan lama, merekat dengan baik, cepat kering tahan rembesan air, murah, tidak menimbulkan retak setelah dipasang (Asmirawaty,2006).

Kandungan spesi dapat dikerjakan berdasarkan proporsi yang akan diberikan pada campuran sesuai dengan tegangan rencana yang diinginkan. Perbandingan air-semen dapat diambil berdasarkan kualitas dan kemudahan pengerjaan spesi. Proses pengadukan dilakukan dengan mencampurkan semen dan pasir, kemudian ditambahkan air sehingga merata (Rudi, 2002).

Mortar aerasi merupakan campuran antara semen, air, dan buih. Tujuan dari pemberian buih adalah untuk memberikan rongga – rongga udara yang dapat menimbulkan pori – pori halus pada spesi yang dihasilkan, atau dengan kata lain pemberian buih pada pasta semen adalah kunci dari terciptanya mortar aerasi. Mortar ringan yang dibuat dari adukan semen yang dicampuri udara dibuat dengan memasukkan udara atau gas yang dibentuk secara khusus kedalam bubur semen sehingga setelah mengeras mortar yang dihasilkan berpori atau memiliki pola struktur sel.

Dalam penelitian ini metode pembuatan spesi yang kami gunakan adalah menggunakan metode pembuatan spesi dari adukan semen yang dicampuri udara yang ditimbulkan dari busa atau buih. Sedangkan bahan yang digunakan untuk menghasilkan busa tersebut berasal dari buah lerak.

### 2.3.1 Semen

Bahan semen pada pekerjaan beton berfungsi sebagai pengikat antara agregat kasar dan agregat halus, sehingga menghasilkan bentuk yang telah direncanakan.. Berdasarkan SK-SNI T-15-1990-03, semen portland dibedakan menjadi 5(lima) tipe :

1. Type I : Semen portland jenis umum ( *normal portland cement* ), yaitu jenis semen portland untuk penggunaan dalam konstruksi beton secara umum yang tidak memerlukan sifat-sifat khusus.

2. Type II : Semen jenis umum dengan perubahan-perubahan(*modified portland cement* ). Semen ini memiliki panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat daripada semen Type I. Semen Type II digunakan untuk pencegahan serangan sulfat dari lingkungan terhadap bangunan beton, seperti struktur bangunan air/drainase dengan kadar konsentrasi sulfat tinggi didalam air tanah.

3. Type III : Jenis semen dengan waktu pengerasan yang cepat ( *high-early-strength portland cement* ). Waktu perkerasan bagi jenis ini umumnya kurang dari seminggu. Digunakan pada struktur – struktur bangunan yang bekistingnya harus cepat dibuka dan akan segera dipakai kembali.

4. Type IV : Semen dengan hidrasi panas rendah yang digunakan pada konstruksi dam/bendungan, bangunan-bangunan masif, dengan tujuan panas yang terjadi sewaktu hidrasi merupakan faktor penentu bagi keutuhan beton.

5. Type V : Semen penangkal sulfat. Digunakan untuk beton yang lingkungannya mengandung sulfat, terutama pada tanah / air tanah dengan kadar sulfat tinggi.

### 2.3.2 Air

Air digunakan sebagai bahan pencampur dan pengaduk beton untuk mempermudah pekerjaan. Air sebagai bahan dasar dalam pembuatan beton diperlukan dalam proses hidrasi semen dan berfungsi sebagai pelumas antar agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan Menurut SNI 03-2847-2002, pemakaian air untuk beton tersebut sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut :

a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.

b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang di dalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan sebagai berikut terpenuhi:

(1) Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

(2) Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus ji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

## 2.4 Buah Lerak

Buah lerak (*Sapindus rarak*) banyak terdapat di Pulau Jawa dan lazim dipakai oleh masyarakat sebagai bahan pencuci kain batik dan perhiasan emas. Batik biasanya dianjurkan untuk dicuci dengan lerak karena dianggap sebagai bahan pencuci paling sesuai untuk menjaga kualitasnya (warna batik).

Marga *Sapindus* dikenal oleh masyarakat umum sebagai *soapberies* atau *soapnuts* karena daging buahnya digunakan untuk membuat sabun. Buah lerak terdiri dari biji yang mengandung minyak dan daging buah yang mengandung saponin sebagai *surfactant* alami (Stoffels, 2008).

Saponin merupakan alkaloid beracun yang akan menghasilkan busa, busa ini bermanfaat sebagai sabun. Sementara itu, saponin ada dua jenis yaitu saponin triterpenoid dan saponin steroidal. Saponin steroidal banyak ditemui di tumbuhan monokotil dan saponin triterpenoid banyak ditemui di tumbuhan dikotil.

