

APLIKASI RAJUTAN BAMBUI SEBAGAI TULANGAN BALOK BETON*Application of Knitted Bamboo For Concrete Reinforcement Beams***Agostinho Francisco Pinto¹, Sri Murni Dewi², Devi Nurlinah³**^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
JL. MT. Haryono No. 167 Malang, 65145, Jawa Timur
Email : frehd_ko@yahoo.com**Abstract**

Need for the use of reinforced concrete in housing construction will increase along with the rapid population growth. This increases the need for steel reinforcement as a major component. The increase in need for steel reinforcement will trigger a price increase so that it becomes expensive and scarce. Iron ore as a raw material for making steel reinforcement is a mineral that can not be renewed. Therefore, efforts to use alternatives to steel reinforcement in concrete. Bamboo has good mechanical properties and a high ratio between strength and weight. Bamboo has a tensile strength is high, between 100-400 MPa, nearly matching the tensile strength equivalent to steel reinforcement 1/2 to 1/4 of iron ultimate voltage showed similar results and that the tensile strength of bamboo can reach 1280 kg / cm². Bamboo can be used as the material of reinforced concrete. This study aims to determine the capacity of the bending beam with reinforcement of bamboo, bamboo reinforced beam deflection capacity. This experiment is a concrete beam bending test. The results showed that bamboo reinforced concrete beam has a maximum capacity reached 56.61% of the maximum capacity of steel reinforced concrete.

Keywords: *Bamboo, flexural capacity, deflection.*

Abstrak

Kebutuhan penggunaan beton bertulang dalam pembangunan perumahan akan semakin meningkat seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan penduduk. Hal ini meningkatkan kebutuhan tulangan baja sebagai komponen utama. Kenaikan kebutuhan tulangan baja akan memicu kenaikan harga sehingga menjadi mahal dan langka. Bijih besi sebagai bahan baku pembuatan tulangan baja merupakan mineral yang tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu, perlu upaya menggunakan alternatif pengganti tulangan baja pada beton. Bambu memiliki sifat mekanik yang baik dan rasio yang tinggi antara kekuatan dan berat. Bambu mempunyai kekuatan tarik yang cukup tinggi, antara 100-400 Mpa, hampir menyamai kekuatan tarik besi tulangan setara dengan 1/2 sampai 1/4 dari tegangan ultimate besi menunjukkan hasil yang sama dan kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm². Bambu dapat digunakan sebagai material beton bertulang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas lentur balok dengan tulangan bambu, kapasitas lendutan balok bertulang bambu. Pengujian yang dilakukan adalah uji lentur balok beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa balok beton bertulang bambu memiliki kapasitas maksimum mencapai 56,61% dari kapasitas maksimum beton bertulang baja.

Kata Kunci : Bambu, kapasitas lentur, lendutan.

PENDAHULUAN

Pelaksanaan pembangunan infrastruktur waktu demi waktu semakin meningkat, sesuai dengan pemenuh kebutuhan dari semua aspek kehidupan. Pelaksanaan pembangunan tersebut tidak terlepas juga dengan inovasi terhadap semua aspek pendukung dalam pembangunan tersebut. Beton merupakan salah satu bentuk aspek utama dalam

pembangunan infrastruktur baik itu gedung, jembatan, jalan, dll. Beton sederhana dibentuk oleh pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), udara, dan kadang-kadang campuran tambahan lainnya (Nawy, 2010).

Beton mempunyai nilai kuat tekan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai lebih kurang 10-65

Mpa. Nilai kuat tarik beton hanya berkisar 9% sampai 15% dari kuat tekannya (Mulyono, 2004). Penambahan tulangan pada beton difungsikan untuk menahan gaya tarik yang memikul beban-beban yang bekerja pada beton tersebut. Daerah tekan pada balok juga dapat diperkuat dengan penggunaan tulangan ini. Sehingga beton tersebut tidak hanya berdiri sendiri, yang mana disebut juga dengan beton bertulang.

