

PEMANFAATAN BAMBU BETUNG BANGKA SEBAGAI PENGANTI TULANGAN BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU

Ria Fahrina

Alumni Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email :Ria_basinglah@yahoo.com

Indra Gunawan

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung

Email : gunawanindra15@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pemakaian beton semakin banyak dijumpai untuk berbagai macam konstruksi bangunan. Dalam perkembangan bidang perekayasa material, saat ini terus diupayakan penelitian dan inovasi material termasuk material untuk bangunan atau komponen struktur. Harga tulangan baja semakin mahal karena ketersediaan bahan dasarnya semakin terbatas. Penggunaan bambu sebagai material konstruksi selama ini masih bersifat sekunder seperti perancah, reng, atap, dinding. Kenyataan ini lebih disebabkan minimnya pengetahuan masyarakat mengenai sifat-sifat mekanik dan fisik struktur bambu. Dalam penelitian ini bambu digunakan sebagai pengganti tulangan untuk balok beton bertulang. Bambu yang digunakan adalah bambu betung yang kemudian dikeringkan selama 7 hari. Dilakukan pengujian fisik bambu dan beton seperti kadar air bambu, kuat tarik bambu sejajar serat, kuat tekan beton, kuat lekat bambu terhadap beton dan kuat lentur balok beton bertulangan bambu dengan umur masing-masing beton 28 hari. Setelah dilakukan pengujian kuat lentur, kemudian dibandingkan nilai kuat lentur balok bertulang secara teori dengan eksperimen. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kadar air bambu sebesar 18,29%, kuat tekan beton rata-rata sebesar 28,5771 MPa, kuat tarik bambu sejajar serat sebesar 350,9741 MPa dengan kuat leleh bambu sebesar 247,42 MPa, kuat lekat bambu terhadap beton sebesar 0,341 Mpa, dan kuat lentur balok bertulang bambu sebesar 3,8735 MPa.

Kata kunci : *Bambu betung, beton, kadar air, kuat tekan, kuat tarik, kuat lekat, dan kuat lentur*

PENDAHULUAN

Pemakaian beton semakin banyak dijumpai untuk berbagai macam konstruksi bangunan. Dalam perkembangan bidang perekayasa material, saat ini terus diupayakan penelitian dan inovasi material termasuk material untuk bangunan atau komponen struktur (Sebayang dkk,

2008). Harga tulangan baja semakin mahal karena ketersediaan bahan dasarnya semakin terbatas.

Keberadaan bambu di Indonesia seperti buah simalakama. Rendahnya permintaan konsumen menyebabkan kalangan arsitek atau industri tidak mengembangkannya. Akibat tidak ada pengembangan, maka bambu jadi tidak

menarik sehingga masyarakat tidak menyukainya. Akhirnya bambu sebagai material lokal posisinya semakin terpinggirkan. Hal ini tentu menyedihkan, mengingat persediaan bambu di Indonesia sangat berlimpah, namun masyarakat masih belum optimal memanfaatkannya. Dari berbagai penelitian, struktur bambu terbukti memiliki banyak keunggulan. Seratnya yang liat dan elastis sangat baik dalam menahan beban (baik beban tekan/tarik, geser, maupun tekuk). Fakultas Kehutanan IPB mengungkapkan fakta bahwa kuat tekan bambu (yang berkualitas) sama dengan kayu, bahkan kuat tariknya lebih baik daripada kayu. Bahkan, dengan kekuatan seperti ini, jenis bambu tertentu bisa menggantikan baja sebagai tulangan beton. Sekarang ini, para ahli telah mencoba kemungkinan penggunaan bahan lain seperti bambu untuk dimanfaatkan sebagai tulangan beton alternatif. Bambu merupakan salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai material dalam pembangunan sipil. Saat ini sudah banyak orang menggunakan bambu sebagai pengganti material lain agar lebih ekonomis dalam hal biaya pembangunan.

