

**PENGUJIAN GESER PANEL KOMPOSIT LAPIS ANYAMAN
BAMBU MENGGUNAKAN LIMBAH BETON SEBAGAI
BAHAN AGREGAT DENGAN VARIASI JARAK *SHEAR*
CONNECTOR DAN AGREGAT CAMPURAN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

SAN AGITATO GANDA PERKASA

0510613068-61

MENYETUJUI :

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS

NIP. 19511211 198103 2 001

Ir. M Taufik Hidayat, MT

NIP. 19611228 198802 1 001

**PENGUJIAN GESER PANEL KOMPOSIT LAPIS ANYAMAN
BAMBU MENGGUNAKAN LIMBAH BETON SEBAGAI
BAHAN AGREGAT DENGAN VARIASI JARAK *SHEAR*
CONNECTOR DAN AGREGAT CAMPURAN**

Disusun Oleh :

SAN AGITATO GANDA PERKASA

NIM. 0510613068 - 61

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

Tanggal 04 Pebruari 2010

DOSEN PENGUJI

Ir. Wisnumurti, MT

NIP. 19641207 199002 1 001

Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi MS

NIP. 19511211 198103 2 001

Ir. M Taufik Hidayat, MT

NIP. 19611228 198802 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Sugeng P. Budiono, MS

NIP. 19610125 198601 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur - unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang - undangan yang berlaku.

(UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70)

Malang, Pebruari 2010

Mahasiswa,

Nama : SAN AGITATO GANDA PERKASA

Nim. : 0510613068 - 61

Jurusan : SIPIL

**PENGUJIAN GESER PANEL KOMPOSIT LAPIS ANYAMAN BAMBU
MENGUNAKAN LIMBAH BETON SEBAGAI BAHAN AGREGAT DENGAN
VARIASI JARAK SHEAR CONNECTOR DAN AGREGAT CAMPURAN**

San Agitato Ganda Perkasa

Dosen pembimbing: Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS. dan Ir. Taufik Hidayat, MT.

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Abstraksi

Panel lapis gedek terdiri dari dua lapis gedek, ditengah-tengahnya diisi beton siklop agar kedap suara, tahan api dan tidak tembus pandang. Panel lapis gedek merupakan komposit dengan jenis bahan yang berbeda yaitu lapis gedek dan lapis beton siklop. Oleh karena itu untuk menggabungkannya diperlukan adanya penghubung yaitu *shear connector*. Dalam panel lapis gedek ini agregat kasar diperoleh dari limbah beton yang dihancurkan. Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimanakah pengaruh limbah beton dengan variasi jarak *shear connector* terhadap kuat geser panel lapis gedek pada saat retak pertama. Luaran yang diharapkan dengan digantikannya pasir dan kerikil dengan limbah beton, bisa mengurangi berat sendiri panel dengan kekuatan sama atau lebih bila dibandingkan dengan panel dengan komponen spesi yang terdiri dari semen, pasir, air. Dalam penelitian ini akan dihitung kuat geser panel lapis gedek dengan variasi jarak *shear connector* 10 cm dan 15 cm dan agregat kasar dengan perbandingan campuran yaitu 1 : 3 dan 1 : 4 . Benda uji yang digunakan adalah panel lapis gedek dengan ukuran (80x50) cm dan ketebalan spesi 3 cm, yang diberi beban terpusat pada bentang tengah. Asumsi tumpuan adalah sendi-rol. Dalam analisis ini diasumsikan panel sebagai balok tinggi. Pada balok tinggi tegangan geser maksimum terjadi pada kondisi 0.4h dari serat bawah. Pada penelitian ini panel merupakan komposit dari 2 bahan, yaitu gedek dengan beton siklop.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada pengujian pelat lapis anyaman bambu(gedek) dengan variasi jarak *shear connector* dan agregat campuran menunjukkan adanya pengaruh jarak *shear connector* terhadap kekuatan geser tetapi bernilai negatif, karena makin kecil jarak *shear connector* ternyata makin kecil beban yang ditahan. Jarak *shear connector* juga berpengaruh terhadap kerapatan agregat pada panel. Hal ini dibuktikan dengan analisa statistik dan memberikan kesimpulan bahwa variasi agregat tidak berpengaruh terhadap kekuatan geser pelat lapis gedek.

Kata kunci : Panel komposit, berat volume, kuat geser.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya haturkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya saya bisa menyelesaikan skripsi ini. Skripsi berjudul **“PENGUJIAN GESER PANEL KOMPOSIT LAPIS ANYAMAN BAMBU MENGGUNAKAN LIMBAH BETON SEBAGAI BAHAN AGREGAT DENGAN VARIASI JARAK *SHEAR CONNECTOR* DAN AGREGAT CAMPURAN”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini, saya mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, saya menyampaikan terima kasih kepada :

1. Keluarga besar tercinta, terutama kedua orang tua, atas segala dukungan, doa, dan cinta kasih yang tiada putus diberikan selama ini.
2. Prof.Dr.Ir.Sri Murni Dewi,MS., selaku dosen pembimbing, atas segala masukan dan bimbingan yang diberikan.
3. Ir. M Taufik Hidayat, MT., selaku dosen pembimbing, atas segala masukan dan bimbingan yang diberikan.
4. Ir. Wisnumurti, MT., selaku dosen penguji.
5. Seluruh teman-teman Sipil'05, atas kebersamaan dan kekompakan yang telah terjalin. Kita tetap SATU...!
6. Teman-teman kos Kertoasri 108 A, Kertosentono 73 B dan hura-hura gank. Terimakasih semuanya.
7. Serta semua pihak yang telah membantu selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini.

Saya menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Malang, Pebruari 2010

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEABSAHAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pembatasan Masalah	2
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Kegunaan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	5
2.2 Bambu	6
2.2.1 Anyaman Bambu	6
2.2.2 Gedeg	7
2.3 Beton Siklop	8
2.4 Material Pembentuk Beton Tanpa Pasir	8
2.4.1 Semen	9
2.4.2 Agregat Kasar (Limbah Beton)	9
2.4.3 Air	9
2.5 Perbandingan Semen – Agregat Kasar	10
2.6 <i>Shear Connector</i>	10

2.7	Panel Lapis Gedek	10
2.8	Struktur Komposit	11
2.9	Tegangan Geser Panel	13
2.91	Kuat geser panel lapis gedek	13
2.10	Hipotesis Penelitian	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	20
3.3	Jumlah dan Perlakuan Benda Uji	21
3.4	Prosedur Penelitian	21
3.5	Pemodelan Jarak <i>Shear Connector</i>	21
3.6	Pemodelan Pembebanan	22
3.7	Metode Pengambilan Data	23
3.8	Rancangan Penelitian	23
3.9	Analisa Data	24
3.9.1	Uji Keselarasan kai-kuadrat X^2 (<i>chi-square goodness-of-fit test</i>)	24
3.9.1.1	Kriteria Pengambilan Keputusan	24
3.9.2	Uji RAL(Rancangan Acak Lengkap)	24
3.9.2.1	Kriteria Pengambilan Keputusan	24
3.10	Variabel Penelitian	25
3.11	Diagram Alir Penelitian	26

BAB IV ANALISIS HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisa Bahan	27
4.1.1	Air	27
4.1.2	Anyaman Bambu	27
4.1.3	Beton Tanpa Pasir	27
4.2	Kuat Geser dan Modulus Elastis Bambu	27
4.3	Pengujian Kuat Tekan Beton Tanpa Pasir	28
4.4	Pengujian Panel	29

4.4.1 Grafik Pengujian Panel	30
4.5 Pembahasan	39
4.5.1 Analisis Lendutan Hasil Penelitian Terhadap Variasi <i>shear connector</i> dan Campuran Agregat	41
4.5.2 Perhitungan Terorisitas Beban Retak Panel Komposit Anyaman Bambu- Beton Tanpa Pasir	47
4.5.3 Perhitungan Teoritis Kuat Geser terhadap <i>Shear Connector</i>	51
4.6 Pengujian Hipotesa	51
4.6.1 Uji Keselarasan kai-kuadrat X^2 (<i>chi-square goodness-of-fit test</i>) .	51
4.6.1.1 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Keseragaman Setiap Kategori	52
4.6.2 Uji RAL (Rancangan Acak Lengkap)	55
4.6.2.1 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variabel <i>Shear Connector</i> dan Variabel Agregat-Semen terhadap Kuat Geser Panel komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir	55
4.6.2.2 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variabel <i>Shear Connector</i> dan Variabel Agregat-Semen terhadap Lendutan Panel komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir	57
4.6.2.3 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variabel <i>Shear Connector</i> dan Variabel Agregat-Semen terhadap Beban Batas Panel komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir	58
4.6.2.4 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variabel <i>Shear Connector</i> dan Variabel Agregat-Semen terhadap Beban Retak Panel komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir	59
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	:	Tegangan Geser Rata-rata Bambu	28
Tabel 4.2	:	Modulus Elastisitas Rata-rata Bambu	28
Tabel 4.3	:	Hasil Uji Tekan Sampel 1 :3	29
Tabel 4.4	:	Hasil Uji Tekan Sampel 1 :4.....	29
Tabel 4.5	:	Hasil Kuat Tekan Dan Kuat Geser Beton Tanpa Pasir	30
Tabel 4.6	:	Hasil Pembebanan Panel	31
Tabel 4.7	:	Hasil Lendutan Penel	31
Tabel 4.8	:	Rekapitulasi Pembebanan Panel Pada Retak Pertama	39
Tabel 4.9	:	Rekapitulasi Beban Batas Hasil Pengujian Panel Komposit	40
Tabel 4.10	:	Rekapitulasi Lendutan Hasil Pengujian Panel Komposit Saat Beton Tanpa Pasir Retak Pertama	45
Tabel 4.11	:	Rekapitulasi Lendutan Hasil Pengujian Panel Komposit Saat Beton Tanpa Pasir Retak Runtuh.....	46
Tabel 4.12	:	Hasil Perhitungan Kuat Geser Teoritis Hitung Panel Komposit	49
Tabel 4.13	:	Perbandingan Beban Retak Hasil Pengujian Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir dengan Hasil Perhitungan Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir	49
Tabel 4.14	:	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kuat Geser pada Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir Berdasarkan Variasi Campuran	50
Tabel 4.15	:	Hasil Pembebanan Panel (kg)	51
Tabel 4.16	:	Hasil Pembebanan Panel (kg)	51
Tabel 4.17	:	Pola Pemilihan Pembebanan Terhadap Agregat 1 : 3, SC 10 cm	51
Tabel 4.18	:	Pola Pemilihan Pembebanan Terhadap Agregat 1 : 4, SC 10 cm	51
Tabel 4.19	:	Pola Pemilihan Pembebanan Terhadap	

	Agregat 1 : 3, SC 15 cm	52
Tabel 4.20	: Pola Pemilihan Pembebanan Terhadap Agregat 1 : 4, SC 15 cm	53
Tabel 4.21	: Hasil Lendutan Panel (cm)	53
Tabel 4.22	: Hasil Lendutan Panel (cm)	53
Tabel 4.23	: Pola Pemilihan Lendutan Terhadap Agregat 1 : 3, SC 10 cm	54
Tabel 4.24	: Pola Pemilihan Lendutan Terhadap Agregat 1 : 4, SC 10 cm	54
Tabel 4.25	: Pola Pemilihan Lendutan Terhadap Agregat 1 : 3, SC 15 cm	54
Tabel 4.26	: Pola Pemilihan Lendutan Terhadap Agregat 1 : 4, SC 15 cm	55
Tabel 4.27	: Nilai kuat geser terhadap variabel bebas (variabel <i>shear connector</i> dan variabel agregat-semen)	55
Tabel 4.28	: Tabel 2-arah SC-AG	56
Tabel 4.29	: Analisis ragam untuk percobaan kuat geser	56
Tabel 4.30	: Nilai lendutan terhadap variabel bebas (variabel <i>shear connector</i> dan variabel agregat-semen)	57
Tabel 4.31	: Tabel 2-arah SC-AG	57
Tabel 4.32	: Analisis ragam untuk percobaan lendutan	57
Tabel 4.33	: Nilai beban batas terhadap variabel bebas (variabel <i>shear connector</i> dan variabel agregat-semen)	58
Tabel 4.34	: Tabel 2-arah SC-AG	58
Tabel 4.35	: Analisis ragam untuk percobaan beban batas	58
Tabel 4.36	: Nilai beban retak terhadap variabel bebas (variabel <i>shear connector</i> dan variabel agregat-semen)	59
Tabel 4.37	: Tabel 2-arah SC-AG	60

Tabel 4.38 : Analisis ragam untuk percobaan beban retak60



DAFTAR GAMBAR

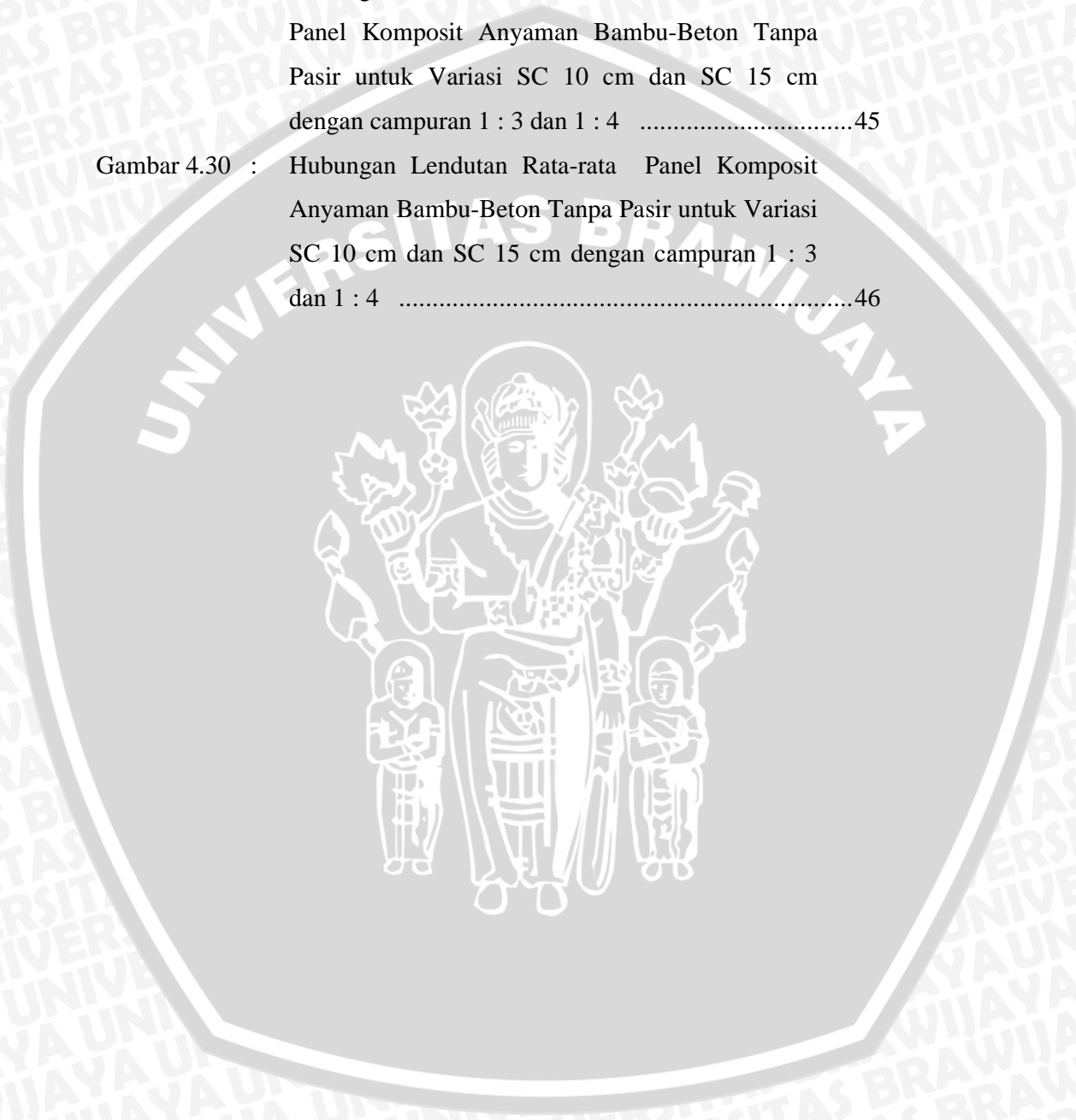
Gambar 2.1	: Jesin-jenis Anyaman Bambu	6
Gambar 2.2	: Gaya Transformasi	12
Gambar 2.3	: Diagram Tegangan	13
Gambar 2.4	: Diagram Gaya Lintang	14
Gambar 2.5	: Tegangan geser dalam sebuah balok empat persegi Panjang	14
Gambar 2.6	: Posisi shear connector pada sisi vertikal dan Horizontal	15
Gambar 2.7	: Benda uji dan pembebanan	15
Gambar 2.8	: Pola Retak Balok Tinggi	16
Gambar 2.9	: Tegangan Lentur Balok Tinggi untuk $L/h = 4$	17
Gambar 2.10	: Tegangan Lentur Balok Tinggi untuk $L/h = 2$	17
Gambar 2.11	: Tegangan Lentur Balok Tinggi untuk $L/h = 1$	17
Gambar 2.12	: Tegangan Lentur Balok Tinggi untuk $L/h < 1$	17
Gambar 2.13	: Tegangan balok tinggi (panel lapis gedek)	18
Gambar 3.1	: Rangka Pembebanan untuk Pelat Bujur Sangkar Penuh	22
Gambar 3.2	: Model Variasi Jarak <i>shear connector</i>	22
Gambar 4.1	: Lokasi titik <i>dial gauge</i> pada panel	30
Gambar 4.2	: Kurva beban-lendutan panel 1	32
Gambar 4.3	: Kurva beban-lendutan panel 2	32
Gambar 4.4	: Kurva beban-lendutan panel 3	32
Gambar 4.5	: Kurva beban-lendutan panel 4	33
Gambar 4.6	: Kurva beban-lendutan panel 5	33
Gambar 4.7	: Kurva beban-lendutan panel 6	33
Gambar 4.8	: Kurva beban-lendutan panel 7	34
Gambar 4.9	: Kurva beban-lendutan panel 8	34
Gambar 4.10	: Kurva beban-lendutan panel 9	34
Gambar 4.11	: Kurva beban-lendutan panel 10	35
Gambar 4.12	: Kurva beban-lendutan panel 11	35

Gambar 4.13 :	Kurva beban-lendutan panel 12	35
Gambar 4.14 :	Kurva beban-lendutan panel 13	36
Gambar 4.15 :	Kurva beban-lendutan panel 14	36
Gambar 4.16 :	Kurva beban-lendutan panel 15	36
Gambar 4.17 :	Kurva beban-lendutan panel 16	37
Gambar 4.18 :	Kurva beban-lendutan panel 17	37
Gambar 4.19 :	Kurva beban-lendutan panel 18	37
Gambar 4.20 :	Kurva beban-lendutan panel 19	38
Gambar 4.21 :	Kurva beban-lendutan panel 20	38
Gambar 4.22 :	Hubungan Beban Batas Rata-rata Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk Variasi SC 10 cm dan 15 cm deangan Campuran 1:3 dan 1:4	41
Gambar 4.23 :	Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 10 cm dan campuran 1 (semen) : 3 (agregat)	42
Gambar 4.24 :	Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 10 cm dan campuran 1 (semen) : 4 (agregat)	42
Gambar 4.25 :	Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 15 cm dan campuran 1 (semen) : 3 (agregat)	43
Gambar 4.26 :	Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 15 cm dan campuran 1 (semen) : 4 (agregat)	43
Gambar 4.27 :	Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 10 cm	44

Gambar 4.28 : Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 15 cm44

Gambar 4.29 : Hubungan Lendutan Retak Pertama Rata-rata Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk Variasi SC 10 cm dan SC 15 cm dengan campuran 1 : 3 dan 1 : 445

Gambar 4.30 : Hubungan Lendutan Rata-rata Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk Variasi SC 10 cm dan SC 15 cm dengan campuran 1 : 3 dan 1 : 446



DAFTAR SIMBOL

A_b	= Luas SC	(cm^2)
A_s	= Luas beton tanpa pasir	(cm^2)
a	= Jarak <i>shear connector</i> pada sisi vertikal	(cm)
B	= Lebar horizontal balok yang ditinjau	(cm)
b	= Jarak <i>shear connector</i> pada sisi horisontal	(cm)
bg	= Lebar benda uji bambu	(cm)
E_g	= Modulus elastisitas gedek/bambu	(kg/cm^2)
E_s	= Modulus elastisitas beton tanpa pasir	(kg/cm^2)
F_y	= Tegangan Baja Tarik	(kg/cm^2)
$f'c$	= Kuat tekan hancur beton tanpa pasir	(kg/cm^2)
h	= Tinggi panel	(cm)
hg	= Tinggi benda uji bambu	(cm)
I	= Momen inersia penampang melintang	(cm^4)
I_g	= Momen inersia bambu	(cm^4)
L	= Panjang bentang bersih panel	(cm)
L_g	= Panjang bentang benda uji bambu	(cm)
M_g	= Momen lentur bambu	(kg/cm^2)
n	= Rasio modulus anyaman bambu dan beton tanpa pasir	
P	= Beban maksimum panel	(kg)
P_{tumpu}	= Beban yang ditahan di tumpu	(kg)
Q	= Kapasitas penghubung geser	(kg)
t	= Tebal transformasi panel	(cm)
tg	= Tebal gedek	(cm)
ts	= Tebal beton tanpa pasir	(cm)
t	= Tebal transformasi	(cm)
V	= Gaya geser vertikal pada penampang yang ditinjau	(kg)
W_c	= Berat Volume beton siklop	(kg/cm^3)
Y_g	= Jarak dari garis netral ke serat tarik bambu	(cm)
τ	= Tegangan geser maksimum	(kg/cm^2)
$\tau_{\text{beton siklop}}$	= Kuat geser beton tanpa pasir	(kg/cm^2)
τ_{bambu}	= Tegangan lentur bambu	(kg/cm^2)
τ_b	= Tegangan geser SC	(kg/cm^2)

τ_s = Tegangan geser beton tanpa pasir (kg/cm²)

τ = Friksi antara gedek dengan beton tanpa pasir (kg/cm²)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Melihat kemajuan teknologi dalam era globalisasi saat ini menyebabkan semakin meningkat pula laju pembangunan fisik di Indonesia khususnya di bidang konstruksi. Seiring dengan pembangunan tersebut tentunya sangat dibutuhkan pemenuhan bahan bangunan sesuai dengan yang diperlukan. Selain itu juga diperlukan konstruksi yang kuat, mengingat baru-baru ini banyak terjadi gempa di Indonesia.

Kebanyakan bangunan rumah penduduk yang terkena gempa menggunakan dinding pasangan batu bata. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan teknologi bahan untuk mendapatkan alternatif bahan bangunan yang ada selain dinding pasangan batu bata agar kita dapat membangun rumah. Salah satu alternatif bahan bangunan tersebut adalah bambu dimana bambu tahan terhadap gempa tapi tidak tahan terhadap air, angin dan bahaya kebakaran.