Semakin mahalnya harga tulangan baja ini akan sangat memberatkan bagi masyarakat terutama masyarakat golongan ekonomi lemah, dalam upaya mereka untuk memenuhi kebutuhan primernya, yaitu berupa perumahan yang layak huni. Oleh sebab itulah perlu diupayakan mencari alternatif baru pengganti tulangan baja pada beton. Adapun alternatif lain sebagai pengganti tulangan beton tersebut, diantaranya adalah bambu. Bambu merupakan produk hasil alam yang renewable yang dapat diperoleh dengan mudah, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek global warming serta memiliki kuat tarik tinggi (Setiyabudi, 2010).

Bambu dapat digunakan sebagai tulangan beton pengganti baja karena mempunyai kekuatan tarik tinggi yang mendekati kekuatan baja. Seperti yang dikemukakan oleh Morisco (1999), bahwa pemilihan bambu sebagai bahan bangunan dapat didasarkan seperti pada harga yang relatif rendah, pertumbuhan cepat, mudah ditanam, mudah dikerjakan, serta keunggulan spesifik yaitu serat bambu memiliki sifat mekanik yang baik dan rasio yang tinggi antara kekuatan dan berat. Bambu mempunyai kekuatan tarik yang cukup tinggi, antara 100-400 Mpa, hampir menyamai kekuatan tarik besi tulangan setara dengan $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{1}{4}$ dari tegangan ultimate besi (Widjaja, 2001) serta (Surjokusumo dan Nugroho, 1993) menunjukkan hasil yang sama dan menurut Morisco, 1996 bahwa kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm².

Beberapa Penelitian yang Pernah Dilakukan Pada Balok Beton Bambu

Hakim (1987), berdasarkan hasil penelitiannya menyatakan bahwa jenis bambu belah dengan nodia berpengaruh sangat nyata terhadap kekuatan tarik maksimum bambu belah tanpa nodia, sedangkan posisi contoh benda uji tidak berpengaruh secara nyata, rata-

rata kekuatan tarik terendah terdapat pada bambu Apus 2558,46 kg/cm², bambu Wulung 2833,4784 kg/cm², bambu Legi 2835,141 kg/cm², bambu Ori 3062,703 kg/cm², bambu Ampel 3229,014 kg/cm², dan bambu Petung 3958,2324 kg/cm².

Penelitian Morisco (1999), memperlihatkan kekuatan tarik bambu dapat mencapai sekitar dua kali kekuatan tarik baja tulangan. Sebagai pembandingan dipakai baja tulangan beton dengan tegangan leleh sekitar 240 MPa yang mewakili baja beton yang banyak terdapat di pasaran. Dari penelitian diperoleh bahwa kuat tarik kulit bambu Ori cukup tinggi yaitu hampir mencapai 500 MPa, sedang kuat tarik rata-rata bambu Petung juga lebih tinggi dari tegangan leleh baja, hanya satu spesimen yang mempunyai kuat tarik lebih rendah dari tegangan leleh baja.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan metode experimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya.

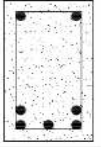
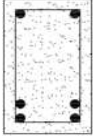



Bambu yang digunakan sebagai tulangan akan dirajut dengan cara bambu di belah terlebih dahulu dengan ukuran kecil setelah itu bambu belahan dirajut menjadi bambu rajutan untuk tulangan beton.

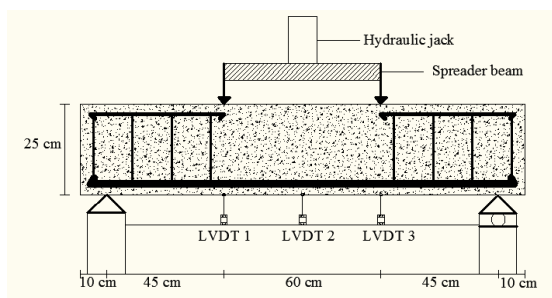


Gambar 1. Rajutan bambu

Benda uji berupa balok beton dengan tulangan (*reinforced concrete*) dengan ukuran 15 x 25 x 170 cm. Balok tersebut diletakkan pada dua tumpuan yang dibebani dengan beban dua beban statik yang terukur pada bentang balok tersebut. Detail benda uji dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Tabel 1. Klasifikasi Rasio Penulangan