Penggunaan bambu sebagai material konstruksi selama ini masih bersifat sekunder seperti perancah, reng, atap, dinding. Kenyataan ini lebih disebabkan minimnya pengetahuan masyarakat mengenai sifat-sifat mekanik dan fisik struktur bambu. Bambu dapat digunakan sebagai pondasi, kolom, balok, lantai, bahkan dapat digunakan sebagai rangka atap kuda-kuda dalam konteks bangunan sederhana. Dapat dibayangkan jika bambu dapat digunakan sebagai pengganti

tulangan baja dalam pembuatan struktur beton bertulang. Hal ini sungguh dapat menghemat biaya pembelian tulangan baja dalam pembuatan beton bertulang. Dari beberapa penelitian sebelumnya penulis tertarik untuk mengadakan penelitian tentang kekuatan bambu jika difungsikan sebagai bahan bangunan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang Pemanfaatan Bambu Bangka Jenis Betung Sebagai Pengganti Tulangan Untuk Balok Beton Bertulang.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui berapa besar kuat tarik bambu?
2. Untuk mengetahui berapa besar kuat lekat bambu terhadap beton?
3. Untuk mengetahui berapa besar kuat lentur balok beton bertulangan bambu?
4. Untuk mengetahui apakah bambu Bangka layak digunakan sebagai pengganti tulangan balok beton bertulang?

TINJAUAN PUSTAKA

Friska Silitonga (2011) melakukan penelitian mengenai perilaku balok komposit bambu betung-beton dengan bambu diisi di dalam balok beton. Penelitian ini mengenai komposit balok bambu-beton. Dimana bambu bulat utuh digunakan sebagai pengganti tulangan. Bambu yang digunakan adalah bambu betung, karena sifatnya yang keras, berdiameter besar, ber dinding tebal dan memiliki kuat tarik dan elastisitas yang cukup tinggi. Perencanaan balok komposit dengan

metode kuat batas (*ultimate strength design*). Diameter bambu 11 cm dengan tebal 2 cm, beton mutu K175 dimensi 23cm x 35 cm dan menggunakan paku 4,2 inchi sebagai penghubung geser. Panjang bentang balok adalah 3 m dan dibuat 2 sampel. Dari hasil pengujian diperoleh beban runtuh sampel pertama adalah 14 Ton dan balok kedua 13,5 Ton sedangkan secara teoritis beban runtuhnya adalah 10,5 Ton. Maka perbandingan hasil penelitian dan teoritis untuk sampel pertama adalah 1,333 dan sampel kedua 1,286. Dari hasil pengamatan tidak terjadi slip antara kedua bidang kontak hal ini menunjukkan penghubung geser cukup kuat membentuk aksi komposit. Dari hasil penelitian ini diharapkan bambu betung dapat digunakan sebagai bahan alternatif pengganti tulangan, terutama pada konstruksi rumah dan jembatan di daerah terpencil, selain harganya yang relatif murah dan terjangkau juga sangat mudah ditemukan dan jumlahnya yang cukup melimpah.

Dwi Anggraini Kusuma (2003) melakukan penelitian aplikasi bambu pilinan sebagai tulangan balok beton. Pada penelitian ini bambu digunakan sebagai tulangan balok beton, balok direncanakan bertulangan liat (*underreinforced*) dan tidak bertulangan tekan, semua balok diberitulangan bambu pilinan dari bambu galah dengan diameter 12 mm dan diberi lapisan kedap air. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode four point load, sehingga pada bagian balok diharapkan akan terjadi lentur murni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata perbandingan antara momen retak awal (eksperimen) dengan momen

perhitungan (teoritis) sebesar 115,26 %, hal ini menunjukkan adanya kecocokan antara teori dan eksperimen. Simpangan standar yang cukup besar yaitu 35,31 % dapat diartikan bahwa kualitas tulangan kurang seragam. Disimpulkan bahwa bambu memiliki peluang untuk digunakan sebagai tulangan, khususnya untuk struktur beton sederhana.