Dalam pelaksanaan pembangunan, bambu banyak digunakan karena sifatnya yang ringan sehingga mudah pemakaiannya dan mudah untuk dipindahkan. Namun karena sifatnya yang ringan ini bambu mempunyai kelebihan dan kekurangan sehingga bambu harus dipadukan dengan bahan bangunan lain untuk menutupi kekurangan yang ada. Salah satunya adalah dengan membuat panel yang terdiri dari bambu dan beton. Dalam prakteknya bambu yang digunakan untuk panel berupa anyaman bambu (gedek) sehingga disebut panel lapis gedek. Panel lapis gedek terdiri dari tiga lapis gedek, ditengah-tengahnya diisi beton agar kedap suara, tahan api dan tidak tembus pandang. Dari penggunaan panel lapis gedek ini akan diperoleh beberapa keuntungan yaitu : ringan, murah, tahan gempa, tahan angin, dan tahan api.

Panel lapis gedek merupakan komposit dengan jenis bahan yang berbeda yaitu lapis gedek dan lapis beton. Oleh karena itu untuk menggabungkannya diperlukan adanya penghubung yaitu *shear connector*.

Pengaruh gempa terhadap suatu bangunan tergantung pada berat total bangunan itu sendiri. Semakin besar berat sendiri suatu bangunan maka bangunan tersebut akan semakin berbahaya apabila terjadi gempa. Meskipun berat sendiri panel lapis gedek sudah ringan namun lebih bagus lagi apabila ada bahan tambahan yang bisa lebih

memperingan panel lapis gedek tersebut. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan teknologi bahan untuk mendapatkan alternatif bahan bangunan baru yang dapat mengurangi berat sendiri dengan tidak mengurangi kekuatan nominal dari bangunan tersebut. Dalam hal ini alternatif yang akan dicoba adalah mengganti pasir dan kerikil sebagai bahan beton dengan limbah beton yang telah dihancurkan untuk panel lapis gedek. Panel lapis gedek yang terdiri dari campuran limbah beton yang dihancurkan, semen dan air ini bukan hanya bertujuan untuk mengurangi berat sendiri panel tersebut namun juga diharapkan mempunyai kekuatan yang sama atau bahkan lebih bila dibandingkan dengan panel lapis gedek yang terdiri dari campuran pasir, kerikil, semen dan air. Oleh karena itu untuk mengetahui kekuatan dari panel lapis gedek dengan bahan limbah beton ini maka dilakukan penelitian agar didapat data-data yang menyangkut kekuatan panel lapis gedek.

1.2 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terfokus pada tujuan yang ingin dicapai, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan di laboratorium.
2. Pengujian dilakukan pada pelat satu arah.
3. Tidak dilakukan pengujian khusus terhadap bambu.
4. Semen yang digunakan adalah Semen Gresik Tipe I.
5. Benda uji berupa pelat dengan perbandingan ukuran $l_y : l_x = 0,5 \text{ m} : 0,8 \text{ m}$.
6. Campuran beton tanpa pasir yang digunakan 1 (semen): 3 (agregat) dan 1 (semen): 4 (agregat).
7. Pelat tidak menggunakan tulangan baja tetapi menggunakan kawat NO.18 dengan diameter 1 mm sebagai *shear connector* .
8. Untuk kawat tidak dibahas dalam perhitungan.
9. Jarak kawat penghubung geser 10 cm dan 15 cm.
10. Jumlah benda uji untuk tiap variasi masing-masing 5 buah.
11. Agregat kasar yang digunakan adalah limbah beton yang didapat dari hasil praktikum beton mahasiswa Teknik Sipil Universitas Brawijaya yang diambil dari 50% agregat lolos di saringan 1/2" yang tertahan di saringan 3/8" dan 50% diambil dari agregat lolos di saringan 3/8".

12. Air yang digunakan berasal dari air bersih Perusahaan Air Minum (PDAM), Kodya Malang.
13. Jenis tumpuan adalah sendi-rol.
14. Letak beban berada ditengah bentang.
15. Pengujian dilakukan dengan menggunakan beban terpusat sejajar bidang dinding.
16. Beban yang ditinjau hanya beban geser.
17. Kuat geser yang ditinjau hanya kuat geser pada beban retak pertama.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan diatas maka dalam penelitian ini dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas, yaitu :

1. Apakah variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen berpengaruh terhadap variabel kuat geser ?
2. Apakah variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen berpengaruh terhadap variabel lendutan ?
3. Apakah variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen berpengaruh terhadap variabel beban batas ?
4. Apakah variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen berpengaruh terhadap variabel beban retak ?

1.4 Tujuan Penelitian

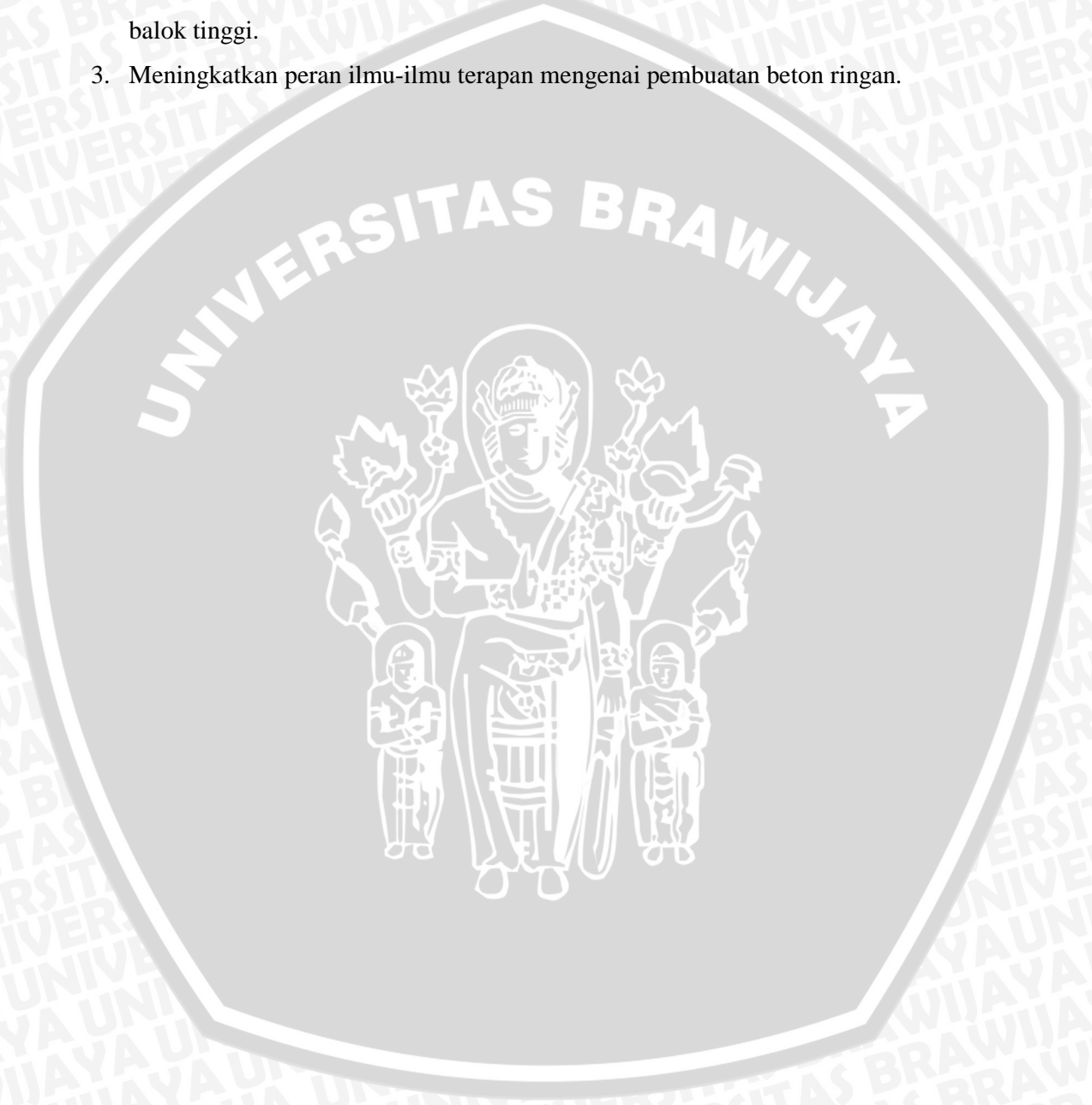
Tujuan penelitian skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen terhadap variabel kuat geser.
2. Untuk mengetahui pengaruh variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen terhadap variabel lendutan.
3. Untuk mengetahui pengaruh variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen terhadap variabel beban batas.
4. Untuk mengetahui pengaruh variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen terhadap variabel beban retak.

1.5 Kegunaan Penelitian

Program ini memiliki beberapa manfaat, diantaranya :

1. Memberikan konsep pada pemerintah dan masyarakat mengenai teknologi tepat guna dalam pembuatan panel beton ringan.
2. Memberikan konsep pada pemerintah dan masyarakat mengenai teknologi balok tinggi.
3. Meningkatkan peran ilmu-ilmu terapan mengenai pembuatan beton ringan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Bambu sudah dikenal oleh masyarakat sebagai bahan bangunan sejak lama. Menurut Dransfield dan Widjaja (1995) batang bambu yang terdiri atas sekitar 50% parenkim, 40% serat, 10% sel penghubung (pembuluh dan sieve tubes) dan susunan serat pada ruas penghubung antar buku memiliki kecenderungan bertambah besar dari bawah ke atas sementara parenkimnya berkurang, banyak digunakan dalam pembangunan. Hal ini dikarenakan batangnya memiliki sifat antara lain : kuat, ulet, lurus, rata, kertas, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan sehingga mudah diangkut. Selain itu bambu juga relatif lebih mudah didapat bila dibandingkan dengan bahan bangunan lain.

Batang bambu banyak digunakan sebagai bahan konstruksi untuk pembangunan rumah, jembatan, gedung, dan lain-lain. Pemanfaatannya antara lain dalam bentuk dinding, rangka kuda-kuda, tiang kasau atau kaso, lantai, pintu dan lain-lain. Selain itu muncul gagasan tentang penggunaan bambu sebagai alternatif tulangan atau kerangka pada beton untuk menggantikan besi baja. Hal ini didorong oleh suatu hasil pengujian tentang sifat mekanis bambu memiliki nilai kekuatan tarik (tegangan patah untuk tarikan) sebesar 1000-4000 kg/cm² yang setara dengan besi baja berkualitas sedang. Besarnya nilai kekuatan tarik dari bambu mempunyai potensi yang tinggi, murah, cukup kuat dan mempunyai kemampuan seperti besi baja sebagai tulangan. Dari beberapa penelitian mengenai bambu diketahui hal-hal sebagai berikut (Rudi Prasetyo, 2002 : 15):

Bambu yang diambil dan dibuat serat-serat dipilih pada batang terluar hingga kira-kira 2/3 ketebalan bambu. Untuk bambu pada bagian dalam tidak digunakan karena kondisinya rapuh dan mudah patah. Bambu pada bagian terluar merupakan bagian terkuat diantara bagian yang lainnya, apabila bagian kulit bambu tersebut dibengkok-bengkokkan maka akan sulit patah dibandingkan bagian yang lain. (Dransfield dan Widjaja, 1995).

- Modulus elastisitas bambu pada kondisi kering udara adalah berkisar antara 17000-20000 N/mm². Sedangkan pada kondisi basah antara 9000-10000 N/mm².

- Kuat tekan searah serat pada bambu bagian pangkal adalah 21.6 N/mm^2 , pada bagian tengah $26.6\text{-}41.4 \text{ N/mm}^2$ dan pada bagian ujung adalah $31\text{-}49.9 \text{ N/mm}^2$.
- Kuat geser pada bambu bagian pangkal adalah $6\text{-}9.5 \text{ N/mm}^2$, pada bagian tengah $6.1\text{-}11.3 \text{ N/mm}^2$ dan pada bagian ujung adalah $7.6\text{-}12.6 \text{ N/mm}^2$.

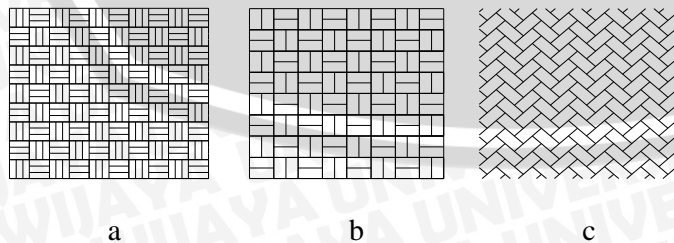
Selain hal-hal tersebut ada beberapa keuntungan dan kerugian yang diperoleh bila kita memilih bambu sebagai bahan konstruksi. Keuntungan yang diperoleh bila menggunakan bambu sebagai bahan konstruksi yaitu bambu memiliki bentuk bulat, padat dan kuat, tekstur bambu elastis dan jarang rusak, bambu ringan menyebabkan tahan terhadap gempa bumi. Sedangkan kerugiannya, antara lain rayap dapat menyerap bambu sehingga umur rumah bambu lebih pendek, bambu cepat terbakar sehingga rumah bambu memerlukan perlindungan terhadap bahaya kebakaran dan perlindungan terhadap beban angin. (Rudi Prasetyo, 2002 : 15)

2.2 Bambu

2.2.1 Anyaman Bambu

Anyaman bambu (gedek) diperoleh dari bambu yang sudah dibelah dan dianyam. Lembaran gedek memiliki ukuran yang bervariasi dan tergantung pada pengrajin yang membuat. Ukuran dari serat bambu berkisar antara 2 hingga 3 cm. Pemotongan serat bambu ini disesuaikan dengan lingkaran atau keliling batang bambu juga ketebalan dari bambu bagian luar hingga bagian dalam. Semakin besar keliling batang bambu dan semakin tebal batang bambu itu maka serat bambu yang dihasilkan akan semakin dapat divariasikan (Dransfield dan Widjaja, 1995).

Terdapat beberapa jenis anyaman bambu (gedek) yang ada dan umum digunakan di masyarakat. Jenis anyaman bambu dapat digambarkan seperti gambar 2.1 berikut ini (Rudi Prasetyo, 2002 : 16)



Gambar 2.1 Jenis-jenis anyaman bambu
(Sumber : Rudi Prasetyo, 2002 : 16)

Dalam penelitian ini digunakan anyaman bambu jenis (b). Melihat berbagai jenis dan bentuk penganyaman di atas, semua jenis tersebut dapat digunakan sebagai bahan untuk membuat dinding. Tetapi harus memenuhi beberapa syarat, yaitu tidak memiliki lubang yang berlebihan agar saat diberi spesi tidak keluar airnya dan anyaman tidak mudah lepas (Rudi Prasetyo, 2002 : 16).

2.2.2 Gedeg

Dari uji lentur dihitung tegangan lentur bambu dengan persamaan.

$$\sigma_{\text{bambu}} = \frac{Mg \cdot yg}{I_g}$$

Dimana: σ_{bambu} = tegangan lentur bambu (kg/cm²)

Mg = momen lentur bambu (kg.cm)

Ig = momen inersia bambu (cm²)

Yg = jarak dari garis netral ke serat tarik bambu (cm)

Sedangkan dari tegangan lentur bambu, nilai geser dapat dihitung dengan menurunkan persamaan sebagai berikut:



(model pengujian bambu)

$$\tau_{\text{maks}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{v}{b \cdot h} \quad \longrightarrow \quad v = \frac{1}{2} p \quad (2-1)$$

$$\tau_{\text{maks}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{p}{b \cdot h} \quad (2-2)$$

$$P = \frac{4}{3} \tau_{\text{maks}} b \cdot h \quad (2-3)$$

Pada titik geser nol, momen yang terjadi maksimum

$$M = \frac{1}{4} P \cdot L$$

Sesuai dengan lentur

$$M = \frac{\sigma \cdot I}{y} = \frac{\sigma \cdot \frac{1}{12} b \cdot h^3}{\frac{1}{2} h} = \frac{\sigma \cdot b \cdot h^2}{6}$$

Sehingga

$$\frac{1}{4} P.L = \frac{\sigma.b.h^2}{6}$$

$$6 P L = 4 \sigma b h^2$$

Substitusi (2-3) menjadi,

$$6 \frac{4}{3} \tau_{\text{maks}} b h L = 4 \sigma b h^2$$

$$\tau_{\text{bambu}} = \frac{\sigma_{\text{bambu}} \cdot h_g}{2L_g}$$

Dimana : τ_{bambu} = tegangan geser bambu (kg/cm²)

h_g = tinggi benda uji bambu (cm)

L_g = panjang bentang benda uji bambu (cm)

2.3 Beton Tanpa Pasir

Kekuatan geser beton tanpa pasir hasil analitis lebih sulit diperoleh secara eksperimental dibandingkan dengan percobaan-percobaan lainnya, karena sulit mengisolasi geser dari kekuatan – kekuatan lainnya, oleh karena itu kekuatan geser beton siklop ditentukan antara 20-30% dari kekuatan tekannya (Canstantin Avram,1981 : 322)

$$\tau_{\text{beton tanpa pasir}} = (0,2 - 0,3) f'c$$

dimana $f'c$ = kuat tekan hancur hancur beton tanpa pasir (MPa)

τ = kuat geser (kg/cm²)

Untuk mendapatkan kuat tekan beton tanpa pasir dilakukan uji tekan silinder berukuran 15 x 30 cm dengan variasi perbandingan campuran semen-agregat kasar.

$$f'c = \frac{\text{beban_hancur}}{\text{luas_penampang}}$$

2.4 Material Pengisi Panel

Beton tanpa pasir adalah beton yang mempunyai bahan pembentuk utama berupa semen dan agregat kasar. Semen dicampurkan pada saat agregat kasar dalam kondisi jenuh dan dibiarkan selama 28 hari dengan perawatan di dalam ruangan. Kandungan beton tanpa pasir 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 beton tanpa pasir. Pada umumnya fas dapat diambil sekitar 0.4

pencampuran sebaiknya dilakukan dengan memakai mesin pengaduk (molen). Proses pengadukan dilakukan dengan mencampurkan semen dan agregat kasar, kemudian ditambahkan air hingga merata.

2.4.1 Semen

Semen merupakan jenis pengikat hidrolis yang artinya dapat mengeras bila bereaksi dengan air. Senyawa-senyawa utama semen yaitu Trikalسيوم Silikat (C_3S), Dikalسيوم Silikat (C_2S), Trikalسيوم Aluminat (C_3A), Tetrakalسيوم Aluminoferrat (C_4AF). Dari senyawa tersebut, C_3S dan C_2S bersifat sebagai perekat dan member kekuatan pada semen bila bereaksi dengan air (Nawy, 1990 : 11).

Penambahan air pada semen akan menghasilkan pasta dan jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Dari keempat senyawa di atas yang mula-mula mengering adalah C_3A kemudian C_3S , sedangkan C_2S mengalami hidrasi secara perlahan-lahan. C_2S menghasilkan panas hidrasi yang lebih rendah dan mempengaruhi kekuatan tekan hancur pada umur yang lebih lanjut.

2.4.2 Agregat Kasar (Limbah Beton)

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70 % volume beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton. Seperti dengan alternatif pemanfaatan limbah beton sebagai agregat kasarnya.

Sebagai bahan untuk campuran beton, kerikil harus memenuhi beberapa syarat yaitu :

- Terdiri dari butir keras tidak berpori.
- Bersifat kekal, artinya tahan terhadap pengaruh cuaca.
- Tidak mudah pecah.
- Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % (dari berat kering), bila lebih maka kerikil harus dicuci.

Bentuk ideal dari batu pecah adalah mendekati kubus atau balok, bentuk tajam dan kasar akan membuat beton tidak ekonomis lagi sebab pemakaian semen akan besar untuk tercapainya sifat *workability*

2.4.3 Air

Air yang diperlukan pada pembuatan spesi agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen, untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah

pengerjaannya. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran spesi. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan-bahan kimia lain bila dipakai untuk campuran spesi akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen. Selain itu air yang demikian dapat mengurangi afinitas antara agregat dengan pasta semen dan mungkin pula mempengaruhi kemudahan pengerjaan. (Nawy, 1990 : 13).

2.5 Perbandingan Semen – Agregat Kasar

Perbandingan semen – agregat (S/A) merupakan perbandingan antara berat semen terhadap berat agregat atau perbandingan volume semen terhadap volume agregat kasar yang digunakan dalam satu campuran. Jika jumlah semen bervariasi sedangkan jumlah air yang terkandung dalam kering permukaan pada agregat adalah tetap, maka campuran tersebut bisa terjadi *workability* rendah. Ataupun campuran terlalu encer.

2.6 Shear Connector

Peranan penghubung geser (*shear connector*) tersebut berfungsi untuk memindahkan gaya geser dari elemen satu ke elemen lainnya. Dalam hal ini yang dimaksud adalah lapisan gedek dan lapisan beton siklop. Selain itu penghubung geser juga berfungsi untuk menahan agar tidak terjadi perpindahan vertikal (*vertical separation*) antar kedua bahan tersebut. Pada umumnya tahanan geser horizontal (*horizontal shear transfer*) merupakan kriteria yang menentukan dari suatu *shear connector* sehingga *shear connector* harus cukup kuat untuk menahan baik gaya vertikal maupun horizontal (Rudy Prasetyo, 2002 :15).

2.7 Panel Lapis Gedek

Panel lapis gedek merupakan campuran semen dan agregat kasar yang terdiri dari dua lapis. Kedua sisi luarnya dilapisi gedek (anyaman bambu) yang akan digunakan sebagai bahan bangunan lapisan dinding. Persyaratan dari pembuatan panel lapis gedek adalah (Rudy Prasetyo, 2002 :16) :

- Tepi potongan panel lapis gedek harus lurus, rata, tidak berkerut, sama tebalnya pada seluruh panjang lembaran. Bila diketuk perlahan-lahan dengan benda keras akan berbunyi nyaring yang menandakan bahwa lembaran tersebut tidak pecah atau retak.

- Permukaan potongan panel tidak menunjukkan retak-retak, kerutan-kerutan atau cacat lainnya yang dapat merugikan pemakaiannya. Permukaan lembaran harus rata.
- Penampang dinding harus menunjukkan campuran yang merata tidak berlubang atau terbelah.

2.8 Struktur Komposit

Dalam suatu struktur yang terdiri dari dua material pada masa dahulu selalu direncanakan secara terpisah karena dianggap keduanya bekerja sendiri-sendiri dalam menahan gaya yang bekerja. Hal ini terjadi karena lekatan antara dua material tersebut tidak dapat diandalkan. Tetapi dengan perkembangan dunia konstruksi, adanya penghubung geser baik dengan pengelasan maupun mekanis menjadi praktis untuk menahan gaya geser yang timbul diantara dua material saat struktur tersebut dibebani. (Salmon, 1991 : 345)

Dalam sistem komposit, perbedaan elemen struktur menyebabkan perbedaan modulus elastisitas. Sehingga untuk menghitung tegangan-tegangan yang terjadi diperlukan suatu cara yang disebut dengan Metode Transformasi (Metode Luas Pengganti).