Gambar Penulangan	Dimensi balok b x h (mm)	Tulangan Utama Bambu/ Baja	Tulangan Geser
		Tul. Bambu 5 D12	
	150 x 250	Tul. Bambu 4 D12	$\phi 8 - 150$
		Tul. Bambu 3 D12	
	150 x 250	Tul. Bambu 2 D12	$\phi 8 - 150$
	150 x 250	Tul. Baja 2 D12	$\phi 8 - 150$



Gambar 2. Skema rangkaian pembebanan dan pengujian

Benda uji dibuat menggunakan beton yang sebelumnya telah dibuat mix design-nya. Setelah benda uji mencapai umur 28 hari kemudian diadakan pengujian dan pengambilan data berupa pengambilan beban statik, dan lendutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kuat tekan Beton

Delapan buah benda uji beton selinder di uji pada umur 28 hari untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan Nilai kuat tekan beton adalah 20 MPa.

Hasil pengujian Lentur balok

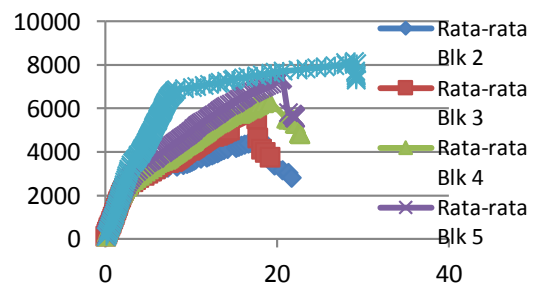
Pengujian lentur pada balok merupakan pengujian yang dilakukan dengan meletakkan balok pada dua tumpuan sederhana, kemudian di beri dua beban garis pada jarak yang telah ditentukan. Lendutan balok di peroleh dari pembacaan LVDT yang diletakan di tengah bentang dan tepat di bawah salah satu beban garis yang di berikan pada balok, seperti yang di tunjukan pada oleh Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian lentur balok

Tabel 2. Beban maksimum rata-rata pada Balok Beton.

Benda Uji Balok	P max (Kg)	Lendutan Max (mm)
Rata-rata BK	8067	29,01
Rata-rata BB 2	4567	18,2
Rata-rata BB 3	5517	17,65
Rata-rata BB 4	6367	19,10
Rata-rata BB 5	7342	20,61



Gambar 4. Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Rata-rata Balok

Hasil pengujian Lentutan balok

Tabel. 3. Lentutan dengan Beban yang sama 4567 Kg pada balok beton bertulang bambu

Benda Uji Balok	P (Kg)	Lentutan Max (mm)
Rata-rata BB 2	4567	18,2
Rata-rata BB 3	4567	11,6
Rata-rata BB 4	4567	10,3
Rata-rata BB 5	4567	8,6

Dari hasil Tabel 3 dapat kita lihat nilai lentutan dengan beban 4567kg pada balok beton bertulang bambu. penambahan jumlah tulangan bambu pada balok beton bertulang bambu di daerah tarik menghasilkan nilai lentutan menjadi berkurang dengan beban yang sama.

Teoritis

Analisis Lentur balok beton yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada analisis secara konvensional balok beton . keseimbangan antara gaya tekan pada beton (C) dengan gaya tarik pada tulangan (T) harus terpenuhi. Gaya tarik pada tulangan (T) yaitu hasil hasil perkalian luas tulangan dengan nilai kuat tarik pada tulangan, dan nilai (C) diperoleh dari perkalian luas daerah tekan beton dengan kuat tekan beton. Perhitungan Beban maksimum yang diperoleh pada balok beton dengan berbagai variasi tulangan bambu di sajikan dalam tabel berikut.