Endang Kasiati, Wibowo dan Boedi (2012) melakukan penelitian tentang pilinan bambu sebagai alternatif pengganti tulangan tarik pada balok beton. Penelitian ini membandingkan kuat tarik Bambu Apus/Tali, Bambu Ori, dan Bambu Jawa yang sudah dipilin dengan tegangan leleh baja tulangan mutu U-22. Bambu diambil bagian kulitnya, dengan dimensi 1x3x750 mm. Bagian kulit diambil tiga helai dan dipilin, kemudian 15 pilinan disatukan dengan kawat bendrat sepanjang pilinan bambu dengan jarak 20 mm. Lalu, dilakukan uji kuat tarik dengan acuan tegangan leleh baja tulangan mutu U-22 pada PBBI 1971. Pilinan bambu jenis yang paling kuat akan diaplikasikan pada balok beton fc 22,5 dengan dimensi 20x40x100 cm. Dari hasil evaluasi ternyata kuat tarik pilinan bambu tidak dapat melebihi tegangan leleh baja tulangan mutu U-22. Kuat tarik pilinan bambu rata-rata terbesar adalah 1.989,97 kg/cm², lebih kecil 9,55 % dari baja mutu U-22, yaitu dari bambu jenis Apus. Gaya lentur yang dihasilkan dari balok bertulangan pilinan bambu apus lebih besar 75,49 % dari hasil perhitungan balok normal secara teoritis menggunakan tegangan baja.

LANDASAN TEORI

Sifat Bahan Bambu

Bambu dikenal oleh masyarakat memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan, antara lain batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan sehingga mudah diangkut. Selain itu tanaman bambu mempunyai ketahanan yang luar biasa.

Sifat Fisis Bambu

Sifat fisis bambu ditentukan oleh faktor dalam yang meliputi (Heinz Frick, 2004). :

1. Banyaknya zat dinding sel yang ada pada bambu.
2. Susunan dan arah mikrofibril dalam sel-sel.
3. jaringan-jaringan dan Susunan kimia zat dinding sel.
4. Lingkungan pertumbuhan dan asalnya.
- 5.

Kadar Air Bambu

Kadar air dinyatakan sebagai kandungan air yang berada dalam bambu. Kadar air pada bambu berbeda untuk setiap kondisi cuaca, namun akan relatif tetap untuk bambu yang berada pada kondisi kering udara. Kadar air bambu pada kondisi kering udara maksimum 20%. Kandungan air (kadar air) dalam bambu dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KA(\%) = \frac{BA - BKT}{BKT} \times 100\% \quad \dots\dots (1)$$

Keterangan :

BA : Berat Awal (berat bambu ditambah dengan air) (gram)

BKT : Berat kering tanur (gram)

Sifat-sifat Mekanika Bambu

Sifat-sifat mekanika bambu tergantung pada:

1. Jenis bambu yang berkaitan dengan tumbuh-tumbuhan.
2. Umur bambu pada waktu penebangan.
3. Kelembapan (kadar air kesetimbangan) pada batang bambu.
4. Bagian batang bambu yang digunakan (bagian kaki, pertengahan, atau kepala)
5. Letak dan jarak ruasnya masing-masing (bagian ruas kurang tahan terhadap gaya tekan dan lentur).

Kuat Tarik Bambu

Kuat tarik bambu yaitu suatu ukuran kekuatan bambu dalam hal kemampuannya untuk menahan gaya-gaya yang cenderung menyebabkan bambu itu terlepas satu sama lain. Kekuatan tarik dibedakan menjadi dua macam yaitu kekuatan tarik tegak lurus serat dan kekuatan tarik sejajar serat. Kekuatan tarik sejajar arah serat merupakan kekuatan tarik yang terbesar pada bambu. Kekuatan tarik tegak lurus serat mempunyai hubungan dengan ketahanan bambu terhadap pembelahan. Rumus yang digunakan untuk mengetahui kuat tarik bambu adalah sebagai berikut:

$$f_t // = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

$f_t //$: Kuat tarik sejajar serat (MPa)

P : Beban maksimum (N)

A : Luas penampang (mm²)

Beton

Beton yang digunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil, dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*).

Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air, dan berbagai campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan factor utama didalam penentuan kekuatan beton (Chu-Kia Wang dan Charles G. Salmon, 1993). Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

$$f_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

f_c : Kekuatan tekan (MPa)

P : Beban tekan (N)

A : Luas permukaan benda uji (mm²)

Kuat Lekat Tulangan Terhadap Beton

Perkuatan pada beton dapat meningkatkan kekuatan tarik penampang tergantung pada keserasian antara kedua bahan tersebut untuk dapat bekerja sama memikul beban luar. Secara ringkas, kekuatan lekatan bergantung pada faktor-faktor utama sebagai berikut :

1. Adesi antara elemen beton dan bahan penguatnya.
2. Efek gripping (memegang) sebagai akibat dari susut pengeringan beton disekeliling tulangan, dan saling geser antara tulangan dengan beton di sekitarnya.
3. Tahanan gesekan (friksi) terhadap gelincir dan saling mengunci pada saat elemen penguat atau tulangan mengalami tegangan tarik.
4. Efek kualitas beton dan kekuatan tarik dan tekannya.
5. Efek mekanis penjangkaran ujung tulangan, yaitu dengan panjang penyaluran (*development length*), panjang lewatan (*splicing*), bengkokan tulangan (*hooks*), dan persilangan tulangan.
6. Diameter, bentuk, dan jarak tulangan karena kesemuanya mempengaruhi pertumbuhan retak.

Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\mu = \frac{P}{(Ld \times 2(lb + th))} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

P : Beban (N)

ds : Diameter tulangan (mm)

- L_d : Panjang penanaman (mm)
 lb : Lebar tulangan bambu (mm)
 tb : Tebal tulangan bambu (mm)
 μ : Kuat lekat antara beton dengan tulangan (MPa)

Kuat Lentur Balok Beton

Bila suatu penampang beton bertulang yang dibebani lentur murni dianalisis, pertama-tama perlu dipakai sejumlah kriteria agar penampang itu mempunyai probabilitas keruntuhan yang layak pada keadaan batas hancur. Penampang yang dianalisis mempunyai pengaruh yang sangat besar pada suatu prosedur atau suatu anggapan dasar tertentu yang disepakati mempunyai ada probabilitas keruntuhan yang tertentu pula. Bila anggapan-anggapan ini diubah (secara drastis), maka probabilitas keruntuhan juga berubah.

1. Dasar-dasar anggapan dan persyaratan

Anggapan yang digunakan dalam menganalisis beton bertulang yang diberi beban lentur adalah:

- Beton tidak dapat menerima gaya tarik karena beton tidak mempunyai kekuatan tarik.
- Perubahan bentuk berupa pertambahan panjang dan perpendekkan (regangan tarik dan tekan) pada serat-serat penampang, berbanding lurus dengan jarak tiap serat ke sumbu netral. Ini merupakan kriteria yang kita kenal, yaitu penampang bidang datar akan tetap berupa bidang datar.

- Hubungan antara tegangan dan regangan baja (σ_s dan ϵ_s) dapat dinyatakan secara skematis.
- Hubungan antara tegangan dan regangan beton (σ'_c dan ϵ'_c) dapat dinyatakan secara skematis.