Pada penampang komposit, terbentuk satu kesatuan untuk menerima beban, dalam hal ini antara gedek dengan beton tanpa pasir. Akibat beban dari luar, maka pada panel tersebut terjadi lenturan sehingga akan terjadi gesekan antara permukaan gedek dengan permukaan beton yang akan ditahan oleh *shear connector*.

$$\sigma's = \sigma s = (Ms.Ys) / I_{Ekivalen} = (Ms.(0,5ts)) / I_{Ekivalen} \quad (2-4)$$

Nilai Mg dan Ms dicari sebagai berikut :

$$M_{Total} / I_{Ekivalen} = M_g / (I_g / n) \quad (2-5)$$

$$M_{Total} / I_{Ekivalen} = Ms / Is \quad (2-6)$$

Nilai inersia penampang, I dicari sebagai berikut :

Inersia penampang beton :

$$Is = 1/12 \cdot B \cdot (t_s)^3 \quad (2-7)$$

Inersia penampang gedek :

$$I_g = 2 \cdot \{ 1/12 \cdot B \cdot (t_g)^3 + t_g \cdot B \cdot (0,5t_s + 0,5t_g)^2 \} \quad (2-8)$$

$$I_{Ekivalen} = n \cdot I_g + Is \quad (2-9)$$

$$n = Es / Eg \quad (2-10)$$

Dengan :

n = perbandingan antara modulus elastisitas beton tanpa pasir dan anyaman bambu

E_s = modulus elastisitas beton tanpa pasir (kg/cm²)

E_g = modulus elastisitas gedek (kg/cm²)

Modulus elastisitas beton dapat diperoleh menggunakan rumus pendekatan beton ringan untuk modulus elastisitas, berdasarkan (SK SNI T-15-1991-03) yaitu :

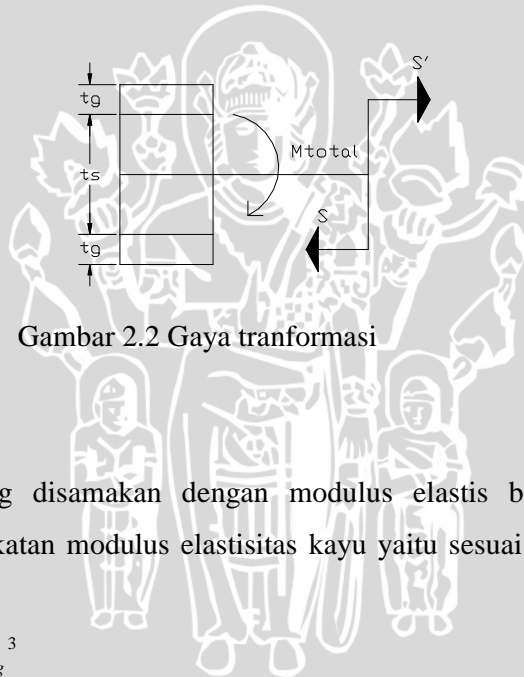
$$E_s = (WC)^{1,5} \times 0,043 \sqrt{f'c} \quad (\text{Mpa}) \quad (2-11)$$

Dengan :

WC = Unit massa pada beton (kg/m³)

$f'c$ = Kuat tekan beton (MPa)

Momen yang terjadi dapat digunakan dengan kopel yang bekerja pada kedua penampang gedek



Gambar 2.2 Gaya tranformasi

$$S = M_s / t_s \quad (2-12)$$

$$\sigma = S / A \quad (2-13)$$

Modulus elastisitas gedeg disamakan dengan modulus elastis bambu, dihitung berdasarkan rumus pendekatan modulus elastisitas kayu yaitu sesuai SK SNI M-29-1991-03

$$E_g = \frac{P.L_g^3}{4y.b_g.h_g^3} \quad (2-14)$$

Dimana : P = selisih pembebanan dari suatu tahap pembebanan ke tahap pembebanan berikutnya (kg)

L_g = panjang bentang pada uji lentur bambu (cm)

y = selisih lendutan dari satu tahap pembebanan ke tahap pembebanan sebelumnya (cm)

b_g = lebar benda uji bambu (cm)

h_g = tinggi benda uji bambu (cm)

E_g = modulus elastisitas lentur bambu (kg/cm^2)

Karena merupakan sistem komposit maka tebal yang dipakai adalah gedeg yang ditransformasikan ke beton tanpa pasir.

$$t = (t_s + 2 \cdot \frac{t_g}{n}) \tag{2-15}$$

Dimana: t_g = tebal gedeg (cm)

t_s = tebal beton tanpa pasir (cm)

t = tebal tranformasi (cm)

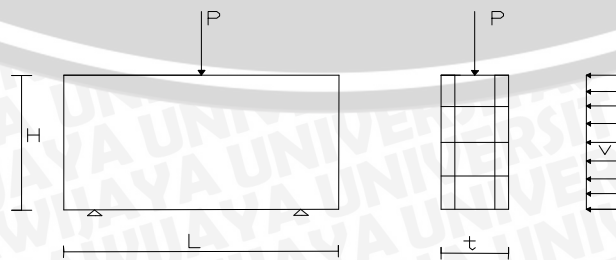
untuk mengkompositkan anyaman dan beton tanpa pasir diperlukan penghubung geser (*shear connector*)

2.9 Tegangan Geser Panel

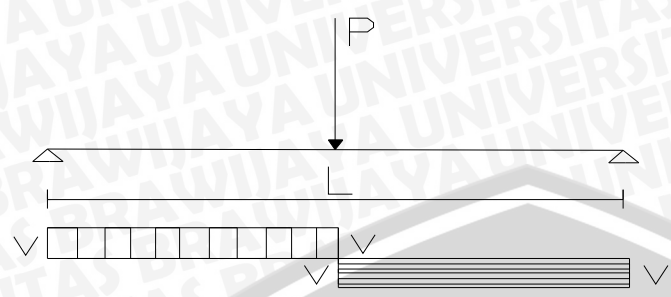
2.9.1 Kuat geser panel lapis gedek

Kuat geser yang dimaksudkan adalah kuat geser hasil pengamatan, yaitu kuat geser yang diperoleh dari hasil pengujian benda uji yang telah dipersiapkan. Pengujian dimaksudkan untuk menentukan apakah penampang dengan variasi jarak *shear connector* menahan beban pusat yang bekerja. Benda uji yang dipakai adalah panel lapis gedek dengan ukuran panjang 80 cm dan lebar 50 cm serta tebal panel ± 3 cm. Untuk melakukan uji geser, benda uji diletakkan di atas alat uji yang dibuat sedemikian rupa sehingga panel dapat tertumpu di kedua sisinya pada dudukan yang telah disediakan. Pada penelitian ini akan diuji kuat geser panel lapis gedek dengan variasi jarak *shear connector* ,yaitu: 10 cm dan 15 cm dengan memakai campuran 1 : 3 dan 1 : 4 pada setiap jarak *shear connector* untuk beton pengisi. Beban batas atau beban kritis adalah beban maksimum yang mampu ditahan sampai benda uji mengalami keruntuhan.

Tegangan geser (τ) dari panel lapis gedek adalah sebagai berikut:

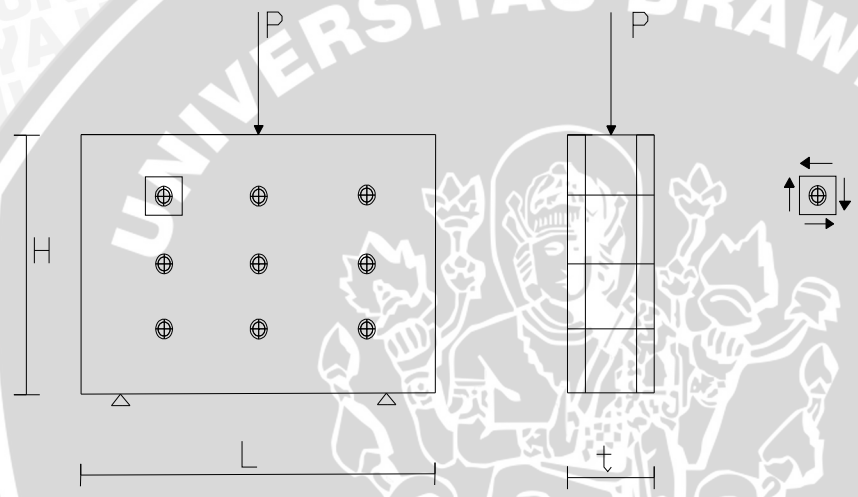


Gambar 2.3 Diagram tegangan



Gambar 2.4 Diagram gaya lintang

1. Analisis kekuatan *shear connector*



Gambar 2.5 Tegangan geser dalam sebuah balok empat persegi panjang

Jarak *shear connector* memiliki pengaruh terhadap kekuatan dinding. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.6. Bila *shear connector* dipasang dengan jarak yang sama pada sisi vertikal dan horisontal maka : $a = b$

Jarak antara *shear connector* = $0,5 a + 0,5 b$ dimana $a = b$ maka jarak antara *shear connector* juga akan sama dengan b .

Sehingga dapat diperoleh rumus (Daryanto,1996:68)=

$$P_{tumpu} > \tau \cdot a \cdot b \tag{2-16}$$

Bila $a = b$,maka :

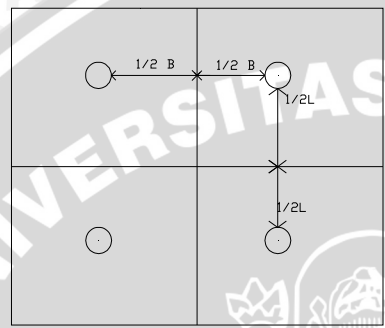
$$P_{tumpu} > \tau \cdot b^2 \tag{2-17}$$

Dimana: τ = friksi antara gedek dengan beton tanpa pasir

a = jarak *shear connector* pada sisi vertikal

b = jarak *shear connector* pada sisi horisontal

Dalam kondisi lebih renggang maka jumlah *shear connector* yang terpasang akan semakin sedikit, tegangan geser antara luas bidang kontak *shear connector* semakin besar, tegangan tumpu *shear connector* semakin besar sehingga kekuatan dinding juga akan semakin kecil. Demikian bila dipasang dalam kondisi yang lebih rapat maka jumlah *shear connector* yang terpasang akan lebih banyak, tegangan geser antara luas bidang kontak *shear connector* akan semakin kecil, tegangan tumpu *shear connector* semakin kecil sehingga kekuatan dinding akan semakin besar.



Gambar 2.6 posisi *shear connector* pada sisi vertikal dan horisontal (sumber: Rudi Prasetyo:28)

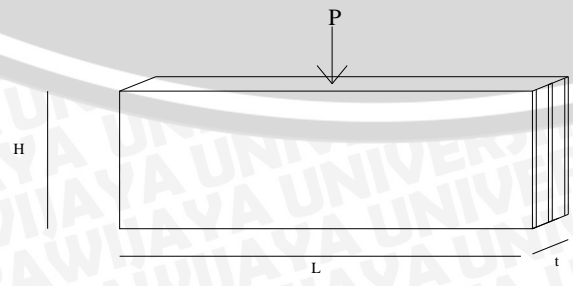
Untuk menghitung pengaruh *shear connector* digunakan rumus:

$$Q = A_s \cdot \tau_s + A_b \cdot \tau_b \tag{2-18}$$

Dimana:

- Q = Kapasitas penghubung geser (kg)
- A_s = Luas beton tanpa pasir (cm²)
- A_b = Luas SC (cm²)
- τ_s = Tegangan geser (kg/cm²)
- τ_b = Tegangan geser SC (kg/cm²)

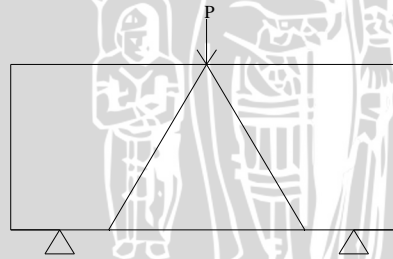
2. Analisis kekuatan penampang



Gambar 2.7 Benda uji dan pembebanan

Balok tinggi adalah suatu elemen struktur yang mengalami beban seperti pada balok biasa, tetapi mempunyai angka perbandingan tinggi/lebar yang besar, angka perbandingan bentang geser/tinggi tidak melebihi satu dan bidang geser kurang dari kira-kira dua kali tingginya (Nawy : 170). Contoh-contoh jenis elemen struktur ini antara lain dinding yang mengalami beban vertikal, balok bentang pendek yang mengalami beban sangat berat, dan dinding geser.

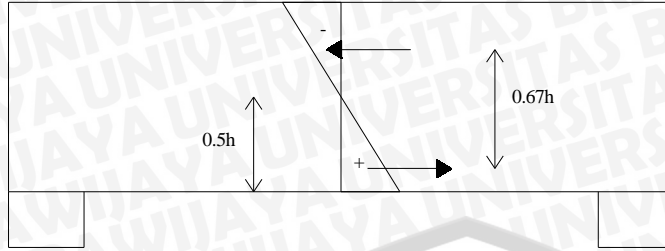
Tegangan-tegangan pada balok tinggi sebelum mengalami retak dapat dipelajari dengan memakai analisis elastis dua dimensi. Studi mengenai hal ini didapat bahwa hipotesa yang biasa dipakai, menyatakan bahwa bidang-bidang yang datar sebelum mengalami lentur tetap akan merupakan bidang datar setelah mengalami lentur, ternyata tidak berlaku pada balok tinggi. Distribusi regangannya tidak lagi linier dan deformasi geser yang diabaikan pada balok menjadi sesuatu yang cukup berarti. Sebagai akibatnya, balok tegangan menjadi nonlinier meskipun masih pada taraf elastis (George Winter.Arthur H.Nilson : 193). Pada keadaan limit dengan beban batas, distribusi tegangan tekan pada beton tidak akan lagi mengikuti bentuk parabola seperti yang digunakan pada balok biasa. Pada balok tinggi, biasanya tegangan tarik maksimum pada sisi bawah jauh melebihi besarnya tegangan tekan maksimum. Retak-retak pada balok tinggi hampir selalu vertikal, yang pada keadaan runtuh karena geser, balok ini hampir tergeser dari perletakkannya (Nawy : 173).



Gambar 2.8 Pola retak balok tinggi

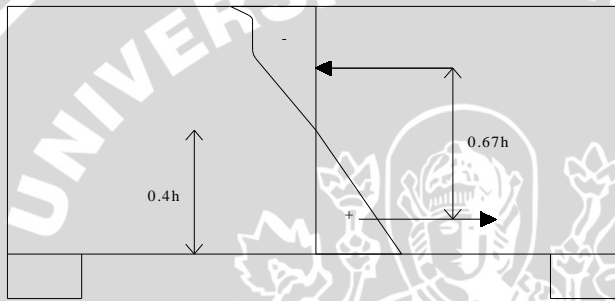
Distribusi tegangan lentur balok tinggi berdasarkan nilai rasio perbandingan bentang bersih/tinggi (L/h) dibagi menjadi 4 keadaan (R.Park dan T.Paulay : 702), yaitu:

1. Untuk $L/h = 4$ dan $h = L/4$



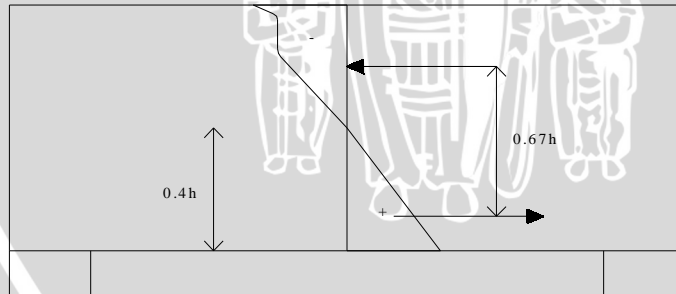
Gambar 2.9 Tegangan Lentur Balok Tinggi untuk $L/h = 4$

2. Untuk $L/h = 2$ dan $h = L/2$



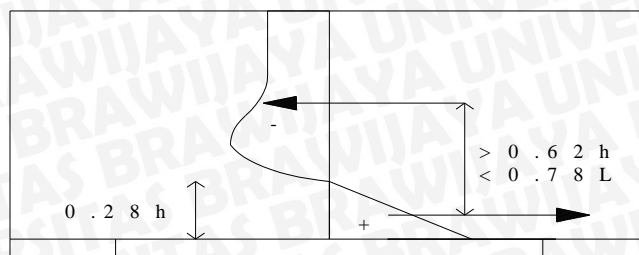
Gambar 2.10 Tegangan Lentur Balok Tinggi untuk $L/h = 2$

3. Untuk $L/h = 1$ dan $h = L$



Gambar 2.11 Tegangan Lentur Balok Tinggi untuk $L/h = 1$

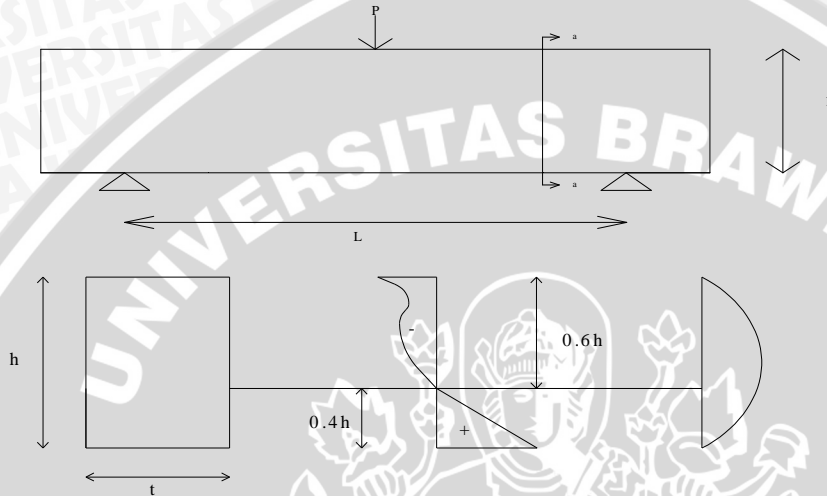
4. Untuk $L/h < 1$ dan $h > L$



Gambar 2.12 Tegangan Lentur Balok Tinggi untuk $L/h < 1$

Berdasarkan ukuran panel lapis gedek untuk $L/h = 75/50 = 1,5$ dan $h = 80/2 = 40$, maka tegangan panel lapis gedek dapat dimasukkan seperti pada kondisi 2 dan analisa kuat gesernya dapat dijelaskan seperti pada kondisi 2 dan analisa kuat gesernya dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Analisa kuat geser pada panel lapis gedek



Gambar 2.13 Tegangan balok tinggi (panel lapis gedek)

Tegangan geser dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\tau = \frac{V \cdot S}{t \cdot i} \quad (2-19)$$

Dimana :

$$V = \frac{1}{2} P$$

$$S = t \times 0.4h \times 0.2h = 0.08th^2$$

$$I = \frac{1}{12}th^3 + (t \times h) \times (0.1h)^2 = 0.0933th^3$$

Substitusi ke persamaan (2-19) menjadi :

$$\tau = \frac{Px \cdot 0,08 \cdot th^2}{2 \cdot tx \cdot 0,0933 \cdot th^3} \quad (2-20)$$

$$P = \frac{\tau \cdot t \cdot h}{0,4287} \quad (2-21)$$

Dimana:

τ = tegangan geser maksimum (kg/cm²)

P = beban maksimum panel (kg)

L = panjang bentang bersih panel (cm)

h = tinggi panel (cm)

t = tebal transformasi panel (cm)

Hubungan antara beton tanpa pasir dan gedek yang mempengaruhi kuat gaser panel dapat dilihat dari tebal transformasi yang dihasilkan, yaitu dengan variasi perbandingan tebal akan menghasilkan tebal transformasi yang berbeda, karena tebal transformasi berhubungan dengan modulus elastisitas bambu dan modulus elastisitas beton tanpa pasir. Dengan variasi perbandingan campuran agregat-semen akan didapat kuat tekan beton tanpa pasir yang berbeda.

Pada balok tinggi tegangan geser maksimum terjadi pada kondisi $0.28h$ dari serat bawah. Pada penelitian ini panel merupakan komposit dari 2 bahan, yaitu beton tanpa pasir dengan gedek. Sehingga untuk perhitungan beban maksimum yang terkecil antara beton tanpa pasir dengan gedek terhadap panel yang akan menentukan beban maksimum panel.

2.10 Hipotesis Penelitian

Dari kajian teori yang telah diuraikan di atas, maka dalam pengujian ini diambil hipotesa bahwa :

1. Terdapat pengaruh *shear connector* dan agregat-semen terhadap kuat geser.
2. Terdapat pengaruh *shear connector* dan agregat-semen terhadap lendutan.
3. Terdapat pengaruh *shear connector* dan agregat-semen terhadap beban batas.
4. Terdapat pengaruh *shear connector* dan agregat-semen terhadap beban retak.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi dan Laboratorium Struktur Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dimulai pada bulan Juni 2009 sampai dengan selesai.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- Satu set ayakan dengan *motorized dynamic shieve shaker* merek Forney.
- Timbangan.
- Sendok semen dan tongkat pemadat
- Cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm
- Alat uji tekan beton.
- Mesin pencampur beton (*concrete mixer*).
- Portal Pengujian (Frame Uji) kapasitas 15 ton
- Proving Ring kapasitas 10 ton
- Alat pengukur defleksi (*Dial Gauge*) dan *Dial Holder*
- Pompa hidrolik kapasitas 25 ton
- Digital Strain Meter
- Klem
- Lampu penerangan
- Pelat baja dengan tebal 2 cm

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Semen Portland tipe I produksi PT Semen Gresik.
- Agregat lolos saringan ½” dan agregat lolos saringan 3/8” yang berasal dari limbah beton.
- Air dari PDAM.
- Anyaman bambu ukuran 0,5 m x 0,8 m
- Pipa gas diameter 2,5 inch.
- Kayu bekisting meranti, dalam hal ini papan 2/20.

3.3 Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

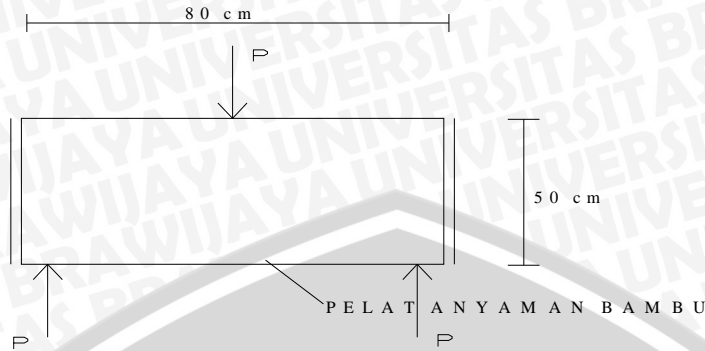
Dalam penelitian ini dibuat 20 benda uji pelat berukuran (80 x 50) cm, dengan:

- 10 buah adalah pelat dengan jarak penghubung geser 10 cm, terdiri dari 5 buah menggunakan campuran 1 : 3 dan 5 buah menggunakan campuran 1 : 4, dengan tebal 3 cm.
- 10 buah adalah pelat dengan jarak penghubung geser 15 cm, terdiri dari 5 buah menggunakan campuran 1 : 3 dan 5 buah menggunakan campuran 1 : 4 dengan tebal 3 cm.

Tumpuan dikedua sisi pelat adalah baja yang sangat kaku yang sudah ada dilabolatorium bahan dan konstruksi. Adanya tumpuan ini diharapkan akan berperilaku menjadi tumpuan sendi-rol dikedua sisi pelat.

