

KAJIAN KAPASITAS LENTUR PLAT BETON BERTULANGAN BAMBU WULUNG POLOS (ALTERNATIF PENGGANTI TULANGAN BAJA PADA PLAT LANTAI)

Juwanto¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Kusno Adi Sambowo³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)}Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail : babakanegarajati@gmail.com

Abstract

The increasing of population will lead to increased need for housing. Market demand for steel reinforcement as a basic material in the construction of residential houses will go up automatically. In fact, as we know that the iron ore as the raw material of steel is limited in nature and can not be updated. Hence, there is need for the study of materials that allow to substitute steel reinforcement, one of which is bamboo. This research examined how the ratio of flexural capacity of steel reinforced concrete plate and bamboo Wulung. This study uses an experimental laboratory and implemented in Materials Laboratory and Structures Laboratory, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University. Reinforcement bamboo used plain (without notch) and dimensions of 5.2 mm x 10 mm with an area equivalent diameter of 8 mm steel reinforcement to be used as a comparison. Specimens used in the form of 3 concrete plate with steel reinforcement and 3 concrete plate with bamboo reinforcement. Same specimen size, which is 600 mm x 400 mm x 100 mm and tested with third-point loading method. Bending capacity test will be done when the specimen was 28 days. From the test results obtained the mean value of flexural capacity of steel reinforced concrete plate is 0.5262 ton.m and from bamboo Wulung is 0.1678 ton.m.

Keywords : *bending capacity, plain bamboo Wulung reinforced, concrete plate*

Abstrak

Meningkatnya pertumbuhan penduduk memicu naiknya kebutuhan akan rumah tinggal. Permintaan pasar akan baja tulangan sebagai salah satu material pokok dalam pembangunan rumah tinggal otomatis juga akan naik. Padahal sebagaimana diketahui bahwa bijih besi sebagai bahan dasar baja tulangan ketersediaannya di alam terbatas dan tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu perlu adanya kajian mengenai bahan-bahan yang memungkinkan jadi pengganti tulangan baja, salah satunya adalah bambu. Dalam penelitian ini akan dikaji bagaimana perbandingan kapasitas lentur plat beton bertulangan baja dan bambu Wulung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dan dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Laboratorium Struktur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Tulangan bambu yang digunakan polos (tanpa takik) dan berdimensi 5,2 mm x 10 mm setara dengan luasan tulangan baja diameter 8 mm yang akan dijadikan pembanding. Benda uji yang digunakan berupa 3 plat beton dengan tulangan baja dan 3 plat beton dengan tulangan bambu. Ukuran benda uji sama, yaitu 600 mm x 400 mm x 100 mm dan diuji dengan metode pembeban tiga titik. Uji kapasitas lentur dilakukan saat benda uji berumur 28 hari. Dari hasil pengujian diperoleh nilai rerata kapasitas lentur plat beton bertulangan baja 0,5262 ton.m dan bambu Wulung polos 0,1678 ton.m.

Kata Kunci : kapasitas lentur, tulangan bambu Wulung polos, plat beton.

PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan penduduk maka kebutuhan penggunaan beton bertulang utamanya tulangan baja sebagai komponen utama dalam pembangunan perumahan akan semakin meningkat pula. Peningkatan kebutuhan tulangan baja ini akan memicu kenaikan harga sehingga menjadi mahal dan langka. Hal tersebut dapat terjadi karena ketersediaan bahan bijih besi di alam akan semakin menipis dan suatu saat akan habis, dikarenakan unsur bahan mentah bijih besi ini merupakan bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui.

Semakin mahalnya harga tulangan baja ini akan sangat memberatkan bagi masyarakat terutama masyarakat golongan ekonomi lemah dalam memenuhi kebutuhan primer mereka yang berupa bangunan perumahan. Karena itu perlu diupayakan mencari alternatif baru pengganti tulangan baja pada beton. Salah satu alternatifnya adalah mengganti tulangan baja dengan bambu. Bambu merupakan produk hasil alam yang *renewable* dan dapat diperoleh dengan mudah, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek *global warming* serta memiliki kuat tarik sangat tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja (Budi, A.S, 2010).

Morisco (1999) menyatakan bahwa bambu dapat digunakan sebagai tulangan beton pengganti baja karena mempunyai kekuatan tarik tinggi yang mendekati kekuatan baja. Morisco (1999) juga menyatakan 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 kekuatan tarik yang tinggi, seperti pada kuat tarik kulit bambu Ori sekitar dua kali tegangan luluh baja. Mengacu pada penelitian tersebut dapat dipertimbangkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai bahan baku pada suatu struktur

bangunan. Berdasar latar belakang di atas, dalam penelitian ini akan mengkaji kapasitas lentur plat beton bertulangan bambu Wulung polos.