Kuat lentur dengan beban satu titik dihitung sebagai berikut :

$$f_{lt} = \frac{3pl}{2bd^2} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- f_{lt} : Kuat lentur (MPa)
 p : Beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (N)
 l : Panjang bentang diantara kedua balok tumpuan (mm)
 b : Lebar balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)
 d : Tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh (mm)

Langkah-langkah analisis balok terlentur bertulang tarik adalah menurut sebagai berikut :

- Buat daftar hal-hal yang diketahui (b , d , d' , f'_c , f_b , A_b)

Hitung rasio penulangan :

$$\rho = \frac{A_b}{b.d} \dots\dots\dots(6)$$

- Bandingkan hasilnya dengan $0,75\rho_b$ atau ρ_{maks} juga terhadap ρ_{min} untuk menentukan apakah penampang memenuhi persyaratan.

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_b} \dots\dots\dots(7)$$

3. Hitung kedalaman balok tegangan beton tekan :

$$a = \frac{Ab \cdot f_b}{(0,85 \cdot f'_c) \cdot b} \dots \dots \dots (9)$$

4. Hitung panjang lengan kopel momen dalam:

$$z = \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots \dots \dots (10)$$

5. Hitung momen tahanan (momen dalam) ideal M_n :

$$M_n = Ab \cdot f_b \cdot z \dots \dots \dots (11)$$

$$M_R = \phi M_n \dots \dots \dots (12)$$

6. Bandingkan nilai M_R dengan M_U , apabila $M_R \geq M_U$ maka balok akan memenuhi persyaratan

Pola Kretakan Pada balok

Retak (*cracks*) adalah pecah pada beton dalam garis-garis yang relatif panjang dan sempit. Retak pada beton dapat ditimbulkan oleh berbagai hal, di antaranya adalah sebagai berikut:

Evaporasi air dalam campuran beton terjadi dengan cepat seperti pada keadaan cuaca yang panas, kering atau berangin. Retak akibat keadaan ini disebut dengan plasticcracking. Retak yang terjadi bersifat acak dan lurus, dapat bersifat dangkal atau dalam dan biasanya terkonsentrasi pada bagian tengah elemen yang datar.

Bleeding yang berlebihan pada beton, perataan permukaan beton pada saat air akibat bleeding masih ada pada permukaan, atau proses curing yang tidak sempurna. Retak yang terjadi bersifat dangkal dan saling berhubungan pada seluruh

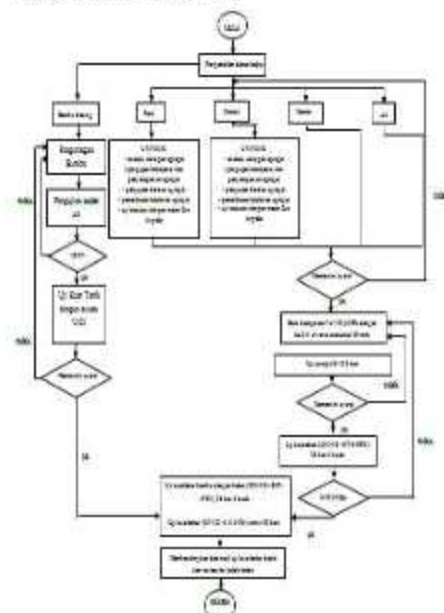
permukaan suatu pelat. Retak yang seperti ini biasa disebut *crazing*.

Pergerakan struktur, sambungan yang tidak baik pada pertemuan kolom atau dinding dengan balok atau pelat, atau tanah dasar yang tidak stabil. Retak yang terjadi biasanya dalam atau lebar, dapat terjadi secara tunggal atau dalam kelompok. Retak semacam ini sering disebut *random cracks*.