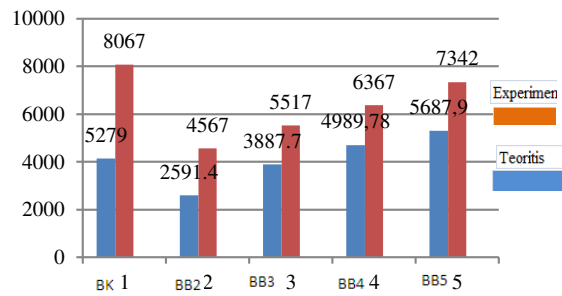
Tabel 4. Beban teoritis maksimum pada Balok Beton.

Benda Uji Balok	P max (Kg)
BK	5279,36
BB 2	2870,65
BB 3	4123,77
BB 4	4989,73
BB 5	5687,90

Perbandingan Beban maksimum antara Hasil Eksperimen dengan Teoritis

Bedasarkan hasil secara teoritis, maka dapat dibandingkan hasil hasil beban maksimum dan lentutan maksimum yang diperoleh secara teoritis dengan beban maksimum dan lentutan maksimum yang

diperoleh dari eksperimen. Perbandingan hasil beban maksimum ditunjukkan oleh Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Perbandingan Beban Maksimum Balok Beton .

Pola Retak

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat diamati pola retak yang terjadi pada balok beton dengan dua tumpuan sederhana dengan berbagai macam variasi tulangan. Pada benda uji balok beton bertulang baja, retak yang terjadi adalah retak akibat lentur yang terjadi di tengah bentang dimana berawal dari retak rambut yang terjadi di tengah bentang sehingga retak tersebut membesar dan mengakibatkan runtuh. Pola keruntuhan balok beton bertulang baja dapat di lihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pola keruntuhan balok beton bertulang baja

Pada dasarnya pola retak yang terjadi pada benda uji balok beton bertulang bambu dengan berbagai variasi jumlah tulangan mempunyai pola retak keruntuhan yang sama dengan balok beton bertulang baja, dimana retak yang terjadi adalah retak akibat lentur yang terjadi di tengah bentang. . Pola keruntuhan balok beton bertulang baja dapat di lihat pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 7. Pola keruntuhan balok beton bertulang bambu 2D12



Gambar 8. Pola keruntuhan balok beton bertulang bambu 3D12



Gambar 9. Pola keruntuhan balok beton bertulang bambu 4D12



Gambar 10. Pola keruntuhan balok beton bertulang bambu 5D12

Uji Hipotesis

Suatu pengujian hipotesis statistic ialah prosedur yang dapat digunakan untuk menarik suatu kesimpulan atau keputusan untuk menolak atau menerima hipotesis yang sedang diuji.

Untuk menguji hipotesis, digunakan data yang dikumpulkan dari sampel, sehingga merupakan data prakiraan, itulah sebabnya, keputusan yang dibuat di dalam menolak atau menerima hipotesis mengandung ke tidak pastian, maksudnya keputusan bisa benar atau bisa juga salah. Adanya unsur ketidak pastian menyebabkan timbulnya resiko dalam pembuatan keputusan. Besar kecilnya resiko dinyatakan dalam nilai probabilitas.

Pengujian hipotesis variasi jumlah tulangan bambu terhadap kapasitas beban maksimum balok beton bertulang bambu.

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh penambahan jumlah tulangan bambu terhadap kapasitas beban maksimum balok beton bertulang bambu.

H_0 = tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara penambahan jumlah tulangan terhadap kapasitas beban maksimum balok beton.

H_1 = terdapat pengaruh yang signifikan antara penambahan jumlah tulangan terhadap kapasitas beban maksimum balok beton.

Level of signifikan (α) = 5% = 0,05

$F(\alpha; k-1; k(n-1)) = F(0,05; 3; 4) = F_{tabel} = 6,59$

H_0 : diterima apabila $F \leq 6,59$

H_1 : ditolak apabila $F \geq 6,59$

Karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ (26,662 > 6,59), maka H_0 di tolak. Sehingga terdapat pengaruh yang signifikan antara penambahan rasio tulangan bambu terhadap beban maksimum balok beton bertulang bambu.