3.4 Prosedur Penelitian

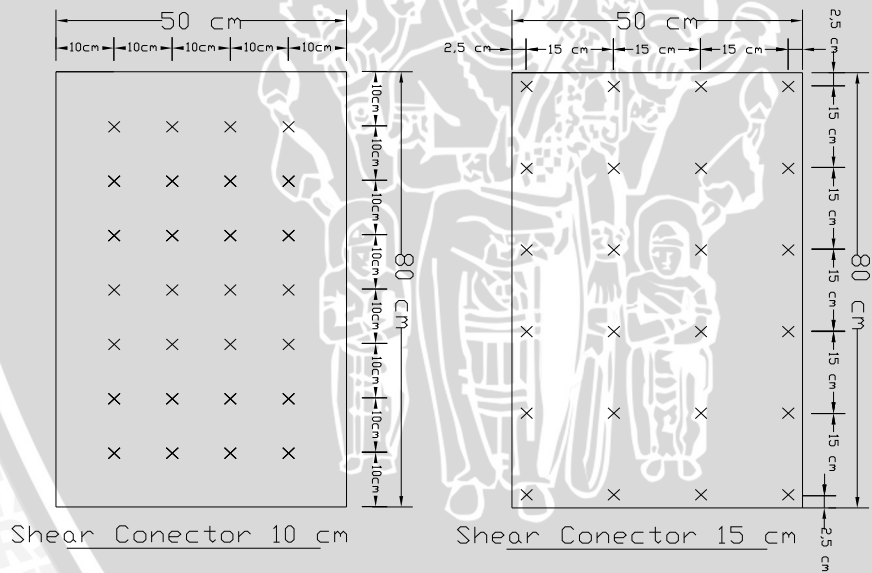
1. Analisa agregat kasar meliputi analisa gradasi, analisa kadar air, analisa berat jenis dalam keadaan SSD, analisa berat isi dan penyerapan agregat.
2. Rancangan campuran dibuat berdasarkan penelitian yang sudah ada 1 : 3 dan 1 : 4. Untuk mengetahui kuat tekan beton (f_c') maka dibuat 2 buah benda uji beton bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Pembuatan benda uji pelat berukuran 80 cm x 50 cm.
4. Perawatan (*curing*) pelat komposit bambu-beton tanpa pasir di dalam ruangan.
5. Pengujian silinder uji beton pada umur 28 hari untuk mengetahui besar kekuatan tekan dari campuran beton tanpa pasir.
6. Pengujian benda uji pelat setelah umur 28 hari.
7. Panel lapis gedek ditimbang beratnya setelah itu diletakkan horizontal, ditumpu pada kedua sudutnya dan diberi beban terpusat. Diamati hubungan beban dengan penurunan vertikal dan penyimpangan horisontal dari panel lapis gedek



Gambar 3.1. Rangka pembebanan untuk pelat bujursangkar penuh.

3.5 Pemodelan Jarak *Shear Connector*

Dalam penelitian ini, perlakuan yang berbeda yaitu pada variasi *Shear Connector*. Pemodelan dapat dilihat pada Gambar 3.2:



Gambar 3.2 Model variasi jarak *Shear Connector*

3.6 Pemodelan Pembebanan

Setelah dilakukan pengecoran dan pembongkaran bekisting pelat dan balok, maka akan dimulai pengujian. Pengujian ini dilakukan pada saat umur beton 28 hari sejak pengecoran. Pelat diletakkan pada rangka pembebanan kemudian mulai ditekan dengan alat uji tekan. Setelah peralatan uji siap pada rangka pengujian, pembebanan mulai dilakukan secara bertahap sampai mencapai beban maksimum saat benda uji

mulai menampakkan retak tekan pada pelat. Adapun rangka pembebanan untuk pelat dapat dilihat pada gambar di atas. Dari alat uji tekan akan didapatkan besar beban terpusat Pu.

3.7 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan pengujian benda uji sebanyak lima buah, baik untuk pelat dengan jarak penghubung geser 10 cm dengan campuran 1 (semen) :3 (agregat kasar) dan 1 (semen): 4 (agregat kasar) dan jarak penghubung geser 15 cm dengan campuran 1 (semen) : 3 (agregat kasar) dan 1 (semen) : 4 (agregat kasar). Pengambilan data dengan mencatat besarnya beban yang diberikan pada saat keruntuhan mulai terjadi.

3.8 Rancangan Penelitian

Adapun rancangan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

P (kg)	Defleksi (mm)				
	Panel jarak <i>shear conector</i> 10 cm,1:3				
	I	II	III	IV	V
0
1
2
3
...
...
...
Pu

P (kg)	Defleksi (mm)				
	Panel jarak <i>shear conector</i> 10 cm,1:4				
	I	II	III	IV	V
0
1
2
3
...
...
...
Pu

P (kg)	Defleksi (mm)				
	Panel jarak <i>shear conector</i> 15 cm,1:3				
	I	II	III	IV	V
0
1
2
3
...
...
...
Pu

P (kg)	Defleksi (mm)				
	Panel jarak <i>shear conector</i> 15 cm,1:4				
	I	II	III	IV	V
0
1
2
3
...
...
...
Pu

Setelah data diambil, maka akan dibuat sebuah grafik yang menghubungkan antara besarnya pembebanan (kg) yang diberikan pada pelat hingga mencapai keruntuhan dengan besarnya lendutan yang terjadi (mm). Proses pemberian beban dihentikan ketika alat pembaca lendutan (*dial gauge*) sudah tidak mengalami perubahan lagi atau *strain gauge* sudah tidak terbaca lagi.

3.9 Analisis Data

3.9.1 Uji Keselarasan kai-kuadrat X^2 (*chi-square goodness-of-fit test*)

Dalam data pengujian 20 benda uji panel lapis gedek diuji keselarasan kai-kuadrat X^2 (*chi-square goodness-of-fit test*) untuk mengetahui keseragaman antara frekuensi-frekuensi teramati dan frekuensi-frekuensi harapan untuk setiap katagori. Dengan demikian, jika hipotesis nol benar, diharapkan adanya keseragaman antara frekuensi-frekuensi teramati dan frekuensi-frekuensi harapan untuk setiap katagori.

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Ket:

O_i = frekuensi teramati

E_i = frekuensi harapan

X^2 = nilai kai-kuadrat

H_0 : Sampel telah ditarik dari sebuah populasi yang distribusi populasi seragam.

H_1 : Sampel telah ditarik dari sebuah populasi yang distribusi populasi tidak seragam.

3.9.1.1 Kriteria Pengambilan Keputusan

Dari uji keselarasan kai-kuadrat X^2 (*chi-square goodness-of-fit test*) tersebut didapat harga X^2 hitung. Apabila X^2 hitung $>$ X^2 tabel berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sebaliknya apabila X^2 hitung $<$ X^2 tabel berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak.

3.9.2 Uji RAL (Rancangan Acak Lengkap)

Hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian 20 benda uji panel lapis gedek kemudian dianalisis statistik. Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variabel *shear connector* dan variabel semen-agregat terhadap variabel terikat. Pada hasil percobaan

dilakukan uji statistik, menggunakan analisis varian dua arah dengan metode RAL dengan 5 ulangan :

H_0 : hipotesis awal, yang menyatakan tidak adanya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat.

H_1 : hipotesis alternatif, yang menyatakan ada pengaruh variabel bebas variabel terikat.

Cara Metode RAL :

$$FK = (\sum_{sc} \sum_{ag} Y_{scag})^2 / n$$

$$JK_{Total} = (\sum_{sc} \sum_{ag} Y_{scag}^2) - FK$$

$$JK_{Perlakuan} = \sum_{sc} \sum_{ag} (\sum Y_{scag}^2) / n - FK$$

$$JK_{Galat} = JK_{total} - JK_{perlakuan}$$

$$JK_{SC} = \sum_{sc} (\sum_{ag} Y_{scag})^2 / n - AGi - FK$$

$$JK_{AG} = \sum_{ag} (\sum_{sc} Y_{scag})^2 / n - SCi - FK$$

3.9.2.1 Kriteria Pengambilan Keputusan

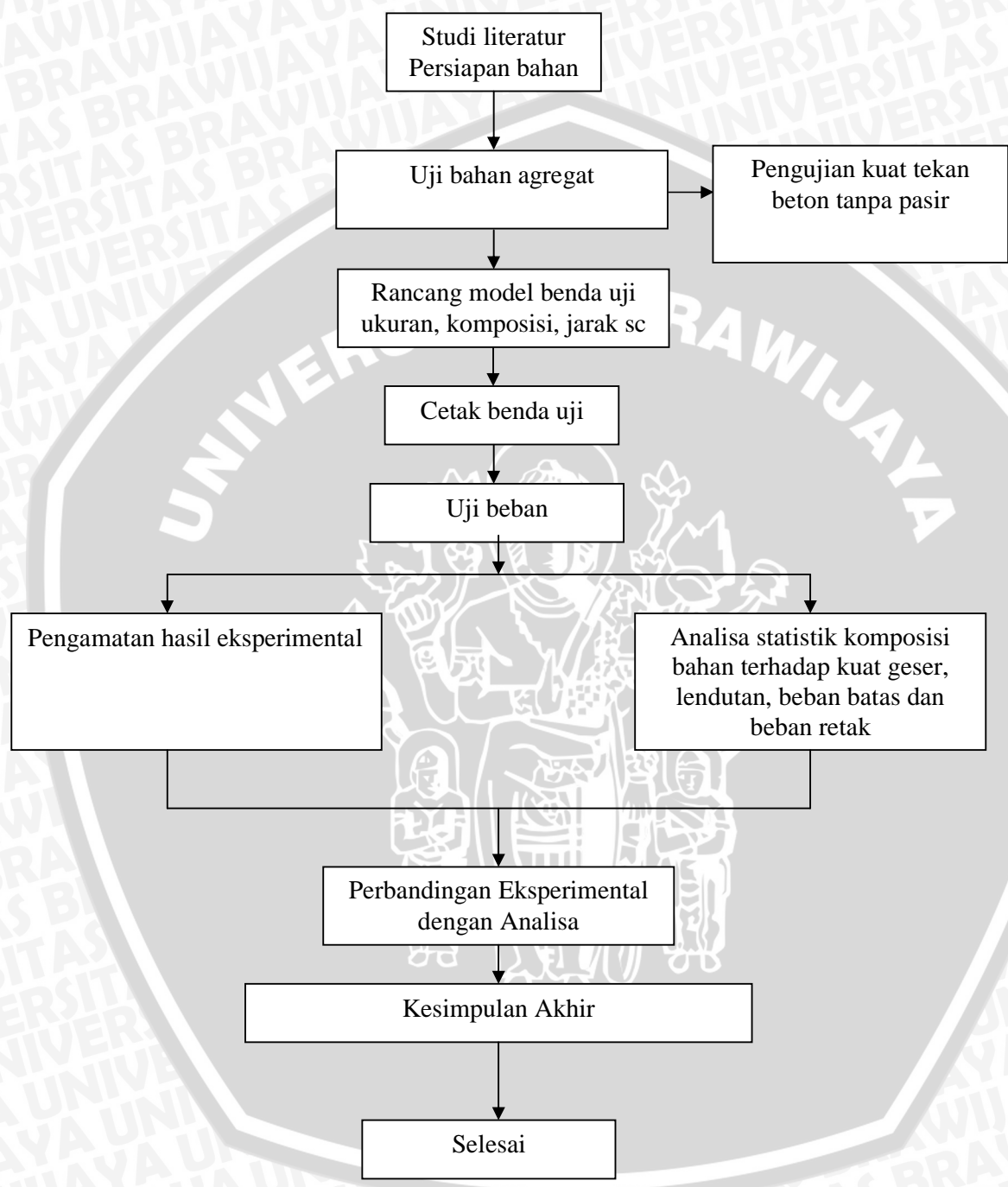
Dari analisis data secara statistik tersebut didapat harga F hitung. Apabila F hitung $>$ F tabel berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima. Sebaliknya apabila F hitung $<$ F tabel berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak.

3.10 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel Bebas (*independent variable*) : variabel yang perubahannya bebas ditentukan peneliti. Dalam penelitian ini, variabel bebas adalah jarak *shear connector* dan perbandingan campuran semen-agregat .
2. Variabel Terikat (*dependent variable*) : variabel yang tergantung pada variabel bebas. Dalam penelitian ini, variabel terikat adalah kuat geser, lendutan, beban batas dan beban retak.

3.11 Diagram Alir Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Bahan

Analisa bahan dilakukan sebelum pembuatan benda uji, analisa ini digunakan untuk mengetahui spesifikasi dari bahan tersebut. Beberapa bahan yang digunakan dalam campuran beton antara lain agregat (limbah beton), dan semen. Untuk analisa agregat meliputi, analisa analisa gradasi butiran, dan kadar air. Sedangkan untuk semen dan air tidak dilakukan analisa, tetapi untuk perlakuan kedua bahan ini disesuaikan dengan aturan yang berlaku. Dengan dilakukan analisa bahan-bahan, maka dapat digunakan untuk melakukan variasi campuran yang telah direncanakan.

Selain bahan-bahan tersebut, dalam pembuatan benda uji pelat juga dilakukan analisa terhadap bambu yang digunakan. Analisa yang dilakukan yaitu uji tarik, yang nantinya dapat digunakan dalam melakukan analisa pelat itu sendiri.

4.1.1 Air

Air yang digunakan untuk pembuatan campuran beton adalah air biasa yang didapat dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Malang yang sudah umum digunakan, sehingga tidak perlu diadakan penelitian.

4.1.2 Anyaman Bambu

Gedek dibuat dari anyaman, dipotong dengan ukuran (80 x 50)cm. Gedek juga dilapisi dengan vernis untuk menutupi lubang-lubang pori bambu sehingga dapat kedap air.

4.1.3 Beton Tanpa Pasir

Semen yang digunakan semen Gresik tipe I. Semen harus dalam kondisi bagus yaitu tidak mengeras (membentuk gumpalan-gumpalan). Agregat kasar (kerikil) yang digunakan adalah limbah beton yang telah dihancurkan dan tidak mengandung debu. Dengan menggunakan perbandingan campuran 1 : 3 dan 1 : 4 .

4.2 Kuat Geser dan Modulus Elastis Bambu

Nilai modulus elastis bambu diperoleh dari penelitian sebelumnya. Bambu yang digunakan terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap kuat tekan pada arah sejajar serat dan tegak lurus serat. Dari uji data bambu didapatkan grafik hubungan tegangan regangan bambu. Berdasarkan grafik tersebut maka nilai modulus elastis

bambu dapat diperoleh dari kemiringan grafik hasil regresi. Nilai modulus elastisitas bambu didapat dari rata-rata antara modulus elastisitas bambu sejajar serat dan modulus elastisitas bambu tegak lurus serat. Selengkapnya akan diberikan pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Tegangan Geser Rata-rata Bambu

No	Bagian	Tegangan Geser (kg/cm ²)	Jumlah (kg/cm ²)	Tegangan Geser Rata-rata (kg/cm ²)
1	atas	137,48567 161,56463 110,54422	409,5954	123,5144
2	Tengah	167,4354 110,238 128,89366	406,5670	
3	Bawah	124,14966 99,12536 72,19214	295,4677	

Sumber : Rudi Prasetyo, 2002

Tabel 4.2 Modulus Elastisitas Rata-rata Bambu

No	Bagian	Sejajar serat (kg/cm ²)	Tegak lurus serat (kg/cm ²)
1	Atas	837183 837183 647411	2296,1
2	Tengah	688442 999454 1000000	1463,8
3	Bawah	466047 808066 815367	1692,3
E		738688	1817,4
E rata-rata		370252,5889	

Sumber : Rudi Prasetyo, 2002

4.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Tanpa Pasir

Campuran spesi yang digunakan adalah 1 : 3 dan 1 : 4 dengan menggunakan perbandingan volume semen dan agregat limbah beton. Kemudian dilakukan proses pengecoran dan diambil 2 buah sampel pada setiap variasi, dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm pada saat awal pengecoran, untuk 20 buah panel kemudian

diuji kuat tekannya setelah berumur lebih dari 28 hari. Adapun data yang diperoleh dari hasil 2 variasi uji tekan adalah sebagai berikut

Tabel 4.3. Hasil Uji Tekan Sampel

Pengujian Beton Tanpa

Pasir 1:3

ø 15 Cm

t=30 Cm

Benda Uji	A (Cm2)	P (Kg)	$\sigma = P/A$
1	176.625	14200	80,3963
2	176.625	16700	94,5506
			174,9469

σ rata-rata = 87,47345Kg/Cm²

Sumber : Hasil Pengujian

Pada hasil pengujian kuat tekan agregat tersebut diperoleh σ rata-rata 87.47345 Kg/Cm²

Tabel 4.4. Hasil Uji Tekan Sampel

Pengujian Beton Tanpa

Pasir 1:4

ø 15 Cm

t=30 Cm

Benda Uji	A (Cm2)	P (Kg)	$\sigma = P/A$
1	176.625	11005.94	62.3125
2	176.625	12418.92	70.3124
			132.6249

σ rata-rata = 66.31245 kg/Cm²

Sumber : Hasil Pengujian

Pada hasil pengujian kuat tekan agregat tersebut diperoleh σ rata-rata 66.31245 Kg/Cm²

Kuat geser beton tanpa pasir dapat dihitung dengan menggunakan rumus, yaitu :

$$\tau_{\text{beton tanpa pasir}} = (0,2 - 0,3) f'c \text{ (Constantin Avram,1981)}$$

dimana :

$f'c$ = kuat tekan hancur beton tanpa pasir (kg/cm²)

$\tau_{\text{beton tanpa pasir}}$ = kuat geser beton tanpa pasir (kg/cm²)

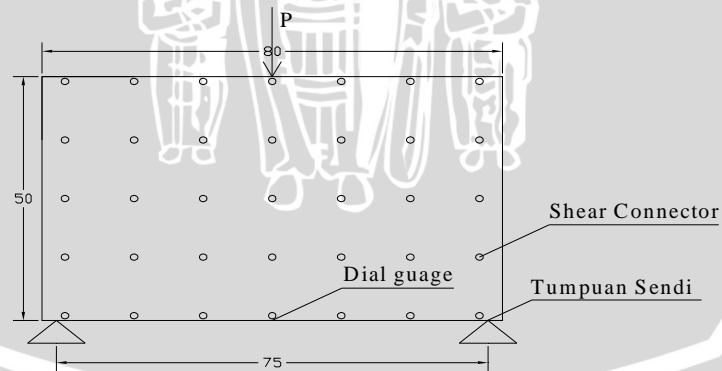
Tabel 4.5 Hasil Kuat Tekan Dan Kuat Geser Beton Tanpa Pasir

Variasi	f_c (kg/cm ²)	τ (kg/cm ²)
1 : 3	87.47345	0.262
1 : 4	66.31245	0.199

4.4 Pengujian Panel

Benda uji berupa panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir dengan ukuran 80 cm x 50 cm x 3 cm. Diuji dengan jarak tumpuan 75 cm. Pengujian lendutan dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan pemberian beban secara bertahap.

Pengujian panel dilakukan dengan memberikan beban melalui proving ring dengan dibantu besi diameter 2 cm sebagai media pemerataan beban. Beban yang diberikan adalah beban terpusat. Pengamatan lendutan dilakukan dari bagian bawah panel. Segala kejadian pada proses pengujian diamati dan dicatat. Juga dilakukan pembacaan dial gauge untuk mengetahui besar beban yang bekerja dilakukan pembacaan dial gauge yang diletakkan pada sisi bawah panel. Untuk mengetahui besarnya lendutan, pembebanan dihentikan karena saat pembacaan dial gauge berhenti dan tidak dapat bergerak naik lagi. Proses pembebanan digunakan untuk semua benda uji dengan *shear connector* 10 cm dan *shear connector* 15 cm dengan campuran agregat semen 1 : 3 dan 1 : 4.



Gambar 4.1. Lokasi titik *dial gauge* pada panel

Data beban maksimum (P_{max}) pengujian panel pembacaan *dial gauge* dengan kalibrasi satu strip pada *dial gauge* sebesar 23 kg. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini :

Tabel 4.6 Hasil Pembebanan Panel (kg)

Panel	Variasi shear connector dan agregat-semen			
	SC 10cm		SC 15cm	
	1 : 3	1 : 4	1 : 3	1 : 4
1	57.5	57.5	126.5	92
2	80.5	57.5	103.5	92
3	57.5	80.5	103.5	126.5
4	69	69	80.5	92
5	69	69	115	69

Data lendutan maksimum (Δ_{max}) pengujian panel pembacaan *dial gauge* . Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah ini :

Tabel 4.7 Hasil Lendutan Panel (mm)

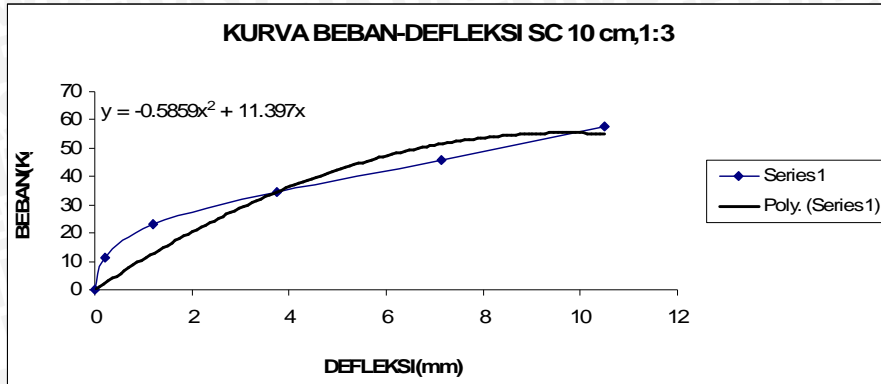
Panel	Variasi shear connector dan agregat-semen			
	SC 10cm		SC 15cm	
	1 : 3	1 : 4	1 : 3	1 : 4
1	10.5	8.7	11.8	10.5
2	12.25	9.3	9.5	11
3	7.65	10.5	11.9	12.05
4	8.5	8.4	7.1	9.25
5	5.5	8.75	9.5	8.35

4.4.1 Grafik Pengujian Panel

Dari hasil penelitian dapat digambarkan grafik hubungan antara beban dan lendutan. Secara teoritis kurva yang terbentuk dapat diidealisasikan menjadi bintang tiga garis lurus. Dimana regresi terjadi dalam tiga tahap sebelum terjadinya *rapture* atau keruntuhan yaitu tahap praretak, tahap pasca retak dan tahap pembebanan maksimum.

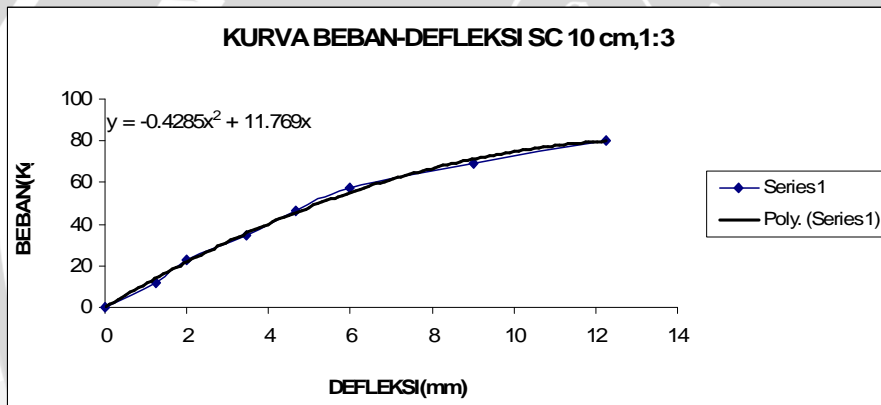
Namun mengingat keragaman data maka regresi linier akan sangat sulit dilakukan. Hal ini disebabkan karena batas antara tahapan pada grafik tersebut belum tentu terlihat dengan jelas. Dengan pertimbangan ini, maka regresi yang dilakukan adalah regresi yang paling mendekati seluruh titik pembacaan, regresi yang digunakan adalah regresi polinomial orde 2.