Reaksi antara alkali dan agregat. Retak saling berhubungan satu sama lain, mulai terbentuk sekitar sepuluh tahun atau lebih setelah pengecoran dan selanjutnya secara progresif menjadi lebih dalam dan lebih lebar.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh setelah melakukan penelitian di Laboratorium Universitas

Bangka Belitung Jurusan Teknik Sipil dan analisa hasil penelitiannya adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil rekapitulasi pengujian agregat halus

No	Pengujian	Standar pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1	Analisa saringan ▪ lolos saringan No.200 ▪ modulus kehalusan	SNI 03-1968-1990	-	5	0	%
			1,5	3,8	3,531	%
2	Berat jenis ▪ Bulk ▪ SSD ▪ Apparent ▪ Penyerapan air	SNI 03-1970-1990	2,5	-	2,512	-
			2,5	-	2,543	-
			2,5	-	3,222	-
			-	3	1,235	%
3	Berat isi ▪ Lepas ▪ Padat	SNI 03-1973-1990	0,4	1,9	1,226	gr/cm ³
			0,4	1,9	1,443	gr/cm ³
4	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	3,18	%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 2. Hasil rekapitulasi pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Standar pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1	Analisa saringan ▪ lolos saringan No.200 ▪ modulus kehalusan	SNI 03-1968-1990	-	1	0	%
			5	8	6,604	%
2	Berat jenis ▪ Bulk ▪ SSD ▪ Apparent ▪ Penyerapan air	SNI 03-1970-1990	2,5	-	2,903	-
			2,5	-	2,918	-
			2,5	-	2,947	-
			-	3	0,512	%
3	Berat isi ▪ Lepas ▪ Padat	SNI 03-1973-1990	0,4	1,9	1,330	gr/cm ³
			0,4	1,9	1,481	gr/cm ³
4	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	1,4	%
5	Keausan Agregat	SNI 03-2417-1991	-	40	27	%

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan beton

Kode benda uji	Umur (hari)	Luas (mm ²)	Berat (gr)	Gaya tekan (N)	Kuat tekan (Mpa)	Kuat tekan rata-rata (Mpa)
A	28	17.671,46	12.500	525.000	29,7089	28,5771
B	28	17.671,46	12.500	490.000	27,7283	
C	28	17.671,46	12.500	500.000	28,2942	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan yang didapat lebih besar dibandingkan dengan nilai kuat tekan yang ditargetkan yaitu f'_c 22,5 Mpa

Kadar Air Bambu

Adapun hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada hitungan dibawah ini:

Berat awal bambu (BA) : 1300 gr

Berat kering tanur bambu (BKT) : 1099 gr

$$KA (\%) = \frac{BA - BKT}{BKT} 100\%$$

$$KA (\%) = \frac{1300 - 1099}{1099} 100\%$$

$$KA = 18,29 \%$$

Dari hasil pengujian kadar air bambu dapat diketahui bahwa nilai yang didapat memenuhi kriterianya sesuai dengan

diharapkan yaitu harus lebih kecil dari 20%. Kadar air bambu yang digunakan pada penelitian ini adalah bambu pada kondisi kering udara maksimum 20%.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tarik Bambu

Kode Benda Uji	P (N)	A (mm ²)	f _t (Mpa)	F _y (Mpa)
Bambu1	3633,8	9	403,7556	363,67
Bambu2	3114,1	9	346,0111	245,57
Bambu3	2728,4	9	303,1556	118,18
Rata-rata			350,9741	242,47

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik yang didapatkan melebihi kuat tarik yang ditargetkan dan bambu tersebut memenuhi syarat untuk pengganti besi tulangan.

Tabel 5. Hasil pengujian kuat lekat bambu terhadap beton

Kode Benda Uji	Tanggal		P (N)	Ld (mm)	lb (mm)	tb (mm)	μ (Mpa)
	Pembuatan	Pengujian					
BB1	14-02-2014	14-03-2014	1202,5	110	10	9	0,2877
BB2	14-02-2014	14-03-2014	1648,3	110	10	9	0,3943
Rata-rata							0,341

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengujian kuat lekat bambu terhadap beton dapat diketahui bahwa nilai kuat lekat bambu terhadap beton lebih kecil dari kuat lekat baja polos terhadap beton.