Pengujian hipotesis variasi jumlah tulangan bambu terhadap kapasitas lendutan balok beton bertulang bambu.

Pengujian hipotesis dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada

pengaruh penambahan jumlah tulangan bambu terhadap kapasitas lendutan balok beton bertulang bambu .

H₀ = tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap antara penambahan jumlah tulangan terhadap kapasitas lendutan balok beton.

H₁ = tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap antara penambahan jumlah tulangan terhadap kapasitas lendutan balok beton.

Level of signifikan (α) = 5% = 0,05

Karena nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ (6.66 > 6,59), maka H₀ di tolak. Sehingga terdapat pengaruh yang signifikan antara penambahan rasio tulangan bambu terhadap lendutan balok beton bertulang bambu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan maka dapat diperoleh kesimpulan penelitian sebagai berikut.

- Kapasitas beban maksimum beton bertulang bambu mengalami peningkatan dengan adanya penambahan rasio tulangan pada daerah tarik balok beton. Kapasitas balok beton bertulang bambu tulangan tarik 2D12 sebesar 4567 kg, pada balok beton bertulang bambu tulangan tarik 3D12 sebesar 5517 kg, pada balok beton bertulang bambu tulangan tarik 4D12 sebesar 6367 kg, pada balok beton bertulang bambu tulangan tarik 5D12 sebesar 7342 kg. Keruntuhan yang terjadi balok beton bertulang bambu adalah keruntuhan akibat lentur pada balok.
- Nilai lendutan menjadi berkurang dengan penambahan tulangan pada daerah tarik balok beton bertulang bambu, dengan beban yang sama 4567 kg untuk balok beton bertulang bambu tulangan tarik 2D12 nilai lendutan 18,2 mm, balok beton bertulang bambu tulangan tarik 3D12 nilai lendutan 11,6 mm, balok beton bertulang bambu tulangan tarik 4D12 nilai lendutan 10,3 mm, balok beton bertulang bambu tulangan tarik 5D12 nilai lendutan 8,6 mm,

- Nilai beban maksimum balok beton bertulang bambu dengan tulangan daerah tarik 2D12 memiliki nilai beban maksimum sebesar 4567 kg yang mencapai 56,61% dari nilai beban maksimum balok beton bertulang baja dengan tulangan daerah tarik 2D12 sebesar 8067 kg.

Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini, maka saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut :

- Menganalisis lebih detail tentang balok beton tulangan bambu dengan rajutan, terhadap balok beton tulangan bambu tanpa rajutan .
- Mengadakan penelitian tentang modifikasi – modifikasi lainnya yang lebih efektif untuk mengatasi kelemahan bambu sebagai tulangan pada beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1977. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971-N.I-2* (PBI 1971) Penerbitan Kelima.
- ACI, 2005, *Building Code Requirement For Structural Concrete*, (ACI-318-05) and *Commentary* (ACI-R318-05), Farmington Hills, Michigan.
- Akmaludin, Thomas C, 2006, *Experimental Verification of an Effective Moment of Inertia Used in The Calculation of Reinforced Concrete Beam Deflection*. UK Petra Surabaya, PP 89-98
- Akmaluddin, Pathurahman 2012 *Effective Moment Of Inertia Approach For Prediction Deflection Of Concrete Beams Reinforced with Twisted Bamboo Cables*
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI-T-15-1991-03 Departemen Umum*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Edward G. Nawy, P.E *BETON BERTULANG Suatu Pendekatan Dasar* (ISBN 979-3304- 47-2)
- Ghavami, 1995, *Ultimate Load Behavior of bamboo reinforced lightweight Concrete Beams, Cement & Concrete Composites, V 17. Pp 281-288*

- Ghavami, K, 2005, Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements, Cement & Concrete Composite, 27, pp 637-649.
- Morisco. 1999. *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta (ID) : Nafiri Offset