Grafik hubungan beban dan lendutan panel dengan SC 10cm dan perbandingan 1 (semen) : 3 (agregat)



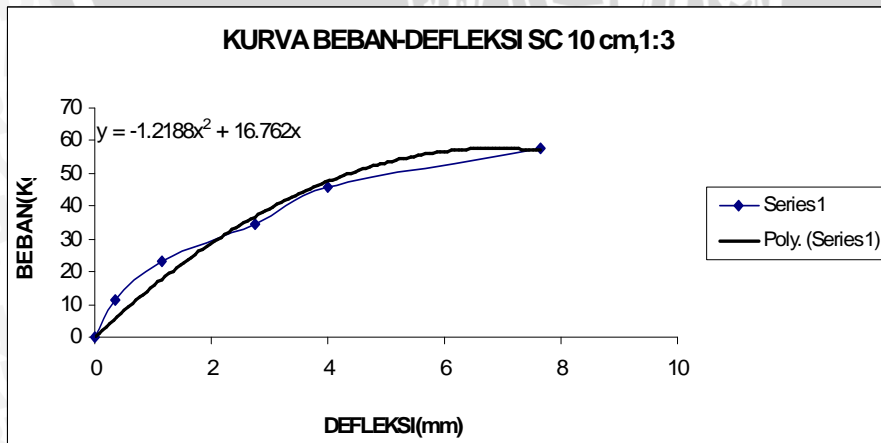
I	
Berat: 17 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.2
23	1.2
34.5	3.75
46	7.15
57.5	10.5

Gambar 4.2 : Kurva beban- lendutan panel 1



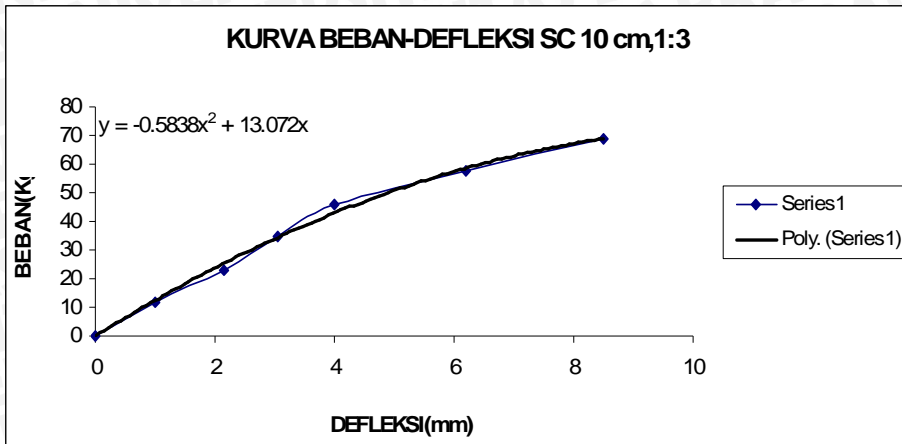
II	
Berat: 15.3 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	1.25
23	2
34.5	3.45
46	4.65
57.5	6
69	9
80.5	12.25

Gambar 4.3 : Kurva beban- lendutan panel 2



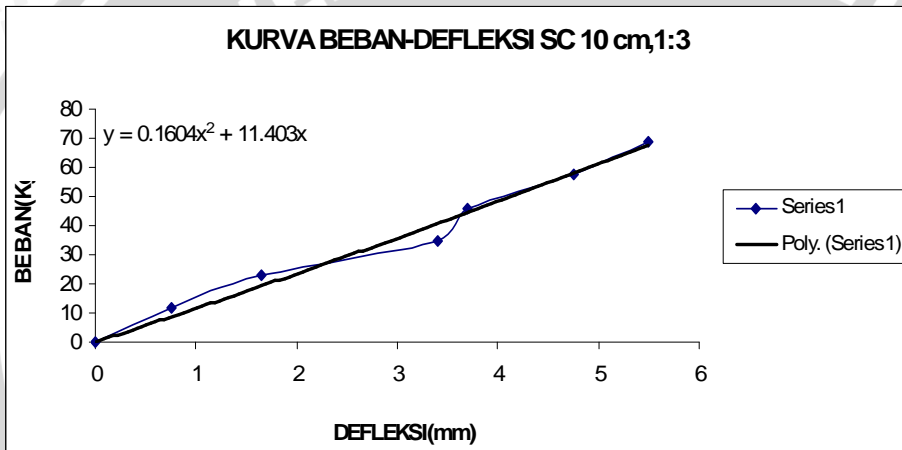
III	
Berat: 15 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.35
23	1.15
34.5	2.75
46	4
57.5	7.65

Gambar 4.4 : Kurva beban- lendutan panel 3



V	
Berat: 14.7kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	1
23	2.15
34.5	3.05
46	4
57.5	6.2
69	8.5

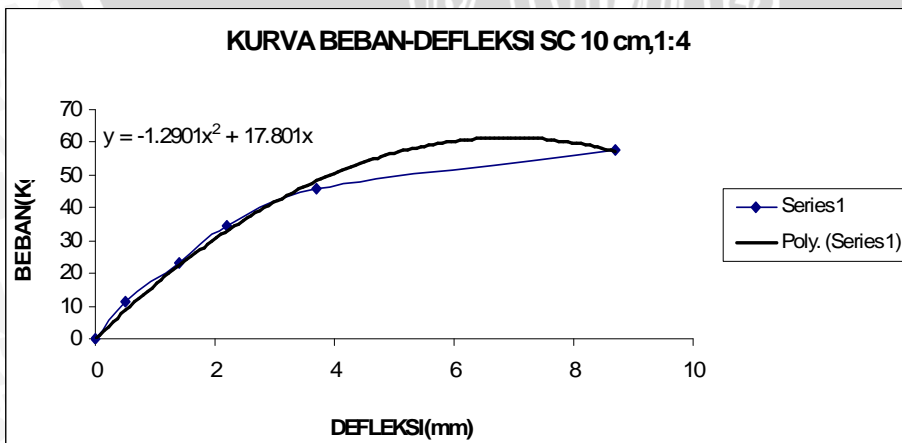
Gambar 4.5 : Kurva beban- lendutan panel 4



V	
Berat: 18 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.75
23	1.65
34.5	3.4
46	3.7
57.5	4.75
69	5.5

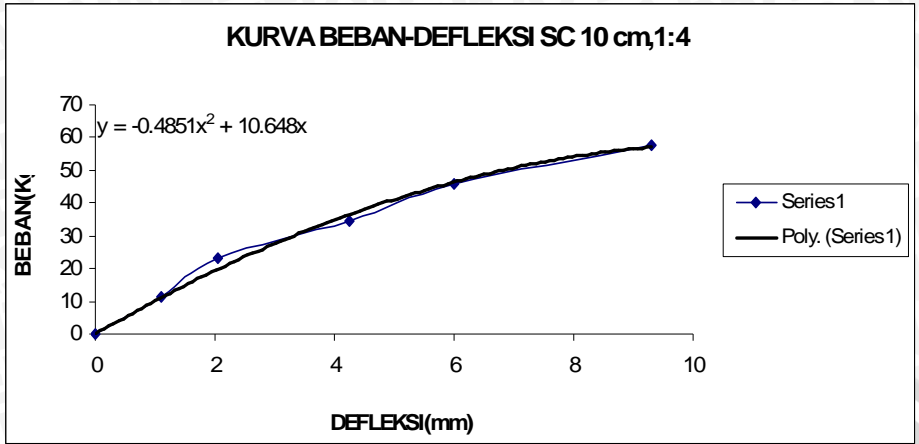
Gambar 4.6 : Kurva beban- lendutan panel 5

Grafik hubungan beban dan lendutan panel dengan SC 10cm dan perbandingan 1 (semen) : 4 (agregat)



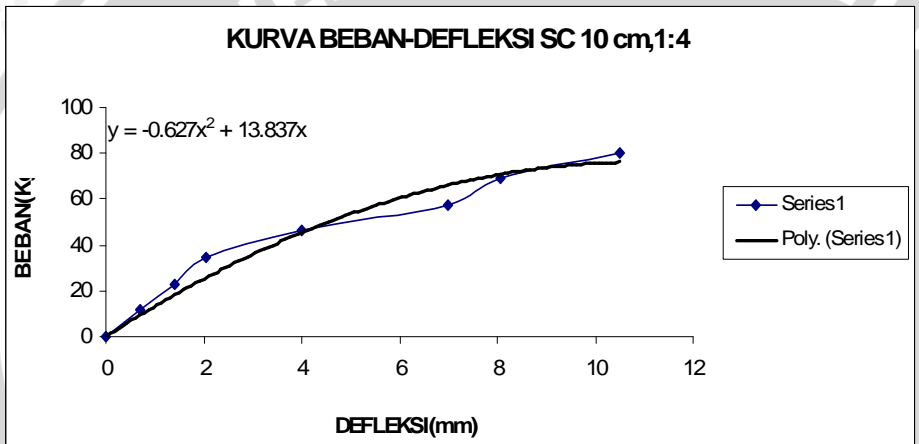
I	
Berat: 14 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.5
23	1.4
34.5	2.2
46	3.7
57.5	8.7

Gambar 4.7 : Kurva beban- lendutan panel 6



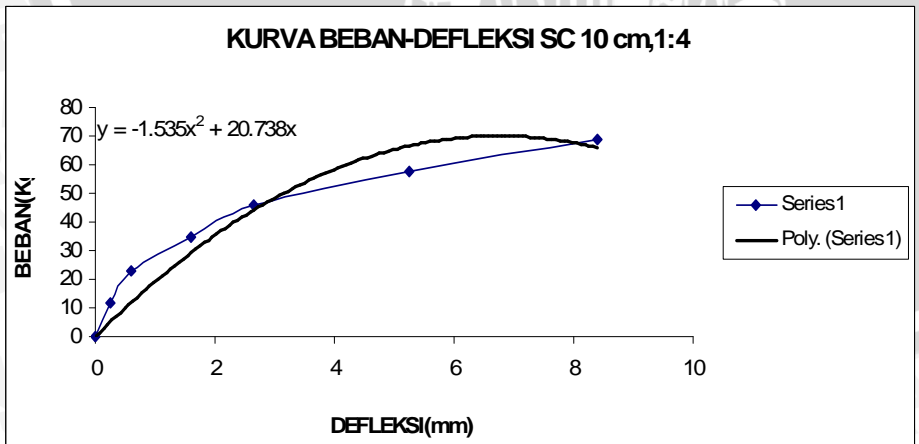
II	
Berat: 14.2 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	1.1
23	2.05
34.5	4.25
46	6
57.5	9.3

Gambar 4.8 : Kurva beban- lendutan panel 7



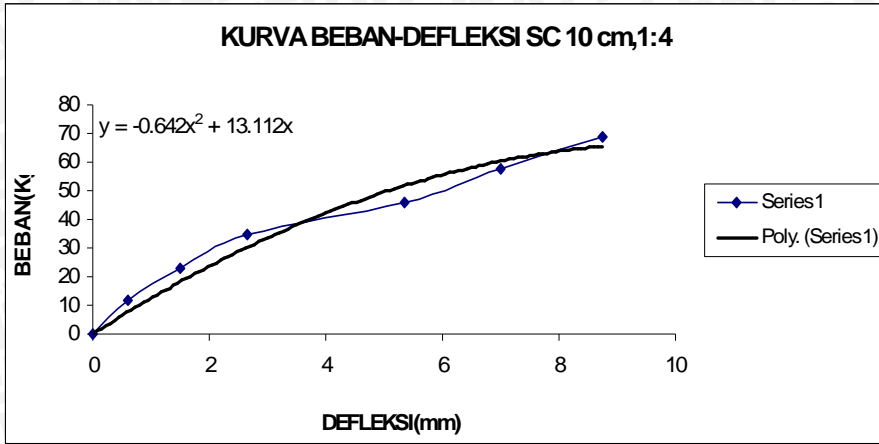
III	
Berat: 14 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.7
23	1.4
34.5	2.05
46	4
57.5	7
69	8.05
80.5	10.5

Gambar 4.9 : Kurva beban- lendutan panel 8



IV	
Berat: 15.8 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.25
23	0.6
34.5	1.6
46	2.65
57.5	5.25
69	8.4

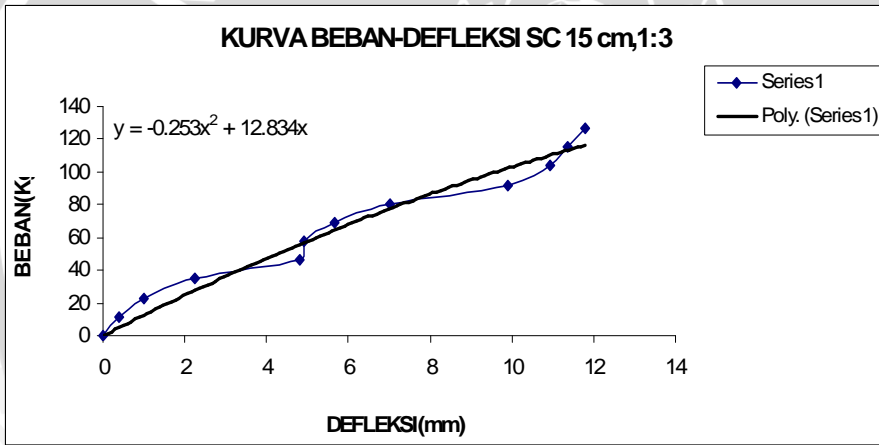
Gambar 4.10 : Kurva beban- lendutan panel 9



V	
Berat: 16 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.6
23	1.5
34.5	2.65
46	5.35
57.5	7
69	8.75

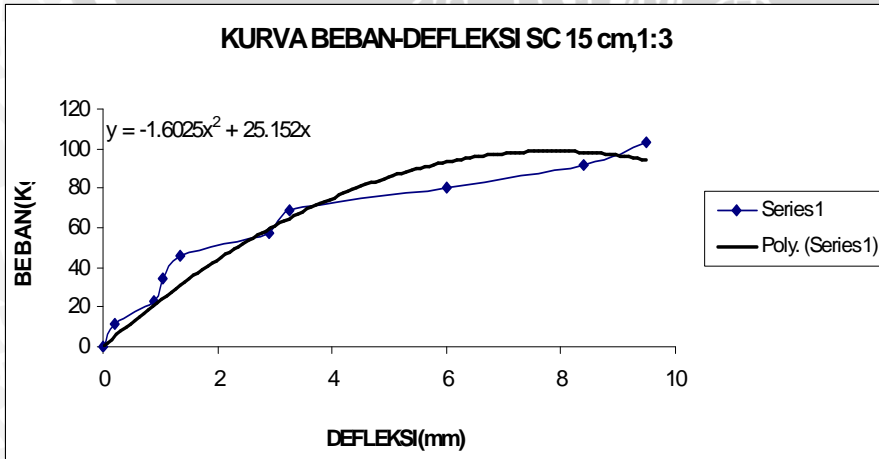
Gambar 4.11 : Kurva beban- lendutan panel 10

Grafik hubungan beban dan lendutan panel dengan SC 15cm dan perbandingan 1 (semen) : 3 (agregat)



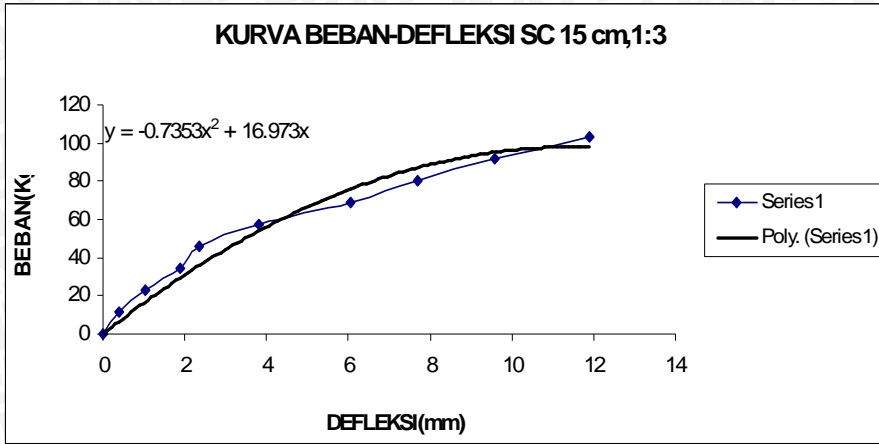
I	
Berat: 14,8 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.4
23	1
34.5	2.25
46	4.8
57.5	4.9
69	5.65
80.5	7
92	9.9
103.5	10.95
115	11.35
126.5	11.8

Gambar 4.12 : Kurva beban- lendutan panel 11



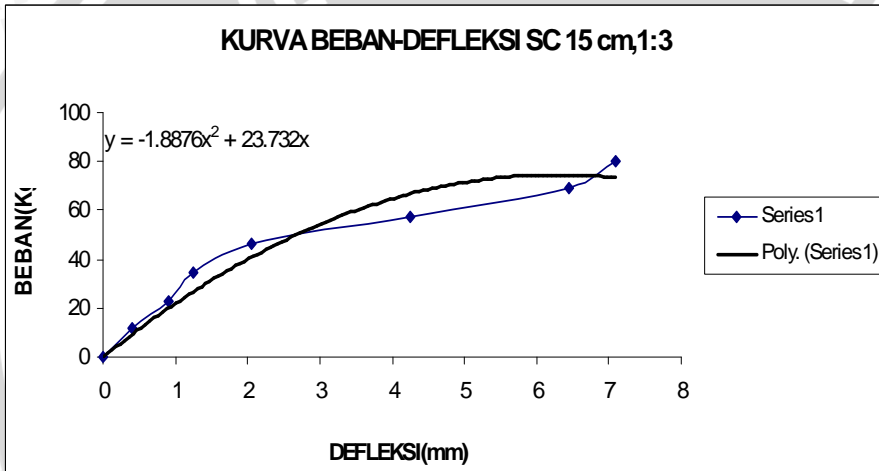
II	
Berat: 13.8 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.2
23	0.9
34.5	1.05
46	1.35
57.5	2.9
69	3.25
80.5	6
92	8.4
103.5	9.5

Gambar 4.13 : Kurva beban- lendutan panel 12



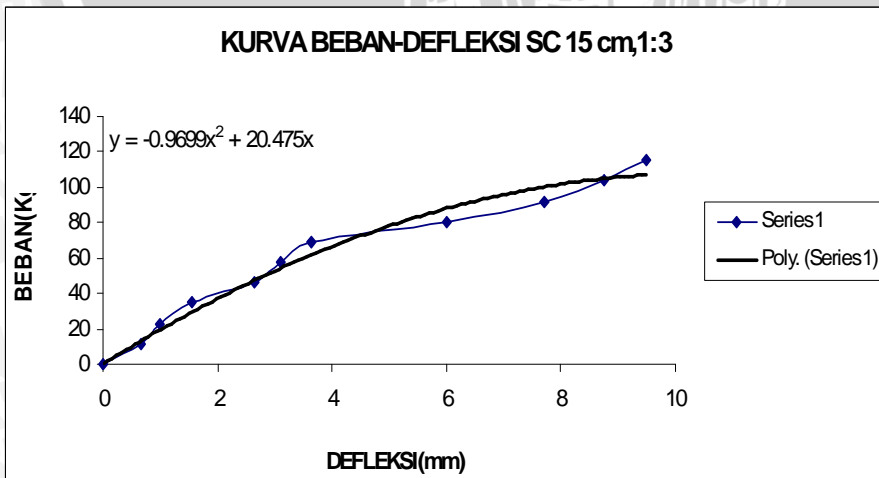
Gambar 4.14 : Kurva beban- lendutan panel 13

III	
Berat: 21 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.4
23	1.05
34.5	1.9
46	2.35
57.5	3.8
69	6.05
80.5	7.7
92	9.6
103.5	11.9



Gambar 4.15 : Kurva beban- lendutan panel 14

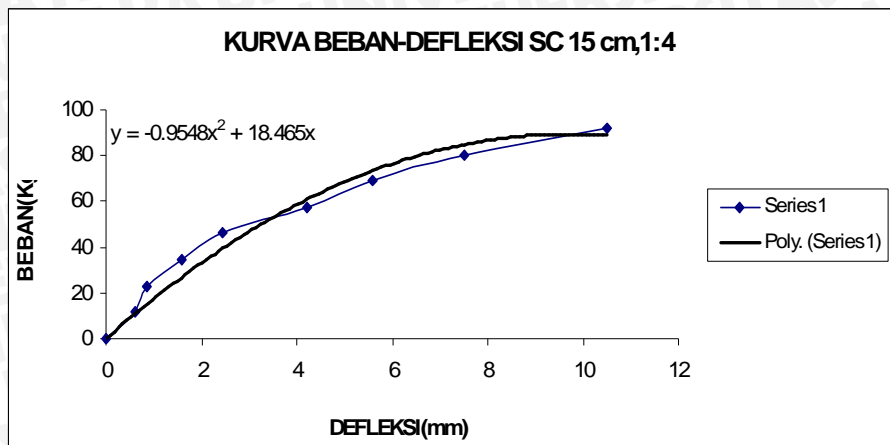
IV	
Berat: 15.9kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.4
23	0.9
34.5	1.25
46	2.05
57.5	4.25
69	6.45
80.5	7.1



Gambar 4.16: Kurva beban- lendutan panel 15

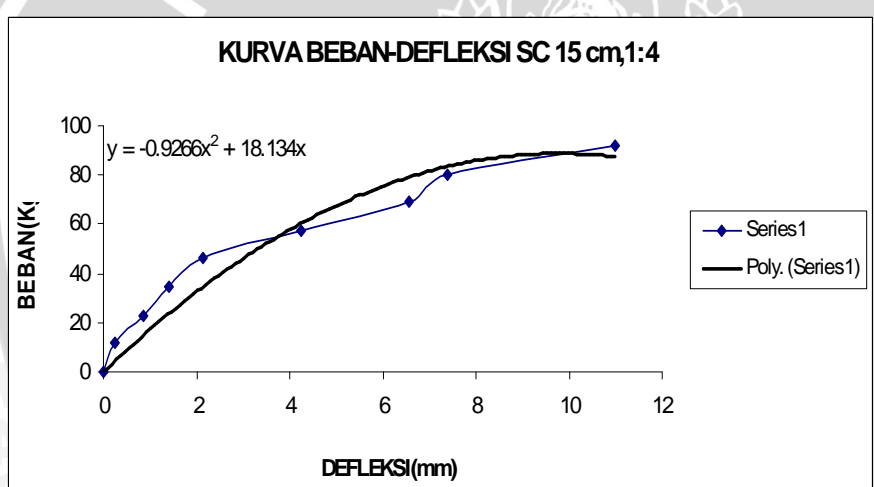
V	
Berat: 16 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.65
23	1
34.5	1.55
46	2.65
57.5	3.1
69	3.65
80.5	6
92	7.7
103.5	8.75
115	9.5