Tabel 6. Hasil pengujian kuat lentur balok bertulang bambu

Kode Benda Uji	Bentang (m)	Umur (hari)	Gaya Tekan Maks. (kN)	Kuat Lentur Eksperimen (MPa)	Kuat Lentur Teori (MPa)
Balok A	1	28	16,6234	4,1559	5,3744
Balok B	1	28	13,8072	3,4518	5,3744
Balok C	1	28	16,0512	4,0128	5,3744
Rata-rata				3,8735	5,3744

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengujian kuat lentur didapatkan nilai kuat lentur eksperimen lebih kecil dari kuat lentur secara teoritis. Hal ini menyebabkan bahwa balok tersebut tidak dapat digunakan sebagai

komponen struktur bangunan sederhana (balok). Akan tetapi dapat digunakan sebagai struktur bangunan sederhana untuk rumah tinggal seperti ring balok.

Tabel 7. Perbandingan beban teori dan beban eksperimen

Kode Benda Uji	Bentang (m)	P teori (kN)	P eksperimen (kN)	P.exp/P.teori (%)
Balok A	1	21,4974	16,6234	77,33
Balok B	1	21,4974	13,8072	64,23
Balok C	1	21,4974	16,0512	74,67
Rata-rata		21,4974	15,4939	72,08

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari gaya beban yang didapatkan oleh pengujian kuat lentur P eksperimen lebih kecil dibandingkan dengan P teori. Perbandingan antara P eksperimen dengan P teori adalah sebesar 72,08 %. Hal ini

dipengaruhi oleh saat bambu pilinan dirangkai tidak dapat lurus, dan saat dilakukan pengecoran benda uji tidak terisi dengan padat.

Tabel 8. Perbandingan momen rencana dan momen yang terjadi

Kode Benda Uji	Bentang (m)	Momen Rencana (kNm)	Momen Eksperimen (kNm)	M.eks/MR (%)
Balok A	1	5,4606	4,2421	77,69
Balok B	1	5,4606	3,5381	64,79
Balok C	1	5,4606	4,0991	75,07
Rata-rata		5,4606	3,9598	72,52

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari ketiga benda uji secara umum menunjukkan bahwa keruntuhan balok diawali dengan retak lentur yang terjadi di daerah tengah bentang. Keruntuhan tidak terjadi pada daerah tulangan geser. Pola retak dan pola runtuh yang terjadi pada benda uji menunjukkan ciri yang mendekati sama. Runtuh lentur ditandai oleh retak-retak tegak lurus dan meningkat jumlahnya di daerah tulangan tarik pada tengah bentang. Secara umum dapat dilihat bahwa peningkatan panjang retak berkurang dengan bertambahnya beban yang diberikan, sedangkan lebar retak akan bertambah seiring dengan bertambahnya beban. Retak yang terjadi pada umumnya merupakan retak lentur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan penulis dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut:

Dari penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan penulis dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata kuat tarik bambu sejajar serat sebesar 350,9741 MPa dan untuk tegangan leleh bambu didapatkan rata-rata menjadi 242,47 MPa. Dari pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik yang didapatkan melebihi kuat tarik yang ditargetkan yaitu mutu baja U-22 dengan tegangan leleh 220 MPa dan bambu tersebut

memenuhi syarat untuk pengganti besi tulangan.