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 2.2** Persentase senyawa aktif pada lerak

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

Sumber : Nevi (2009)

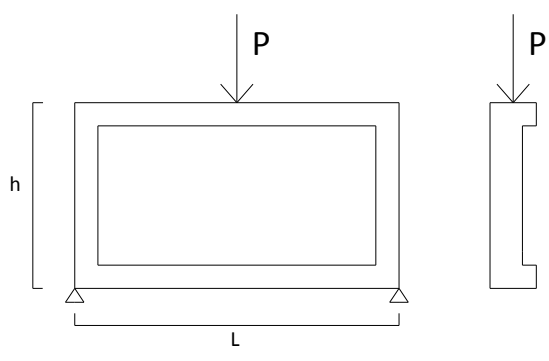
Saponin adalah senyawa yang dapat menyebabkan timbulnya busa yang dapat bertahan lama ketika bahan tumbuhan tersebut direbus dalam air dan kemudian dikocok. Sifat-sifat Saponin adalah sebagai berikut :

1. Mempunyai rasa pahit.
2. Dalam larutan air membentuk busa yang stabil.
3. Menghemolisa eritrosit.
4. Merupakan racun kuat untuk ikan dan amfibi.
5. Membentuk persenyawaan dengan kolesterol dan hidroksisteroid lainnya.
6. Sulit untuk dimurnikan dan diidentifikasi.
7. Berat molekul relatif tinggi, dan analisis hanya menghasilkan formula empiris yang mendekati (Liener, 1969).

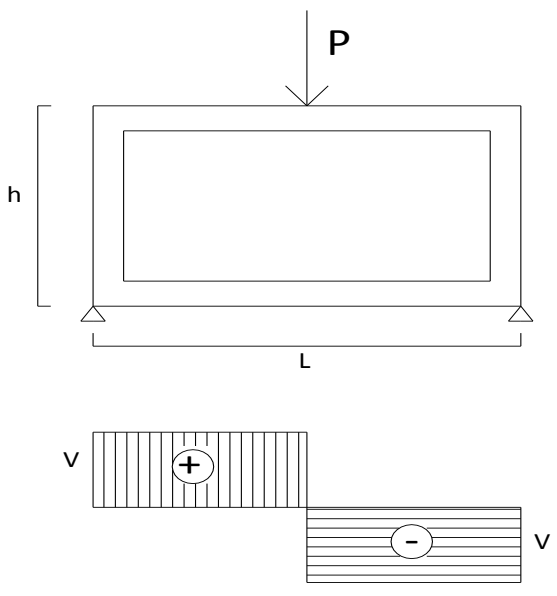
Dikarenakan buah lerak mengandung senyawa saponin yang dominan, dan dilihat dari fungsi saponin itu sendiri yang dapat menghasilkan busa yang stabil maka dipilihlah buah lerak sebagai penghasil busa untuk campuran pembuatan beton ringan. Busa itu sendiri nantinya selain berguna untuk memperingan berat dari beton, busa yang stabil tentunya tetap dapat mempertahankan kepadatan beton itu sendiri meskipun tetap ringan.

## 2.5 Kuat Geser Panel Tulangan Bambu

Untuk melakukan uji geser, benda uji diletakkan di atas alat uji yang dibuat sedemikian rupa sehingga panel tertumpu dikedua sisinya pada dudukan yang telah disediakan. Pada penelitian ini akan diuji kuat geser panel tulangan bambu dengan tiga variasi berdasarkan banyaknya busa lerak yang dicampurkan. Tiap variasi volume busa lerak terdiri dari tiga benda uji, untuk mendapatkan kuat geser rata-rata. Beban batas atau beban kritis adalah beban yang mampu ditahan sampai benda uji mengalami keruntuhan. Pada pengujian kuat geser, kita tinjau panel pada tumpuan sederhana dengan beban terpusat sebesar P (Nawy, 1998).



Gambar 2.1 Diagram Pembebanan  
Sumber : Nawy (1998)



Gambar 2.2 Diagram Gaya Lintang  
Sumber : Nawy (1998)

Adapun persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan teoritis sebagai berikut :

Untuk perhitungan kuat geser teoritisnya digunakan persamaan :

$$\Phi V_n = V_u \dots\dots\dots (2-1)$$

Kuat geser nominal :

$$V_n = V_c + V_s \dots\dots\dots (2-2)$$

Kuat geser spesi :

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \times b_w \times d \dots\dots\dots (2-3)$$



Kuat geser bambu:

$$V_s = \frac{A_v \times f_y \times d}{s} \dots\dots\dots (2-4)$$

Dengan syarat kuat geser  $V_s$  tidak boleh lebih dari  $\frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$  (SNI-03 2002 hal 109).

Dimana :

- $V_n$  = kuat geser nominal (kg)
- $V_c$  = kuat geser spesi (kg)
- $V_s$  = kuat geser tulangan geser (kg)
- $b_w$  = tebal transformasi panel (cm)
- $d$  = tinggi efektif panel (cm)
- $A_v$  = luas tulangan bambu (cm<sup>2</sup>)
- $F_y$  = kuat tarik bambu (kg/cm<sup>2</sup>)
- $s$  = jarak antar tulangan (cm)
- $\Phi$  = faktor reduksi geser 0,7 (SNI-03 2002)