Grafik hubungan beban dan lendutan panel dengan SC 15cm dan perbandingan 1 (semen) : 4 (agregat)



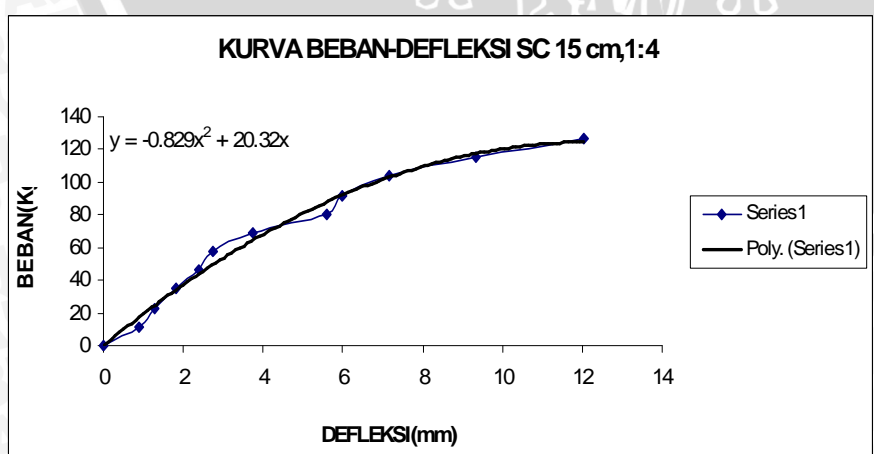
I	
Berat: 16.7 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.6
23	0.85
34.5	1.6
46	2.45
57.5	4.2
69	5.6
80.5	7.5
92	10.5

Gambar 4.17: Kurva beban- lendutan panel 16



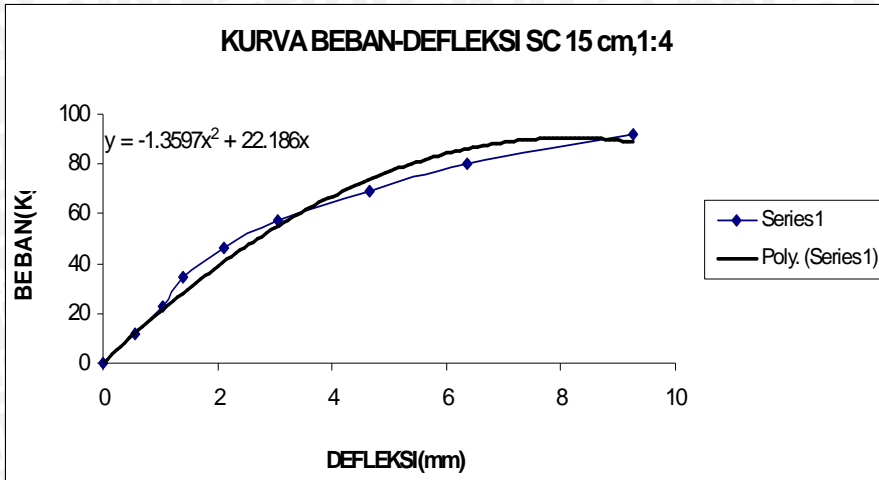
II	
Berat: 14.5 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.25
23	0.85
34.5	1.4
46	2.15
57.5	4.25
69	6.55
80.5	7.4
92	11

Gambar 4.18: Kurva beban- lendutan panel 17



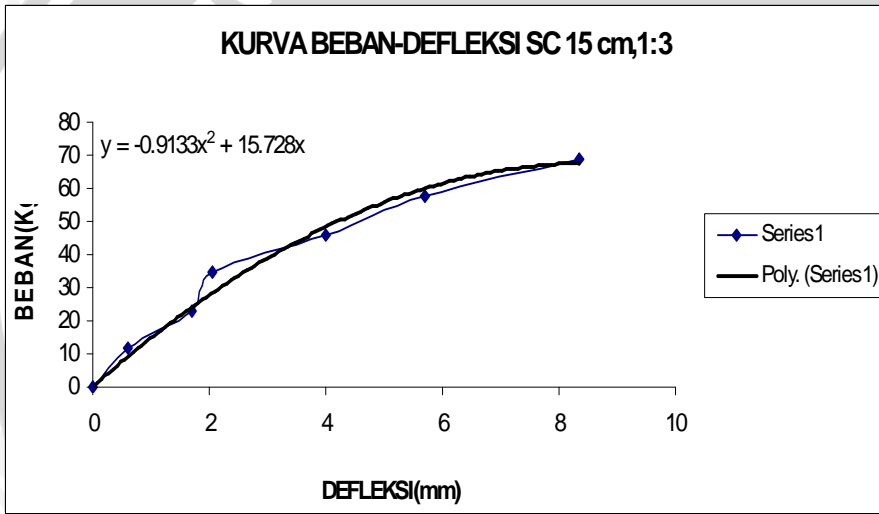
III	
Berat: 14 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.9
23	1.3
34.5	1.8
46	2.4
57.5	2.75
69	3.75
80.5	5.6
92	6
103.5	7.15
115	9.35
126.5	12.05

Gambar 4.19: Kurva beban- lendutan panel 18



IV	
Berat: 15.8 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.55
23	1.05
34.5	1.4
46	2.1
57.5	3.05
69	4.65
80.5	6.35
92	9.25

Gambar 4.20: Kurva beban- lendutan panel 19



V	
Berat: 16 kg	
Tebal:3 cm	
P	Δ
0	0
11.5	0.6
23	1.7
34.5	2.05
46	4
57.5	5.7
69	8.35

Gambar 4.21: Kurva beban- lendutan panel 20

Berdasarkan grafik perbandingan antara beban dan lendutan di atas, dapat kita ketahui lendutan yang dihasilkan oleh panel yaitu berkisar antara 5,5 -12,25 mm dan beban yang bisa ditahan antara 57,5 – 126,5 kg. Sebelum panel mengalami retak, dari grafik diatas terdapat garis lurus atau konstan kemudian mengalami kenaikan lagi, itu bisa terjadi karena kondisi panel yang menggunakan beton ringan yang permukaannya relatif tidak rata sehingga beban yang bekerja hanya ditahan oleh sebagian permukaan saja.

Yang membedakan antara variasi SC 10 cm dan SC 15 cm dengan campuran 1 : 3 dan 1 : 4 adalah terjadinya retak pertama pada masing-masing benda uji. Data di bawah ini menunjukkan keadaan pada saat panel mengalami retak pertama dengan ciri

bahwa kekuatan yang dapat diterima oleh panel mengalami penurunan. Dengan adanya kenaikan kapasitas beban yang terjadi, menunjukkan bahwa sudah tidak adanya kekuatan campuran agregat yang dominan untuk menahan beban tersebut. Pada saat pembebanan awal, kekuatan campuran semen-agregat sangat berpengaruh dalam kekuatan panel itu sendiri. Dan setelah retak pertama, kekuatan panel yang lebih dominan adalah pola anyaman bambu tersebut.

Tabel 4.8 Rekapitulasi pembebanan panel pada retak pertama

VARIASI	DEFLEKSI	BEBAN	RATA-RATA PEMBEBANAN RETAK PERTAMA
SC 10 cm	1:03	3.75	34.5
		4.65	46
		2.75	34.5
		2.15	23
		3.4	34.5
	1:04	2.2	34.5
		4.25	34.5
		2.05	34.5
		1.6	34.5
		2.65	34.5
SC 15cm	1:03	1.6	34.5
		2.9	57.5
		3.8	57.5
		2.05	46
		2.65	46
	1:04	2.25	34.5
		2.15	46
		3.75	69
		2.1	46
		1.7	23

4.5 Pembahasan

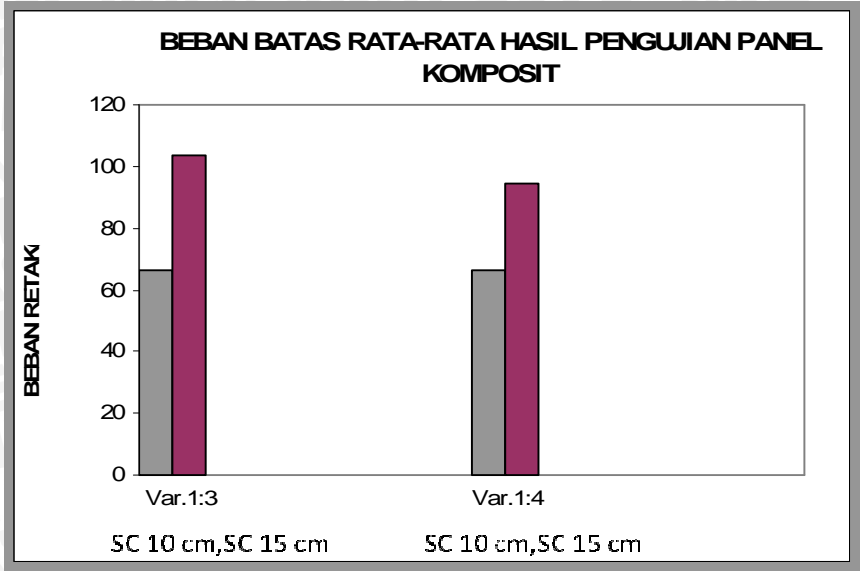
Beban yang diperoleh dari hasil pengujian merupakan beban batas hingga panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir mengalami kehancuran, dalam hal ini yang hancur adalah agregat. Pada saat mengalami pembebanan pertama, panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir masih memikul beban secara bersama-sama, karena beban semakin bertambah maka panel komposit akan mengalami deformasi yang ditandai oleh adanya lendutan yang semakin besar. Akibat adanya lendutan tersebut, akan mengakibatkan terjadinya retak awal panel. Retak pertama kali pada panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir ini terjadi pada bagian bawah beton tanpa pasir yang mengalami tarik. Retak pertama kali tersebut terjadi ketika tegangan tarik beton tanpa pasir mencapai kekuatan modulus retaknya. Apabila

hal ini sudah terjadi maka beton tanpa pasir di daerah tarik tidak lagi memberikan kontribusi kekuatannya dalam menahan tarik sehingga yang bekerja menahan beban hanya anyaman bambu dan beton tanpa pasir bagian tekan.

Akibat adanya beban yang semakin lama semakin besar, dimana lendutan yang terjadi juga semakin besar maka agregat akan dengan cepat mengalami retak pada daerah tarik hingga tidak mampu menahan beban sehingga menyebabkan timbulnya keretakan sampai bagian atas agregat. Kehancuran pada bagian ini menandakan bahwa panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir sudah tidak lagi menahan beban secara bersama-sama. Hal ini ditandai dengan retak yang semakin terbuka pada panel yang terus melendut seiring dengan waktu. Beban hasil penelitian yang mengakibatkan beban batas pada panel komposit bambu-beton tanpa pasir dapat ditunjukkan pada tabel 4.9

Tabel 4.9 Rekapitulasi Beban Batas Hasil Pengujian Panel Komposit

VARIASI		Jenis Panel	Berat Panel (kg)	Beban Batas(Pcr)	
				Pengujian (mm)	Rata-rata (mm)
SC 10 cm	1: 3	1	17	57.5	66.7
		2	15.3	80.5	
		3	15	57.5	
		4	14.7	69	
		5	18	69	
	1: 4	1	14	57.5	66.7
		2	14.2	57.5	
		3	13.2	80.5	
		4	13.2	69	
		5	14.2	69	
SC 15 cm	1: 3	1	14.8	126.5	103.8
		2	13.8	103.5	
		3	21	103.5	
		4	15.9	80.5	
		5	16	105	
	1: 4	1	16.7	92	94.3
		2	14.5	92	
		3	14	126.5	
		4	15.8	92	
		5	16	69	



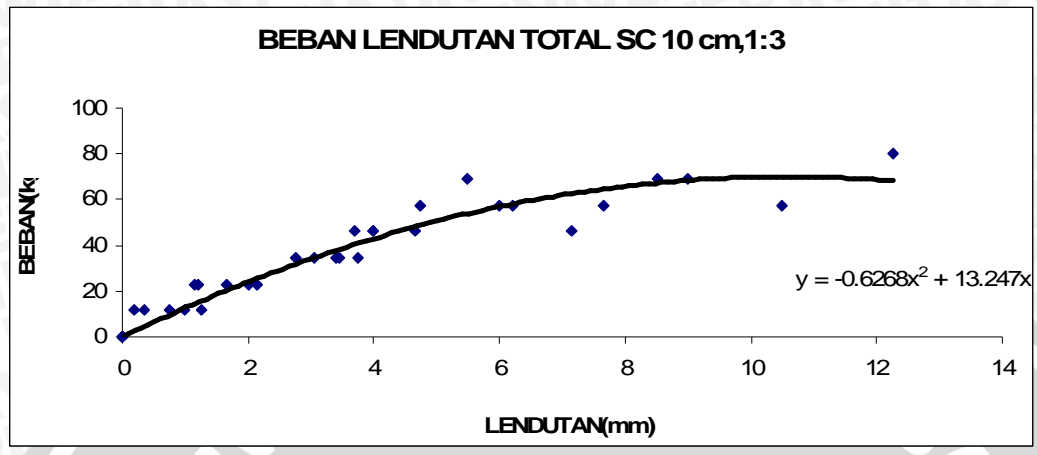
Gambar 4.22 Hubungan Beban Batas Rata-rata Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk Variasi SC 10 cm dan SC 15 cm dengan campuran 1 : 3 dan 1 : 4

Dari gambar 4.22 menunjukkan bahwa beban batas rata-rata panel komposit untuk variasi campuran 1 : 3 lebih besar daripada beban batas rata-rata untuk panel komposit dengan variasi campuran 1 : 4. Namun hal ini belum menunjukkan bahwa variasi campuran dan *shear connector* panel memiliki pengaruh terhadap kuat geser panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir. Sebab selisih beban batas antara kedua panel tidak terlalu signifikan

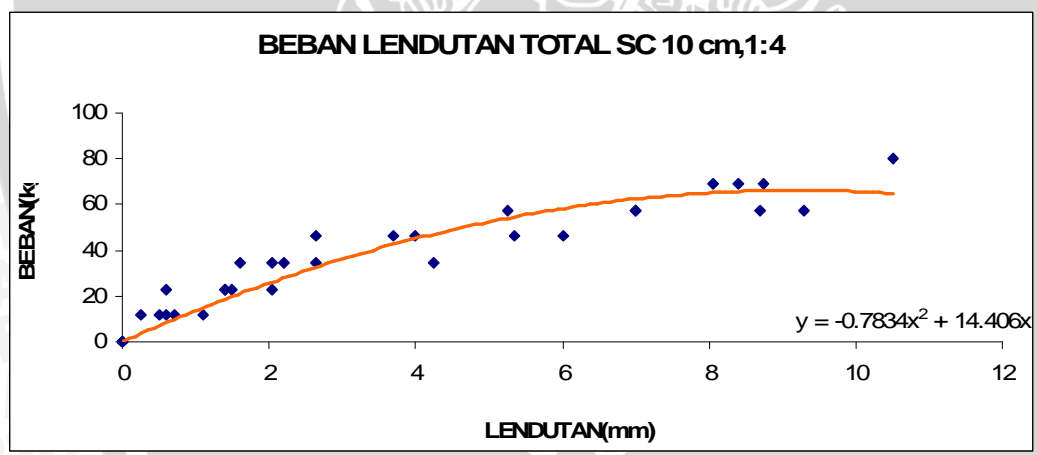
4.5.1 Analisis Lendutan Hasil Penelitian Terhadap variasi campuran

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan grafik hubungan antara beban dan lendutan pada titik pembebanan dapat dilihat pada gambar 4.23 ; 4.24 ; 4.25 dan gambar 4.26.

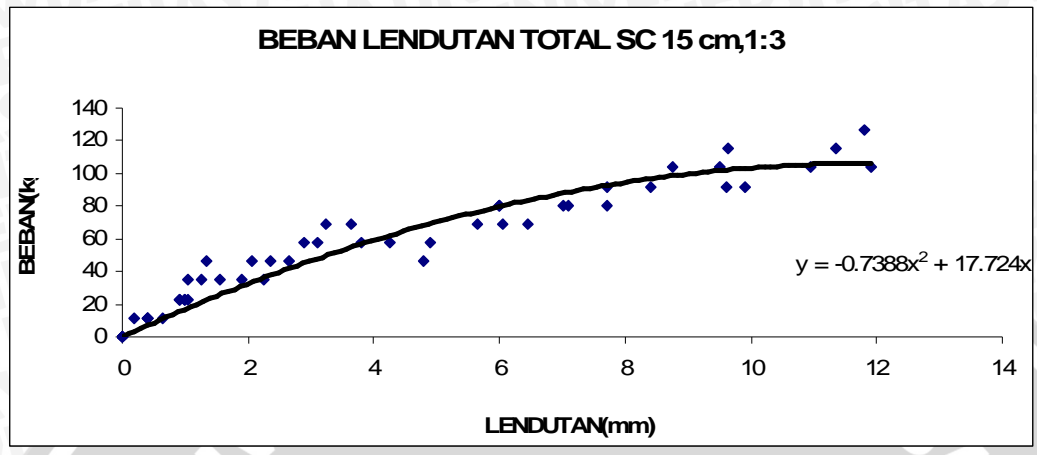
Gambar 4.23 Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 10 cm dan campuran 1 (semen) : 3 (agregat)



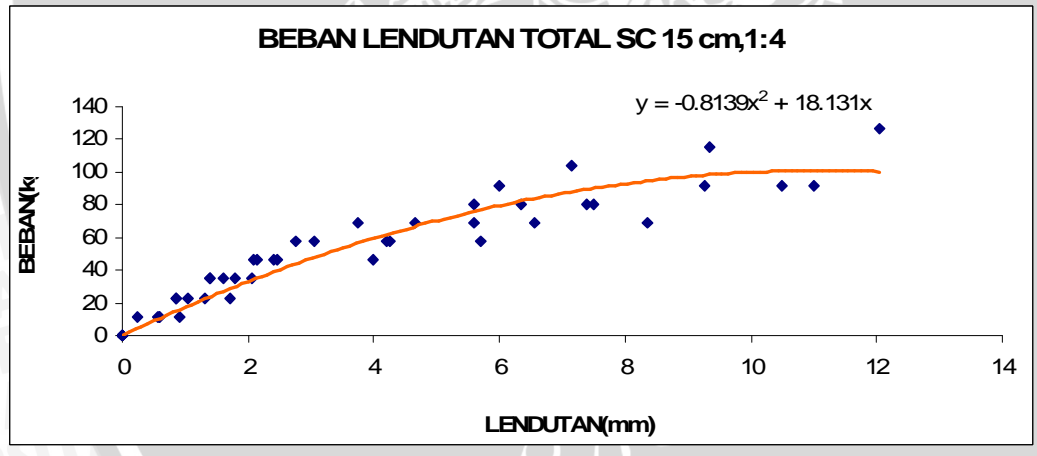
Gambar 4.24 Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 10 cm dan campuran 1 (semen) : 4 (agregat)



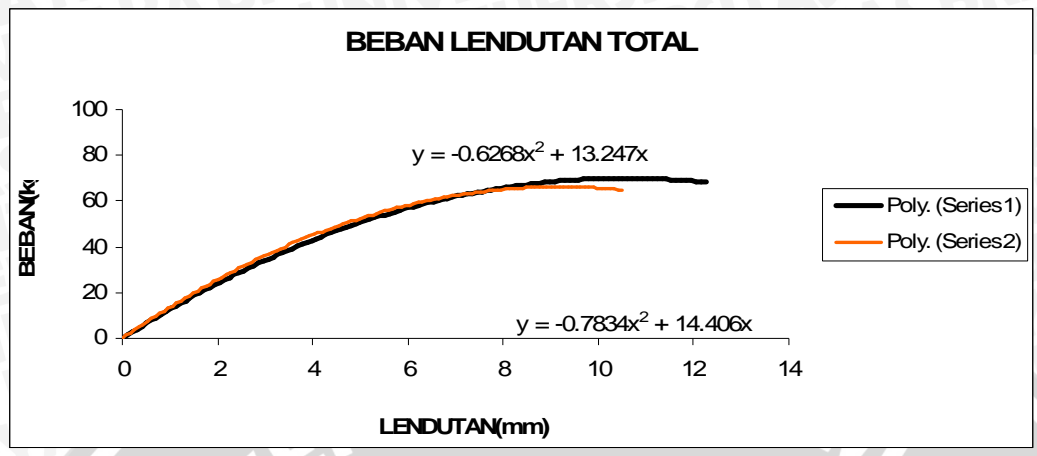
Gambar 4.25 Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 15 cm dan campuran 1 (semen) : 3 (agregat)



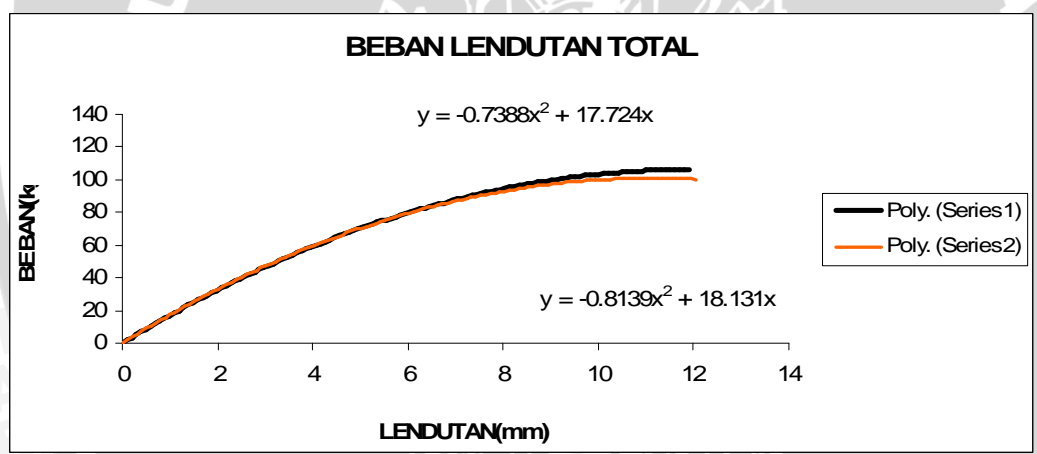
Gambar 4.26 Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 15 cm dan campuran 1 (semen) : 4 (agregat)



Gambar 4.27 Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 10 cm

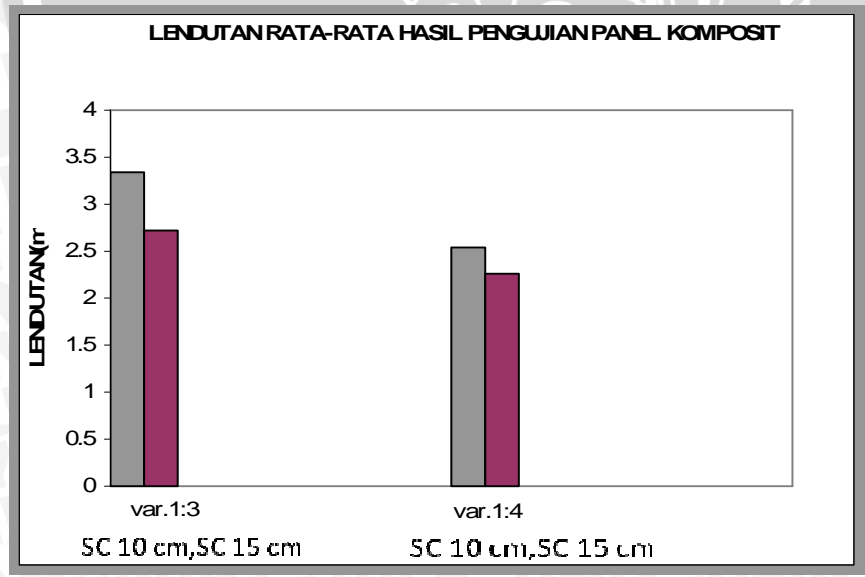


Gambar 4.28 Hubungan Regresi Beban dan lendutan total panel komposit anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk variasi SC 15 cm