2. Berdasarkan dari penelitian didapatkan nilai kuat lekat bambu terhadap beton rata-rata adalah 0,341 MPa sedangkan dari pengujian kuat lekat baja polos diameter 10 mm adalah 3,267 MPa sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kuat lekat bambu terhadap beton lebih kecil dari nilai kuat lekat baja polos terhadap beton.
3. Dari beberapa pengujian didapatkan hasil kuat lentur balok rata-rata adalah sebesar 3,8735 MPa. Dari ketiga benda uji secara umum menunjukkan bahwa keruntuhan balok diawali dengan retak lentur yang terjadi di daerah tengah bentang. Keruntuhan tidak terjadi pada daerah tulangan geser. Retak yang terjadi pada umumnya merupakan retak lentur.
4. Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur balok diperoleh hasil sebesar 3,8735 MPa. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan kuat lentur teoritis sebesar 5,3744 MPa sehingga dapat disimpulkan bahwa balok bertulang bambu betung Bangka dengan model pilinan kurang baik digunakan akan tetapi dapat digunakan pada struktur bangunan yang lebih sederhana untuk tempat tinggal seperti ring balok.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang didapat, maka penulis dapat memberi saran sebagai berikut:

1. Agar hasil uji kuat tarik bambu dapat seragam dan efisien maka harus dilakukan dengan teliti saat membuat benda uji kuat tarik tersebut.
2. Dapat dilakukan pengujian tentang bambu pengganti tulangan dengan bentuk atau model tulangan bambu yang berbeda dari bambu-bambu yang berbeda.
3. Diperlukan ketelitian yang penuh saat melakukan pengujian kuat lentur agar mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aroni, Ali., 2010, *Balok dan Pelat Beton Bertulangan*, Yogyakarta :Graha Ilmu.
- Budi, Agus Setiya., 2012, *Beton Tulangan Bambu*. Dikutip dari : http://sipil.ft.uns.ac.id/index.php?option=com_content&task=view&id=201&Itemid=1, diakses 16 Juni 2013.
- Dipohusodo, L., 1999, *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.
- Fajrin, Pathurahman Jauhar dan Kusuma, Dwi Anggraini., 2013, *Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton*. Dikutip dari: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/civ/article/download/15568/15560>, diakses 16 Juni 2013.
- Frick, Heinz., 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu : Pengantar Konstruksi Bambu*. Bandung: Kanisius.
- Kardiyono, Ir. Tjokrodinuljo. M.E., 2007, *Teknologi Beton Edisi Pertama*. Yogyakarta: Teknik Sipil dan Lingkungan UGM.
- Mulyono, Ir. Tri. M.T., 2003, *Teknologi Beton*. Jakarta: Andi Yogyakarta.
- Nawy, Edward G., 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: PT. Eresco.
- Oka, Gusti Made., 2005, *Cara Penentuan Kelas Kuat Acuan Bambu Petung*. Dikutip dari: <http://bamboeindonesia.wordpress.co/jenis-jenis-bambu/bambu-petung/makalah-bambu-petung/gusti-made-oka/>, diakses 20 Agustus 2013.
- Qzuka, Anna., 2012, *Sifat dan Struktur Kayu*. Dikutip dari: <http://sifat-dan-struktur-kayu.blogspot.com/>, diakses 20 Agustus 2013.
- SNI 03-1968-1990, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-1969-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-1970-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-1971-1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*, Departemen Pekerjaan umum, Jakarta.

- SNI 03-1972-1990, *Metode Pengujian Slump Beton*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-2417-1991, *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Loss Angeles*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-3399-1994, *Metode Pengujian Kuat Tarik Kayu di laboratorium*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-4154-1996, *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebeban Terpusat Langsung*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-1973-1990, *Metode Pengujian Berat Isi Beton*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-4809-1998 *Metode Untuk membandingkan berbagai Beton Berdasarkan Kuat Lekat Yang Timbul Terhadap Lingkungan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Sunarmasto, 2007, *Tegangan Lekat Baja Tulangan (Polos dan Ulir) Pada Beton*, Universitas Sebelas Maret.
- Vis, Ir. W. C. dan Kusuma, Ir. Gideon H. M. Eng., 1993, *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. Jakarta: Erlangga.
- Wang, Chu-Kia dan Salmon, Charles G., 1993. *Disain Beton Bertulang Jilid I Edisi Ke-4*. Jakarta : Erlangga.