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

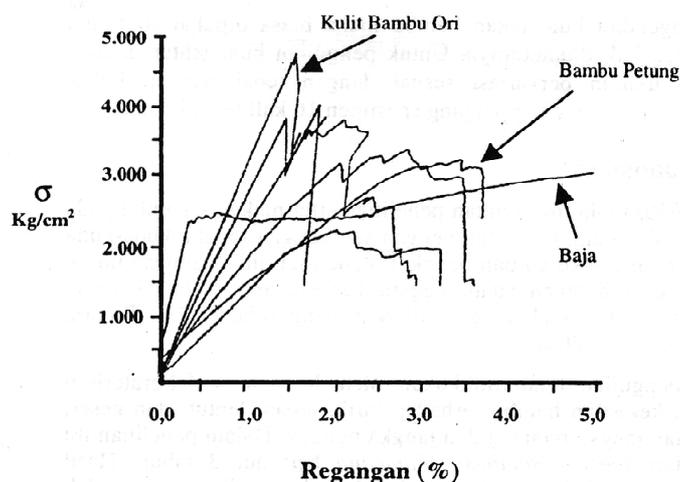
Bambu

Bambu merupakan salah satu material konstruksi yang tersebar di seluruh daerah tropis dan subtropis. Sepanjang tradisi, penggunaan bambu secara luas telah banyak terlihat dalam berbagai bentuk konstruksi (Shupe *et al.*, 2002). Terdapat banyak macam bambu, tetapi dari ratusan jenis itu, hanya ada empat macam saja yang dianggap penting sebagai jenis bambu dan yang umum dipasarkan di Indonesia, yaitu bambu Petung, bambu Wulung, bambu Tali, dan bambu Ori (Frick, 2004).

Bambu Wulung (*Gigantochloa Verticillite*) mempunyai rumpun yang tidak rapat, dengan warna kulit batang hitam, hijau kehitaman dan ungu tua, bergaris kuning muda, panjang ruas 40-50 centimeter, diameter 6-8 milimeter (Morisco, 1999).

Janssen (1980) menyatakan bahwa kekuatan tarik bambu akan menurun dengan meningkatnya kadar air, kekuatan tarik maksimum bagian luar bambu paling besar dibandingkan dengan bagian-bagian yang lain. Hal ini sesuai dengan penjelasan Ghavami (1998), bahwa bagian luar batang bambu relatif lebih kedap air bila dibandingkan dengan bagian dalam, serta memiliki kekuatan tarik hampir tiga kalinya bagian dalam.

Penelitian oleh Morisco (1999), memperlihatkan kekuatan tarik bambu dapat mencapai sekitar dua kali kekuatan tarik baja tulangan. Sebagai pembanding dipakai baja tulangan beton dengan tegangan luluh sekitar 240 MPa yang mewakili baja beton yang banyak terdapat di pasaran. Hasil uji ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram tegangan-regangan bambu dan baja (Morisco, 1999)

Menurut Pathurahman *et al.* (2003), timbulnya keraguan penggunaan tulangan bambu dalam beton karena lekatan antara bambu dan semen kurang baik, selain itu bambu sangat higroskopis, sedang kandungan air pada bambu sangat mempengaruhi kembang susut, yang lebih lanjut akan mempengaruhi lekatan antara bambu dan beton. Karena itu menurut Surjokusumo *et al.* (1993), para peneliti mengusulkan cara untuk mengatasi kelemahan tersebut dengan menggunakan bambu yang sudah tua usianya sehingga daya serap dan kelembabannya kecil dan melapisi batang bambu dengan bahan kedap air seperti vernis, cat dan cairan aspal, tetapi harus dihindari licinnya permukaan bambu akibat pemakaian bahan-bahan tersebut, karena hal itu akan mengurangi daya lekat.

Uji pendahuluan bambu meliputi uji:

1. Kandungan Air

Untuk menghitung kadar air benda uji, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$K_a = \frac{W_b - W_a}{W_b} \times 100 \% \dots\dots\dots [1]$$

Dengan :

W_b = berat kering udara

W_a = berat kering oven

K_a = kadar air (%)

2. Kuat Tekan Sejajar Serat

Untuk menghitung besarnya kuat tekan sejajar serat bambu dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_{tk //} = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots [2]$$

keterangan :

$\sigma_{tk //}$ = Kuat tekan sejajar serat (MPa)

P_{maks} = Gaya tekan maksimal bambu (N)

A = tebal x lebar = luas bidang yang tertekan (mm²)

3. Kuat Tarik Sejajar Serat

Untuk menghitung besarnya tegangan tarik sejajar serat bambu dapat dipergunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_{tr //} = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots [3]$$

keterangan :

$\sigma_{tr //}$ = Kuat tarik sejajar serat (MPa)

P_{maks} = Gaya tarik maksimal bambu (N)