Tabel 4.10 Rekapitulasi Lendutan Hasil Pengujian Panel Komposit Saat Beton Tanpa Pasir Retak Pertama

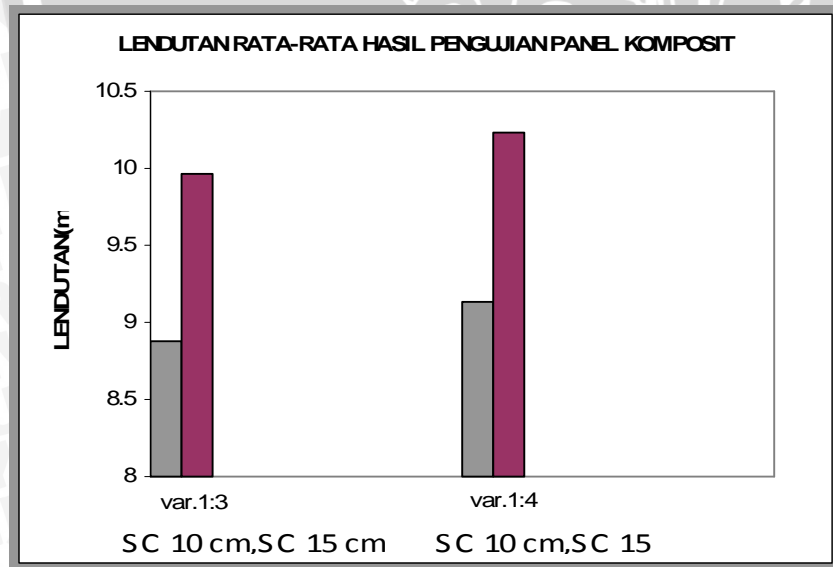
VARIASI		Jenis Panel	Berat Panel (kg)	Lendutan	
				Pengujian (mm)	Rata-rata (mm)
SC 10 cm	1:03	1	17	3.75	3.34
		2	15.3	4.65	
		3	15	2.75	
		4	14.7	2.15	
		5	18	3.4	
	1:04	1	14	2.2	2.55
		2	14.2	4.25	
		3	13.2	2.05	
		4	13.2	1.6	
		5	14.2	2.65	
SC 15 cm	1:03	1	14.8	2.25	2.73
		2	13.8	2.9	
		3	21	3.8	
		4	15.9	2.05	
		5	16	2.65	
	1:04	1	16.7	1.6	2.26
		2	14.5	2.15	
		3	14	3.75	
		4	15.8	2.1	
		5	16	1.7	



Gambar 4.29 Hubungan Lendutan Retak Pertama Rata-rata Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk Variasi SC 10 cm dan SC 15 cm dengan campuran 1 : 3 dan 1 : 4

Tabel 4.11 Rekapitulasi Lendutan Hasil Pengujian Panel Komposit Saat Beton Tanpa Pasir Runtuh

VARIASI		Jenis Panel	Berat Panel	Lendutan	
			(kg)	Pengujian (mm)	Rata-rata (mm)
SC 10 cm	1: 3	1	17	10.5	8.88
		2	15.3	12.25	
		3	15	7.65	
		4	14.7	8.5	
		5	18	5.5	
	1: 4	1	14	8.7	9.13
		2	14.2	9.3	
		3	13.2	10.5	
		4	13.2	8.4	
		5	14.2	8.75	
SC 15 cm	1: 3	1	14.8	11.8	9.96
		2	13.8	9.5	
		3	21	11.9	
		4	15.9	7.1	
		5	16	9.5	
	1: 4	1	16.7	10.5	10.23
		2	14.5	11	
		3	14	12.05	
		4	15.8	9.25	
		5	16	8.35	



Gambar 4.30 Hubungan Lendutan Rata-rata Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir untuk Variasi SC 10 cm dan SC 15 cm dengan campuran 1 : 3 dan 1 : 4

Dari tabel 4.11 terlihat bahwa lendutan rata-rata panel komposit akibat beban untuk variasi *shear connector* dan campuran agregat yaitu *shear connector* 10 cm dengan variasi yang sama dibanding *shear conenector* 15 cm mempunyai lendutan yang kecil dan antara perbandingan campuran agregat dengan *shear connector* yang sama, lendutan dengan campuran 1 : 3 mempunyai lendutan yang kecil dibanding campuran agregat 1 : 4. Ini menunjukkan bahwa variasi *shear connector* dengan campuran agregat memiliki pengaruh terhadap kuat geser panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir meskipun relatif tidak begitu besar. Karena yang menentukan kuat geser adalah Beban maksimum yang dapat ditahan oleh panel.

4.5.2 Perhitungan Teoritis Beban Retak Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir

Sebagai pembanding dari hasil penelitian ini dihitung besarnya beban yang mengakibatkan timbulnya retak pertama kali (P_{cr}) pada panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir.

Beban beban yang diberikan beton tanpa pasir terhadap panel dihitung dengan persamaan (2.11) yaitu :

$$P = \frac{\tau \cdot t \cdot h}{0,4287}$$

Dimana:

τ = tegangan geser maksimum (kg/cm²)

P = beban maksimum panel (kg)

L = panjang bentang bersih panel (cm)

h = tinggi panel (cm)

t = tebal transformasi panel (cm)

sedangkan tebal tranformasi dihitung dengan menggunakan persamaan (2-11)

$$t = ts + \frac{tg}{n}$$

$$n = \frac{Eg}{Es}$$

$$Es = (Ws)^{1,5} \times 0,043 \sqrt{f'c}$$

Dimana :

m = berat sampel

n = rasio modulus anyaman bambu dan beton tanpa pasir

Eg = modulus elastisitas gedek/bambu (kg/cm²)

- E_s = modulus elastisitas beton tanpa pasir (kg/cm^2)
 t_g = tebal gedek (0,25cm)
 t_s = tebal beton tanpa pasir (2,5cm)
 t = tebal transformasi panel(cm)
 W_s = berat volume beton tanpa pasir (kg/cm^3)
 $f'c$ = kuat tekan beton tanpa pasir (Mpa)

$$\begin{aligned}
 V_{\text{spesi}} &= 0.25 \times \pi \times d^2 \times t \text{ silinder} \\
 &= 0,25 \times \pi \times 15^2 \times 30 \\
 &= 5298,75 \text{ cm}^3 = 0,005299 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Variasi Campuran 1 : 3

$$m = 7,9 \text{ kg}$$

$$W_s = m/V = 7,9 / 0.005299 = 1490,85 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}
 E_s &= (W_s)^{1.5} \times 0,043 \sqrt{f'c} \\
 &= (1490,85)^{1.5} \times 0.043 \sqrt{87,47345}
 \end{aligned}$$

$$= 35303.95 \text{ Mpa}$$

$$= 353039.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_g}{E_s} = 370252,5889 / 353039.5 = 1,048$$

$$t = t_s + 2 \cdot \frac{t_g}{n} = 2,5 + 2 \cdot (0,25/1,048) = 2,738 \text{ cm}$$

- Variasi Campuran Gradasi 1 : 4

$$m = 8 \text{ kg}$$

$$W_s = m/V = 8 / 0.005299 = 1509,79 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}
 E_s &= (W_s)^{1.5} \times 0,043 \sqrt{f'c} \\
 &= (1509,79)^{1.5} \times 0.043 \sqrt{66,31245}
 \end{aligned}$$

$$= 31326,12 \text{ Mpa}$$

$$= 313261,2 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_g}{E_s} = 370252,5889 / 313261,2 = 1,182$$

$$t = t_s + 2 \cdot \frac{t_g}{n}$$

$$= 2,5 + 2 \cdot (0,25/1,182) = 2,711 \text{ cm}$$

Beban yang mengakibatkan retak pertama beton tanpa pasir panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir.

$$P = \frac{\tau \cdot t \cdot h}{0,4287}$$

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Kuat Geser Teoritis Hitung Panel Komposit

Variasi	Kuat Geser τ rata-rata (kg/cm ²)	Pcr (kg)
1: 3	0.262	83,666
1: 4	0.199	62,92

Tabel 4.13 Perbandingan Beban Retak Hasil Pengujian Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir dengan Hasil Perhitungan Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir

VARIASI	Jenis Panel	Dimensi (cm)	Berat Panel (kg)	Pcr Hasil Uji (kg)	Pcr rata-rata	Pcr Hasil Hitung (kg)	Perbandingan Selisih (%)	
					Hasil Uji (kg)			
SC 10 cm	1: 3	1	80x50x3	17	57.5	66.7	83.666	16.966
		2	80x50x3	15.3	80.5			
		3	80x50x3	15	57.5			
		4	80x50x3	14.7	69			
		5	80x50x3	18	69			
	1: 4	1	80x50x3	14	57.5	66.7	62.92	3.78
		2	80x50x3	14.2	57.5			
		3	80x50x3	13.2	80.5			
		4	80x50x3	13.2	69			
		5	80x50x3	14.2	69			
SC 15 cm	1: 3	1	80x50x3	14.8	126.5	103.8	83.666	20.134
		2	80x50x3	13.8	103.5			
		3	80x50x3	21	103.5			
		4	80x50x3	15.9	80.5			
		5	80x50x3	16	105			
	1: 4	1	80x50x3	16.7	92	94.3	62.92	31.38
		2	80x50x3	14.5	92			
		3	80x50x3	14	126.5			
		4	80x50x3	15.8	92			
		5	80x50x3	16	69			

4.5.3 Perhitungan Teoritis Kuat Geser terhadap *Shear Connector*

Untuk menghitung pengaruh *shear connector* digunakan rumus:

$$Q = A_s \cdot \tau_s + A_b \cdot \tau_b$$

Pengujian *shear connector* tidak dilakukan, sehingga tegangan tarik *shear connector* diambil dari tegangan tarik putus baut 3700 kg/cm².

- variasi *shear connector* 10 cm, campuran agregat 1 : 3

$$\begin{aligned} Q &= A_s \cdot \tau_s + A_b \cdot \tau_b \\ &= (3.50) 0,262 + (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,1)^2 \cdot 3.28) 3700 \\ &= 2479,08 \text{ kg} \end{aligned}$$

- variasi *shear connector* 15 cm, campuran agregat 1 : 3

$$\begin{aligned} Q &= A_s \cdot \tau_s + A_b \cdot \tau_b \\ &= (3.50) 0,262 + (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,1)^2 \cdot 3.24) 3700 \\ &= 2130,54 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kuat Geser pada Panel Komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir Berdasarkan Variasi Campuran

VARIASI		Jenis Panel	Dimensi (cm)	Berat Panel (kg)	P Hasil Uji (kg)	t (cm)	h (cm)	Teg.geser (kg/cm ²)
SC 10 cm	1:03	1	80x50x3	17	34.5	3	50	0.099
		2	80x50x3	15.3	46	3	50	0.131
		3	80x50x3	15	34.5	3	50	0.099
		4	80x50x3	14.7	23	3	50	0.066
		5	80x50x3	18	34.5	3	50	0.099
	1:04	1	80x50x3	14	34.5	3	50	0.099
		2	80x50x3	14.2	34.5	3	50	0.099
		3	80x50x3	13.2	34.5	3	50	0.099
		4	80x50x3	13.2	34.5	3	50	0.099
		5	80x50x3	14.2	34.5	3	50	0.099
SC 15 cm	1:03	1	80x50x3	14.8	34.5	3	50	0.099
		2	80x50x3	13.8	57.5	3	50	0.164
		3	80x50x3	21	57.5	3	50	0.164
		4	80x50x3	15.9	46	3	50	0.131
		5	80x50x3	16	46	3	50	0.131
	1:04	1	80x50x3	16.7	34.5	3	50	0.099
		2	80x50x3	14.5	46	3	50	0.131
		3	80x50x3	14	69	3	50	0.197
		4	80x50x3	15.8	46	3	50	0.131
		5	80x50x3	16	23	3	50	0.066

4.6 Pengujian Hipotesis

Hipotesis statistik dilakukan agar dapat membuat keputusan, yaitu keputusan menolak atau tidak menolak hipotesis yang sedang diuji. Keputusan yang diambil bisa signifikan atau tidak, sehingga menyebabkan timbulnya resiko dalam pembuatan kesimpulan. Besar kecilnya resiko dinyatakan dalam nilai probabilitas.

4.6.1 Uji keselarasan kai-kuadrat X^2 (*chi-square goodness-of-fit test*)

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada keseragaman antara frekuensi-frekuensi teramati dan frekuensi-frekuensi harapan untuk setiap katagori. Pengujian hipotesis dengan menggunakan uji keselarasan kai-kuadrat X^2 (*chi-square goodness-of-fit test*).

4.6.1.1 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Keseragaman Setiap Katagori

Tabel 4.15 Hasil Pembebanan Panel (kg)

Panel	Variasi shear connector dan agregat-semen			
	SC 10cm		SC 15cm	
	1 : 3	1 : 4	1 : 3	1 : 4
1	34.5	34.5	34.5	34.5
2	46	34.5	57.5	46
3	34.5	34.5	57.5	69
4	23	34.5	46	46
5	34.5	34.5	46	23

Dari data pada tabel 4.15 dengan uji keselarasan kai-kuadrat X^2 didapat hasil tidak ada keseragaman, sehingga perlu ada data yang dihilangkan untuk menseragamkan. Diperoleh data :

Tabel 4.16 Hasil Pembebanan Panel (kg)

Panel	Variasi shear connector dan agregat-semen			
	SC 10cm		SC 15cm	
	1 : 3	1 : 4	1 : 3	1 : 4
1	34.5	34.5	34.5	34.5
2	46	34.5	57.5	46
3	34.5	34.5	57.5	46
4	23	34.5	46	
5	34.5	34.5	46	

Tabel 4.17 Pola Pemilihan Pembebanan Terhadap Agregat 1 : 3, SC 10 cm

Panel	Frekuensi harapan	Frekuensi teramati
1	34.5	34.5
2	34.5	46
3	34.5	34.5
4	34.5	23
5	34.5	34.5
Jumlah	172.5	172.5

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$X^2 = \frac{(34.5 - 34.5)^2}{34.5} + \frac{(46 - 34.5)^2}{34.5} + \frac{(34.5 - 34.5)^2}{34.5} + \frac{(23 - 34.5)^2}{34.5} + \frac{(34.5 - 34.5)^2}{34.5}$$

$$= 7,667$$

Dari tabel X^2 dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai X^2 tabel sebesar 8,547. Nilai X^2 hitung $< X^2$ tabel maka diambil keputusan terima H_0 .

Tabel 4.18 Pola Pemilihan Pembebanan Terhadap Agregat 1 : 4, SC 10 cm

Panel	Frekuensi harapan	Frekuensi teramati
1	34.5	34.5
2	34.5	34.5
3	34.5	34.5
4	34.5	34.5
5	34.5	34.5
Jumlah	172.5	172.5

$$X^2 = \frac{(34.5 - 34.5)^2}{34.5} + \frac{(34.5 - 34.5)^2}{34.5} + \frac{(34.5 - 34.5)^2}{34.5} + \frac{(34.5 - 34.5)^2}{34.5} + \frac{(34.5 - 34.5)^2}{34.5}$$

$$= 0$$

Dari tabel X^2 dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai X^2 tabel sebesar 8,547. Nilai X^2 hitung $< X^2$ tabel maka diambil keputusan terima H_0 .

Tabel 4.19 Pola Pemilihan Pembebanan Terhadap Agregat 1 : 3, SC 15 cm

Panel	Frekuensi harapan	Frekuensi teramati
1	48.30	34.5
2	48.30	57.5
3	48.30	57.5
4	48.30	46
5	48.30	46
Jumlah	241.5	241.5

$$X^2 = \frac{(34.5 - 48.3)^2}{48.30} + \frac{(57.5 - 48.3)^2}{48.30} + \frac{(57.5 - 48.3)^2}{48.30} + \frac{(46 - 48.3)^2}{48.30} + \frac{(46 - 48.3)^2}{48.30}$$

$$= 7,67$$

Dari tabel X^2 dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai X^2 tabel sebesar 8,547. Nilai X^2 hitung $< X^2$ tabel maka diambil keputusan terima H_0 .

Tabel 4.20 Pola Pemilihan Pembebanan Terhadap Agregat 1 : 4, SC 15 cm

Panel	Frekuensi harapan	Frekuensi teramati
1	42.167	34.5
2	42.167	46
3	42.167	46
Jumlah	126.5	126.5

$$X^2 = \frac{(34.5 - 42.167)^2}{42.167} + \frac{(46 - 42.167)^2}{42.167} + \frac{(46 - 42.167)^2}{42.167}$$

$$= 2,09$$

Dari tabel X^2 dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai X^2 tabel sebesar 8,547. Nilai X^2 hitung $< X^2$ tabel maka diambil keputusan terima H_0 .

Tabel 4.21 Hasil Lendutan Panel (cm)

Panel	Variasi shear connector dan agregat-semen			
	SC 10cm		SC 15cm	
	1 : 3	1 : 4	1 : 3	1 : 4
1	3.75	2.2	2.25	1.6
2	4.65	4.25	2.9	2.15
3	2.75	2.05	3.8	3.75
4	2.15	1.6	2.05	2.1
5	3.4	2.65	2.65	1.7

Dari data pada Tabel 4.21 dengan uji keselarasan kai-kuadrat X^2 didapat hasil tidak ada keseragaman, sehingga perlu ada data yang dihilangkan untuk menseragamkan. Diperoleh data :

Tabel 4.22 Hasil Lendutan Panel (cm)

Panel	Variasi shear connector dan agregat-semen			
	SC 10cm		SC 15cm	
	1 : 3	1 : 4	1 : 3	1 : 4
1	3.75	2.2	2.25	1.6
2	4.65	4.25	2.9	2.15
3	2.75	2.05	3.8	2.1
4	2.15	1.6	2.05	
5	3.4	2.65	2.65	

Tabel 4.23 Pola Pemilihan Lendutan Terhadap Agregat 1 : 3, SC 10 cm

Panel	Frekuensi harapan	Frekuensi teramati
1	3.34	3.75
2	3.34	4.65
3	3.34	2.75
4	3.34	2.15
5	3.34	3.4
Jumlah	16.7	16.7

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$X^2 = \frac{(3.75 - 3.34)^2}{3.34} + \frac{(4.65 - 3.34)^2}{3.34} + \frac{(2.75 - 3.34)^2}{3.34} + \frac{(2.15 - 3.34)^2}{3.34} + \frac{(3.4 - 3.34)^2}{3.34}$$

$$= 1,093$$

Dari tabel X^2 dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai X^2 tabel sebesar 8,547. Nilai X^2 hitung $< X^2$ tabel maka diambil keputusan terima H_0 .

Tabel 4.24 Pola Pemilihan Lendutan Terhadap Agregat 1 : 4, SC 10 cm

Panel	Frekuensi harapan	Frekuensi teramati
1	2.55	2.2
2	2.55	4.25
3	2.55	2.05
4	2.55	1.6
5	2.55	2.65
Jumlah	12.75	12.75

$$X^2 = \frac{(2.2 - 2.55)^2}{2.55} + \frac{(4.25 - 2.55)^2}{2.55} + \frac{(2.05 - 2.55)^2}{2.55} + \frac{(1.6 - 2.55)^2}{2.55} + \frac{(2.65 - 2.55)^2}{2.55}$$

$$= 1,637$$

Dari tabel X^2 dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai X^2 tabel sebesar 8,547. Nilai X^2 hitung $< X^2$ tabel maka diambil keputusan terima H_0 .

Tabel 4.25 Pola Pemilihan Lendutan Terhadap Agregat 1 : 3, SC 15 cm

Panel	Frekuensi harapan	Frekuensi teramati
1	2.73	2.25
2	2.73	2.9
3	2.73	3.8
4	2.73	2.05
5	2.73	2.65
Jumlah	13.65	13.65

$$X^2 = \frac{(2.25 - 2.73)^2}{2.73} + \frac{(2.9 - 2.73)^2}{2.73} + \frac{(3.8 - 2.73)^2}{2.73} + \frac{(2.05 - 2.73)^2}{2.73} + \frac{(2.65 - 2.73)^2}{2.73}$$

= 0,686

Dari tabel X^2 dengan $\alpha=0.05$, didapatkan nilai X^2 tabel sebesar 8,547. Nilai X^2 hitung < X^2 tabel maka diambil keputusan terima H_0 .

Tabel 4.26 Pola Pemilihan Lendutan Terhadap Agregat 1 : 4, SC 15 cm

Panel	Frekuensi harapan	Frekuensi teramati
1	1.95	1.6
2	1.95	2.15
3	1.95	2.1
Jumlah	5.85	5.85

$$X^2 = \frac{(1.6 - 1.95)^2}{1.95} + \frac{(2.15 - 1.95)^2}{1.95} + \frac{(2.1 - 1.95)^2}{1.95}$$

= 0,095

Dari tabel X^2 dengan $\alpha=0.05$, didapatkan nilai X^2 tabel sebesar 8,547. Nilai X^2 hitung < X^2 tabel maka diambil keputusan terima H_0 .

4.6.2 Uji RAL (Rancangan Acak Lengkap)

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari variabel bebas (jarak *shear connector* dan perbandingan campuran agregat-semen) terhadap variabel tak bebas (kuat geser, lendutan, beban batas dan beban retak) pada pengujian panel lapis bambu-beton tanpa pasir. Pengujian hipotesis dengan menggunakan analisis varian dua arah dengan metode RAL.

4.6.2.1 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variabel *shear connector* dan Variabel Agregat-Semen terhadap Kuat Geser Panel komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh variabel *shear connector* dan agregat-semen terhadap kuat geser panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir.