### 2.6 Metode Transformasi Penampang

Metode transformasi penampang untuk beton bertulang dapat dijelaskan sebagai berikut ini. Luas penampang tulangan baja dan beton ditransformasikan menjadi satu macam penampang bahan serba sama dengan tujuan untuk menyamakan perilaku dalam mekanisme menahan beban. Meskipun disadari bahwa sifat kedua macam bahan sama sekali berbeda sifatnya, cara transformasi penampang dimaksudkan sebagai langkah penyederhanaan dalam analisis lenturan menurut teori elastisitas. Transformasi dilakukan dengan mengganti luasan penampang baja dengan luasan beton ekuivalen (luasan semu). Dengan demikian  $A_s$  adalah luas penampang tulangan baja yang diganti dengan luas beton ekuivalen  $A_{bt}$  sedangkan  $f_s$  adalah tegangan baja tarik yang diganti dengan tegangan beton tarik ekuivalen  $f_{bt}$ .

Agar dapat berada dalam keseimbangan jumlah tarik bernilai tetap, digunakan persamaan :

$$A_s f_s = A_{bt} f_{bt} \dots\dots\dots (2-5)$$

Agar tercapai kesesuaian deformasi maka satuan regangan terpanjang bernilai tetap, sehingga :

$$\frac{f_s}{E_s} = \frac{f_{bt}}{E_{bt}} \dots\dots\dots(2-6)$$

Dengan menggunakan nilai perbandingan modulus elastisitas :

$$n = \frac{E_s}{E_{bt}} \dots\dots\dots(2-7)$$

Penyelesaian persamaan diatas menghasilkan,

$$A_{bt} = n A_s \dots\dots\dots(2-8)$$

$$f_{bt} = \frac{f_s}{n} \dots\dots\dots(2-9)$$

Sehingga dalam hali ini beton bertulang dianggap, diganti, dan diperlakukan sebagai penampang dari satu macam bahan saja, yaitu beton ekivalen. Di daerah tarik beton ekivalen mengambil alih tugas menahan tarikan (Istimawan,1994).

Prinsip dari metode ini dapat diterapkan pada panel tulangan bambu, yaitu tulangan bambu diperlakukan sama seperti baja sehingga luas dari tulangan bambu diganti dengan luas spesi ekivalen.

$$n = \frac{E_{bambu}}{E_{spesi}} \dots\dots\dots(2-10)$$

$$t = t_s + \frac{t_b}{n} \dots\dots\dots(2-11)$$

Dimana :

n = rasio modulus tulangan bambu dan spesi

E<sub>bambu</sub> = modulus elastisitas bambu (kg/cm<sup>2</sup>)

E<sub>spesi</sub> = modulud elastisitas spesi (kg/cm<sup>2</sup>)

t<sub>b</sub> = tebal bambu (cm)

t<sub>s</sub> = tebal spesi (cm)

t = tebal transformasi panel (cm)



## 2.7 Beban Batas

Beban batas didapatkan dengan membandingkan nilai terkecil dari beban spesi dan bambu terhadap panel tulangan bambu. Nilai beban terkecil merupakan beban yang menyebabkan keretakan panel terdahulu, beban itulah yang dipakai sebagai beban batas panel tulangan bambu. Beban batas inilah yang digunakan untuk menghitung kuat geser panel.

Untuk mengetahui tiap nilai beban spesi dan beban bambu maka setelah didapat nilai  $\tau$  spesi dan  $\tau$  bambu (pengujian geser bambu) maka masukan nilai kuat geser masing-masing dan didapat bebannya (Kamarwan, 1995).

Analisis kuat geser panel sebagai berikut :

$$\tau = \frac{V.S}{t.l} \text{ atau } \tau = \frac{V}{A_{ekv}} \dots\dots\dots(2-12)$$

$$\tau = \frac{V}{t.h} \dots\dots\dots(2-13)$$

Jika

$$V = 0,5 P \dots\dots\dots(2-14)$$

Maka

$$\tau = \frac{P}{2.t.h} \dots\dots\dots(2-15)$$

Dimana :

- $\tau$  = kuat geser ( $\text{kg/cm}^2$ )
- $V$  = beban yang mampu ditahan panel hingga hancur (kg)
- $S$  = statis momen ( $\text{cm}^3$ )
- $t$  = tebal penampang transformasi balok (cm)
- $h$  = tinggi penampang transformasi balok (cm)
- $A_{ekv}$  = luas ekuivalen ( $\text{cm}^2$ )
- $P$  = beban batas (kg)



## 2.8 Hipotesis Penelitian

Setelah mempelajari kajian teori dan permasalahan di atas, maka dapat diambil hipotesa penelitian sebagai berikut ;

“Diduga variasi campuran lerak pada panel dapat mempengaruhi berat panel dalam pengujian yang sama terhadap semua benda uji.”

“Diduga variasi campuran lerak pada panel dapat mempengaruhi kuat geser dalam pengujian yang sama terhadap semua benda uji.”

“Diduga variasi jarak tulangan pada panel dapat mempengaruhi berat panel dalam pengujian yang sama terhadap semua benda uji.”

“Diduga variasi jarak tulangan pada panel dapat mempengaruhi kuat geser dalam pengujian yang sama terhadap semua benda uji.”