Tabel 4.27 Nilai kuat geser terhadap variabel bebas (variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen)

SC (cm)	Agregat (kg)	Ulangan					Total
		1	2	3	4	5	
sc1	ag1	0.099	0.131	0.099	0.066	0.099	0.494
	ag2	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.495
sc2	ag1	0.099	0.164	0.164	0.131	0.131	0.689
	ag2	0.099	0.131	0.131			0.361
						2.039	

Keterangan:

SC = jarak *shear connector* 2 jenis : sc1 (10 cm) dan sc2 (15 cm)

Agregat = perbandingan semen - agregat : ag1 (agregat 1:3) dan ag2 (agregat 1:4)

Perhitungan :

$$FK = (\sum_{sc1} \sum_{sc2} Y_{sc1sc2})^2 / n$$

$$= (2.039^2) / 18$$

$$= 0.231$$

$$JK_{Total} = (\sum_{sc1} \sum_{sc2} Y_{sc1sc2}^2) - FK$$

$$= 0.099^2 + 0.131^2 + \dots + 0.131^2 - 0.231$$

$$= 0.011$$

$$JK_{Perlakuan} = \sum_{sc1} \sum_{sc2} (\sum Y_{sc1sc2}^2) / n - FK$$

$$= ((0.494^2 + 0.495^2) / 5 + (0.689^2 + 0.361^2) / 4) - 0.231$$

$$= 0.005$$

$$JK_{Galat} = JK_{total} - JK_{perlakuan}$$

$$= 0.006$$

Tabel 4.28 Tabel 2-arah SC-AG

SC	Ag		Total
	ag1	ag2	
sc1	0.494	0.495	0.989
sc2	0.689	0.361	1.05
Total	1.183	0.856	2.039

$$JK_{SC} = \sum_{sc} (\sum_{ag} Y_{scag})^2 / n \cdot AG_i - FK$$

$$= ((0.989^2) / 10 + (1.05^2) / 8) - 0.231$$

$$= 0.004651211$$

$$JK_{AG} = \sum_{ag} (\sum_{sc} Y_{scag})^2 / n \cdot SC_i - FK$$

$$= ((1.183^2) / 10 + (0.856^2) / 9) - 0.231$$

$$= 0.000567511$$

Tabel 4.29 Analisis ragam untuk percobaan kuat geser

SK	db	JK	KT	fhit
perlakuan	2	0.005223	0.002612	
sc	1	0.004651	0.004651	12.08967
ag	1	0.000568	0.000568	1.475105
galat	15	0.005771	0.000385	
total	17	0.011		

Dari tabel F dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai F tabel_(1,15) sebesar 4.54 untuk faktor

SC dan AG. Nilai fhit sc(12.08967) > F tabel maka diambil keputusan tolak H0, hal ini menunjukkan bahwa *shear connector* mempengaruhi kuat geser. Tetapi nilai fhit sc bernilai negatif, karena makin kecil jarak *shear connector* ternyata makin kecil beban

yang ditahan. Jarak *shear connector* juga berpengaruh terhadap kerapatan agregat pada panel, sehingga mempengaruhi kuat geser panel.

4.6.2.2 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variabel *shear connector* dan Variabel Agregat-Semen terhadap Lentutan Panel komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh variabel *shear connector* dan agregat-semen terhadap lentutan panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir.

Tabel 4.30 Nilai lentutan terhadap variabel bebas (variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen)

SC (cm)	Agregat (kg)	Ulangan					Total
		1	2	3	4	5	
sc1	ag1	3.75	4.65	2.75	2.15	3.4	16.7
	ag2	2.2	4.25	2.05	1.6	2.65	12.75
sc2	ag1	2.25	2.9	3.8	2.05	2.65	13.65
	ag2	1.6	2.15	2.1			5.85
							49

Perhitungan :

- FK = 133.1168
- JK Total = 13.73069
- JKPerlakuan = 3.845694
- JK Galat = 9.885

Tabel 4.31 Tabel 2-arah SC-AG

SC	Ag		Total
	ag1	ag2	
sc1	16.7	12.65	29.35
sc2	13.65	5.85	19.5
Total	30.35	18.5	49

JK sc = 0.556694

JK ag = 1.776694

Tabel 4.32 Analisis ragam untuk percobaan lentutan

SK	db	JK	KT	fhit
perlakuan	2	3.845694	1.922847	
sc	1	0.556694	0.556694	0.732666
ag	1	1.776694	1.776694	2.338309
galat	15	11.39731	0.75982	
total	17	13.73069		

Dari tabel F dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai $F_{tabel(1,15)}$ sebesar 4.54 untuk faktor SC dan AG. Nilai $f_{hit\ sc}(0.732666)$ dan $f_{hit\ ag}(2.338309) < F_{tabel}$, maka diambil

keputusan terima H_0 , hal ini menunjukkan bahwa jarak *shear connector* dan campuran agregat tidak mempengaruhi lendutan

4.6.2.3 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variabel *shear connector* dan Variabel Agregat-Semen terhadap Beban Batas Panel komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh variabel *shear connector* dan agregat-semen terhadap beban batas panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir.

Tabel 4.33 Nilai beban batas terhadap variabel bebas (variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen)

SC (cm)	Agregat (kg)	Ulangan					Total
		1	2	3	4	5	
sc1	ag1	57.5	80.5	57.5	69	69	333.5
	ag2	57.5	57.5	80.5	69	69	333.5
sc2	ag1	126.5	103.5	103.5	80.5	115	529
	ag2	92	92	92			276
							1472

Perhitungan :

- FK = 120376.9
- JK Total = 7376.611
- JKPerlakuan = 5472.211
- JK Galat = 1904.4

Tabel 4.34 Tabel 2-arah SC-AG

SC	Agr		Total
	ag1	ag2	
sc1	333.5	333.5	667
sc2	529	276	805
Total	862.5	609.5	1472.0

JK sc 5115.136

JK agr 450.0174

Tabel 4.35 Analisis ragam untuk percobaan beban batas

SK	db	JK	KT	fhit
perlakuan	2	5472.211	2736.106	
sc	1	5115.136	5115.136	42.35652
agr	1	450.0174	450.0174	3.726425
galat	15	1811.458	120.7638	
total	17	7376.611		

Dari tabel F dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai $F_{tabel(1,15)}$ sebesar 4.54 untuk faktor SC dan AG. Nilai $f_{hit\ sc}(42.35652) > f_{tabel}$, maka diambil keputusan tolak H_0 , hal ini

menunjukkan bahwa *shear connector* mempengaruhi beban. Tetapi nilai *fhit* se bernilai negatif, karena makin kecil jarak *shear connector* ternyata makin kecil beban yang ditahan. Jarak *shear connector* juga berpengaruh terhadap kerapatan agregat pada panel, sehingga mempengaruhi beban batas yang dapat ditahan pada panel.

4.6.2.4 Pengujian Hipotesis untuk Mengetahui Pengaruh Variabel *shear connector* dan Variabel Agregat-Semen terhadap Beban Retak Panel komposit Anyaman Bambu-Beton Tanpa Pasir

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh variabel *shear connector* dan agregat-semen terhadap beban retak panel komposit anyaman bambu-beton tanpa pasir.

Tabel 4.36 Nilai beban retak terhadap variabel bebas (variabel *shear connector* dan variabel agregat-semen)

SC (cm)	Agregat (kg)	Ulangan					Total
		1	2	3	4	5	
sc1	ag1	34.5	46	34.5	23	34.5	172.5
	ag2	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	172.5
sc2	ag1	34.5	57.5	57.5	46	46	241.5
	ag2	34.5	46	46			126.5
							713

Perhitungan :

- FK = 28242.72
- JK Total = 1381.278
- JKPerlakuan = 658.3111
- JK Galat = 722.9667

Tabel 4.37 Tabel 2-arah SC-AG

SC	Agr		Total
	ag1	ag2	
sc1	172.5	172.5	345
sc2	241.5	126.5	368
Total	414	299	713

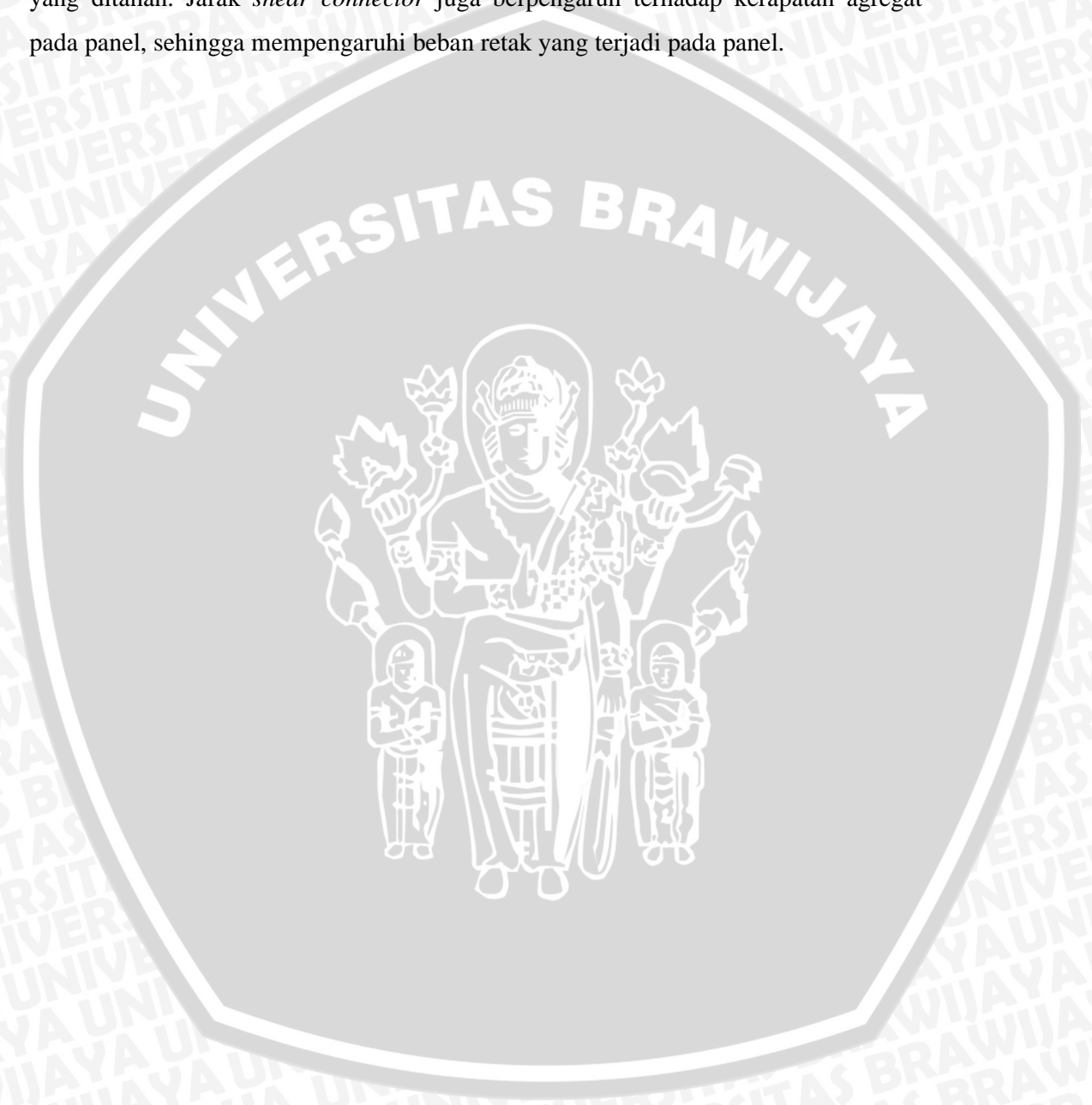
JK sc = 587.7778

JK ag = 72.00278

Tabel 4.38 Analisis ragam untuk percobaan beban retak

SK	db	JK	KT	fhit
perlakuan	2	658.3111	329.1556	
sc	1	587.7778	587.7778	12.21996
ag	1	72.00278	72.00278	1.496945
galat	15	721.4972	48.09981	
total	17	1381.278		

Dari tabel F dengan $\alpha = 0.05$, didapatkan nilai $F_{tabel(1,15)}$ sebesar 4.54 untuk faktor SC dan AG. Nilai $f_{hit\ sc} (12.21996) > f_{tabel}$, maka diambil keputusan tolak H_0 , hal ini menunjukkan bahwa *shear connector* mempengaruhi beban retak. Tetapi nilai $f_{hit\ sc}$ bernilai negatif, karena makin kecil jarak *shear connector* ternyata makin kecil beban yang ditahan. Jarak *shear connector* juga berpengaruh terhadap kerapatan agregat pada panel, sehingga mempengaruhi beban retak yang terjadi pada panel.



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian variasi *shear connector* dan variasi agregat semen diuraikan pada bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari perhitungan analisis varian kuat geser didapatkan nilai $F_{tabel(1,15)}$ sebesar 4.54 untuk faktor SC dan AG dengan $\alpha = 0,05$. Nilai $f_{hit\ sc}(12.08967) > F_{tabel}$ maka diambil keputusan tolak H_0 , hal ini menunjukkan bahwa *shear connector* mempengaruhi kuat geser. Tetapi nilai $f_{hit\ sc}$ bernilai negatif, karena makin kecil jarak *shear connector* ternyata makin kecil beban yang ditahan. Jarak *shear connector* juga berpengaruh terhadap kerapatan agregat pada panel, sehingga mempengaruhi kuat geser panel.
2. Dari perhitungan analisis varian lendutan didapatkan nilai $F_{tabel(1,15)}$ sebesar 4.54 untuk faktor SC dan AG dengan $\alpha = 0,05$. Nilai $f_{hit\ sc}(0.732666)$ dan $f_{hit\ AG}(2.338309) < F_{tabel}$, maka diambil keputusan terima H_0 , hal ini menunjukkan bahwa jarak *shear connector* dan campuran agregat tidak mempengaruhi lendutan.
3. Dari perhitungan analisis varian beban batas didapatkan nilai $F_{tabel(1,15)}$ sebesar 4.54 untuk faktor SC dan AG dengan $\alpha = 0,05$. Nilai $f_{hit\ sc}(42.35652) > f_{tabel}$, maka diambil keputusan tolak H_0 , hal ini menunjukkan bahwa *shear connector* mempengaruhi beban. Tetapi nilai $f_{hit\ sc}$ bernilai negatif, karena makin kecil jarak *shear connector* ternyata makin kecil beban yang ditahan. Jarak *shear connector* juga berpengaruh terhadap kerapatan agregat pada panel, sehingga mempengaruhi beban batas yang dapat ditahan pada panel.
4. Dari perhitungan analisis varian beban retak didapatkan nilai $F_{tabel(1,15)}$ sebesar 4.54 untuk faktor SC dan AG $\alpha = 0,05$. Nilai $f_{hit\ sc}(12.21996) > f_{tabel}$, maka diambil keputusan tolak H_0 , hal ini menunjukkan bahwa *shear connector* mempengaruhi beban retak. Tetapi nilai $f_{hit\ sc}$ bernilai negatif, karena makin kecil jarak *shear connector* ternyata makin kecil beban yang ditahan. Jarak *shear connector* juga berpengaruh terhadap kerapatan agregat pada panel, sehingga mempengaruhi beban retak yang terjadi pada panel.

5.2. Saran

Sebelum melakukan penelitian yang perlu diperhatikan perencanaan awal (*preliminary design*), karena hal ini sangat penting dalam menentukan kelancaran dan keakuratan pelaksanaan sebuah penelitian.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan variasi terhadap variabel bebas (*shear connector* dan agregat-semen) agar memperoleh hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya adalah :

1. Dalam penentuan variasi *shear connector*, ternyata berpengaruh terhadap kerapatan agregat pada panel. Hal itu terjadi karena makin kecil jarak *shear connector* makin banyak jumlah *shear connector* sehingga mengurangi kerapatan agregat pada panel anyaman bambu-beton tanpa pasir. Dalam penelitian selanjutnya penambahan variasi *shear connector* dan memperbesar jarak *shear connector* yaitu *shear connector* 10 cm, 25 cm dan 50 cm, diharapkan diketahui apakah variasi *shear connector* berpengaruh nyata terhadap kerapatan agregat.
2. Sebaiknya peneliti melakukan uji benda dengan panel beton tanpa pasir-lapis bambu dan beton tanpa pasir-tanpa lapis bambu, untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari lapis bambu terhadap kuat geser, lendutan, beban batas dan beban retak. Karena pada kasus ini panel bambu juga sebagai balok tinggi bukan balok biasa.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian agar memperoleh hasil yang lebih baik pada penelitian selanjutnya adalah :

- 1 Jumlah benda uji harus dibuat lebih banyak, agar keakuratan data bisa didapatkan.
- 2 Pemasangan *shear connector* harus sesuai dengan spesifikasi jarak yang telah ditentukan dan sebaiknya pemasangan dimulai dari bagian tengah bentang, agar jarak *shear connector* antara kiri dan kanan sama.
- 3 Pengecoran panel dengan variasi yang sama sebaiknya dilakukan secara bersamaan, agar didapatkan benda uji yang seragam dalam satu variasi. Dalam satu variasi, penuangan agregat diusahakan bersamaan antara benda uji yang satu dengan yang lain.
- 4 Bekisting yang digunakan sebaiknya seragam dan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan, agar benda uji seragam dan tidak mengalami penggelembungan pada panel.

5 Sebelum pengujian benda uji, diharapkan peneliti mengetahui komponen – komponen pendukung alat tersebut, mengetahui alat tersebut bekerja dengan baik dan mengetahui tata cara alat tersebut bekerja.

Dari saran-saran tersebut, diharapkan penelitian ini bisa disempurnakan untuk mendapatkan hasil yang maksimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1991. SK SNI T-15-1991-03. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Departemen PU, Yayasan LPMB.
- Anonimous. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Jakarta: Departemen PU dan Tenaga Listrik.
- Chu Kia Wang dan Charles G Salmon 1994. *Disain beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Avram, Constantin. 1981. *Concrete Strength and Strains*. Elvisier.
- Daniel L Schodek. 1995. *Struktur*. Bandung: PT Eresco.
- Dipohusodo, Istimawan 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- Dransfield, S dan Wijaya, EA. 1995. *Plant Resources of South East Asia 7, Bamboos*. Leiden. Backhuys Publisher.
- George Winter dan Arthur H. Nilson. 1993. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : PT Pradnya Parmita.
- Nawy, Edward G. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung : PT Eresco.
- R. Park and T. Paulay. 1994. *Reinforced Concrete Structures*. United State of America.
- Rudi Prasetyo. 2002. “ Pengaruh Variasi Jarak Penghubung Geser Terhadap Kapasitas Lentur dan Defleksi Pada Balok Komposit Anyaman Bambu Mortar lapis Vertikal”. Skripsi tidak diterbitkan. Malang : Jurusan Sipil FT UNIBRAW
- Vis, W.C dan Kusuma, Gideon. 1997. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga

LAMPIRAN 1

Data Hasil Pengujian Panel lapis Gedek Variasi *Shear Connector* 10 cm dan Agregat Campuran 1 : 3

I		II		III		IV		V	
Berat: 17 kg		Berat: 15.3 kg		Berat: 15 kg		Berat: 14.7kg		Berat: 18 kg	
Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm	
P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	4	0.5	25	0.5	7	0.5	20	0.5	15
1	24	1	40	1	23	1	43	1	33
1.5	75	1.5	69	1.5	55	1.5	61	1.5	68
2	143	2	93	2	80	2	80	2	74
2.5	210	2.5	120	2.5	153	2.5	124	2.5	95
3		3	180	3		3	170	3	110
3.5		3.5	245	3.5		3.5		3.5	
4		4		4		4		4	
4.5		4.5		4.5		4.5		4.5	
5		5		5		5		5	
5.5		5.5		5.5		5.5		5.5	
6		6		6		6		6	
6.5		6.5		6.5		6.5		6.5	
7		7		7		7		7	
7.5		7.5		7.5		7.5		7.5	
8		8		8		8		8	
8.5		8.5		8.5		8.5		8.5	
9		9		9		9		9	
9.5		9.5		9.5		9.5		9.5	
10		10		10		10		10	

LAMPIRAN 2

Data Hasil Pengujian Panel lapis Gedek Variasi *Shear Connector* 10 cm dan Agregat Campuran 1 : 4

I		II		III		IV		V	
Berat: 14 kg		Berat: 14.2 kg		Berat: 13.2 kg		Berat: 13.2 kg		Berat: 14.2 kg	
Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm	
P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	10	0.5	22	0.5	14	0.5	5	0.5	12
1	28	1	41	1	28	1	12	1	30
1.5	44	1.5	85	1.5	41	1.5	32	1.5	53
2	74	2	120	2	80	2	53	2	107
2.5	174	2.5	186	2.5	140	2.5	105	2.5	140
3		3		3	161	3	168	3	175
3.5		3.5		3.5	210	3.5		3.5	
4		4		4		4		4	
4.5		4.5		4.5		4.5		4.5	
5		5		5		5		5	
5.5		5.5		5.5		5.5		5.5	
6		6		6		6		6	
6.5		6.5		6.5		6.5		6.5	
7		7		7		7		7	
7.5		7.5		7.5		7.5		7.5	
8		8		8		8		8	
8.5		8.5		8.5		8.5		8.5	
9		9		9		9		9	
9.5		9.5		9.5		9.5		9.5	
10		10		10		10		10	

LAMPIRAN 3

Data Hasil Pengujian Panel lapis Gedek Variasi *Shear Connector* 15 cm dan Agregat Campuran 1 : 3

I		II		III		IV		V	
Berat: 14.8 kg		Berat: 13.8 kg		Berat: 21 kg		Berat: 15.9kg		Berat: 16 kg	
Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm	
P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	8	0.5	4	0.5	8	0.5	8	0.5	13
1	20	1	18	1	21	1	18	1	20
1.5	45	1.5	21	1.5	38	1.5	25	1.5	31
2	96	2	27	2	47	2	41	2	53
2.5	98	2.5	58	2.5	76	2.5	85	2.5	62
3	113	3	65	3	121	3	129	3	73
3.5	140	3.5	120	3.5	154	3.5	142	3.5	120
4	198	4	168	4	192	4		4	154
4.5	219	4.5	190	4.5	238	4.5		4.5	175
5	227	5		5		5		5	193
5.5	236	5.5		5.5		5.5		5.5	
6		6		6		6		6	
6.5		6.5		6.5		6.5		6.5	
7		7		7		7		7	
7.5		7.5		7.5		7.5		7.5	
8		8		8		8		8	
8.5		8.5		8.5		8.5		8.5	
9		9		9		9		9	
9.5		9.5		9.5		9.5		9.5	
10		10		10		10		10	

LAMPIRAN 4

Data Hasil Pengujian Panel lapis Gedek Variasi *Shear Connector* 15 cm dan Agregat Campuran 1 : 4

I		II		III		IV		V	
Berat: 16.7 kg		Berat: 14.5 kg		Berat: 14 kg		Berat: 15.8 kg		Berat: 16 kg	
Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm		Tebal:3 cm	
P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ	P	Δ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	12	0.5	5	0.5	18	0.5	11	0.5	12
1	17	1	17	1	26	1	21	1	34
1.5	32	1.5	28	1.5	36	1.5	28	1.5	41
2	49	2	43	2	48	2	42	2	80
2.5	84	2.5	85	2.5	55	2.5	61	2.5	114
3	112	3	131	3	75	3	93	3	167
3.5	150	3.5	148	3.5	112	3.5	127	3.5	
4	210	4	220	4	120	4	185	4	
4.5		4.5		4.5	143	4.5		4.5	
5		5		5	187	5		5	
5.5		5.5		5.5	231	5.5		5.5	
6		6		6		6		6	
6.5		6.5		6.5		6.5		6.5	
7		7		7		7		7	
7.5		7.5		7.5		7.5		7.5	
8		8		8		8		8	
8.5		8.5		8.5		8.5		8.5	
9		9		9		9		9	
9.5		9.5		9.5		9.5		9.5	
10		10		10		10		10	

LAMPIRAN 9
Pengujian kuat tekan beton tanpa pasir



LAMPIRAN 10
Proses penimbangan bahan



LAMPIRAN 11
Bekisting pada panel



LAMPIRAN 12
Panel anyaman bambu-beton tanpa pasir



LAMPIRAN 13

Pengujian anyaman bambu-beton tanpa pasir