A = tebal x lebar = luas bidang yang tertarik (mm²)

4. *Modulus of Rupture* (MOR) dan *Modulus of Elasticity* (MOE)

Perhitungan MOR bambu menggunakan rumus sebagai berikut:

$$MOR = \frac{3PL}{2bt^2} \dots\dots\dots [4]$$

Dengan:

MOR = Modulus lentur bambu (MPa)

P = Beban pada batas patah (N)

L = Jarak sangga (mm)

b = Lebar bambu (mm)

t = Tebal bambu (mm)

Modulus elastisitas atau sifat keteguhan lentur merupakan sifat pada bahan yang menunjukkan ketahanan bahan terhadap beban sampai batas proporsi atau biasa disebut kekakuan bahan. Modulus Elastisitas (MOE) dapat dirumuskan:

$$MOE = \frac{PL^3}{4\delta bt^3} \dots\dots\dots [5]$$

Keterangan:

MOE = Modulus elastisitas bambu (MPa)

P = Beban pada batas proporsi (N)

L = Jarak sangga (mm)

b = Lebar bambu (mm)

t = Tebal bambu (mm)

δ = Lendutan proporsional dari benda uji (mm)

Beton Normal

Menurut SK SNI T-15-1991-03, beton didefinisikan sebagai campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat.

Plat Beton

Menurut Sutarja *et al.* (2005), pada pengujian plat beton bertulangan bambu dengan ukuran 150 x 150 x 900 mm dan mutu beton 15 MPa, menunjukkan bahwa interaksi antara gaya aksial dan momen plat beton bertulangan bambu hasil pengujian, mendekati hasil analisis berdasarkan teori untuk plat beton bertulangan baja. Dengan mengambil kekuatan tarik bambu sebesar 50% dari kuat tarik putusnya memberikan kapasitas plat hasil eksperimen mendekati hasil analisis.

Kapasitas Lentur dan Tegangan Lentur

Kapasitas lentur plat akan dihitung dengan rumus :

$$M_n = \frac{1}{6}PL + \frac{1}{8}qL^2 \dots\dots\dots [6]$$

Tegangan lentur akan dihitung dengan rumus :

$$\sigma_L = \frac{P}{A} \pm \frac{M \times c}{I} \dots\dots\dots [7]$$

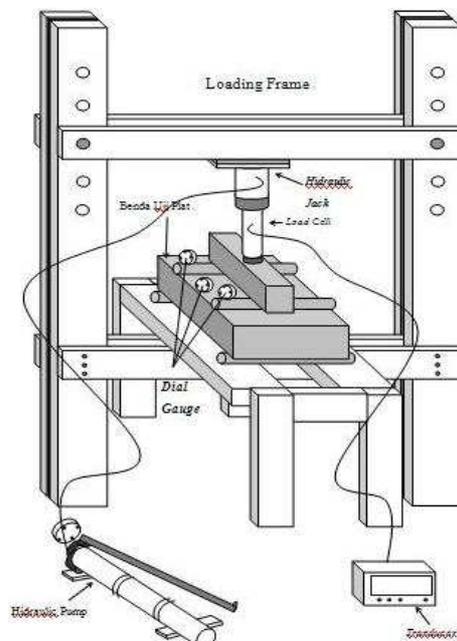
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Eksperimen pengujian dilakukan terhadap sejumlah sampel. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jumlah benda uji dicantumkan dalam Tabel 1. berikut :

Tabel 1. Jumlah benda uji.

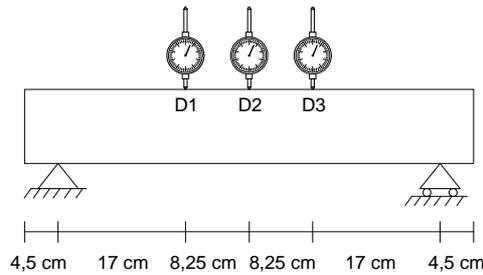
Jenis Benda Uji	Jumlah
Plat Beton Menggunakan Tulangan Bambu Wulung Polos	3
Plat Beton Menggunakan Tulangan Baja Polos	3
Silinder (diameter 15cm, tinggi 30 cm)	3

Rencana campuran beton (*mix design*) dihitung berdasarkan data-data yang diperoleh dari uji bahan dasar dengan kekuatan tekan (*F_c*) 15 MPa dan *slump* sedang. Sampel-sampel uji selanjutnya dirawat (*curing*) dengan direndam selama 7 hari dan dirawat dalam ruangan dan lembab sampai umur pengujian yaitu 28 hari. Skema alat pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.:



Gambar 2. Skema pengujian lentur plat beton.

Detail posisi *dial gauge* ditunjukkan dalam gambar berikut :



Gambar 3. Posisi *dial gauge*.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil uji propertis baja dan bambu ditunjukkan dalam tabel berikut:

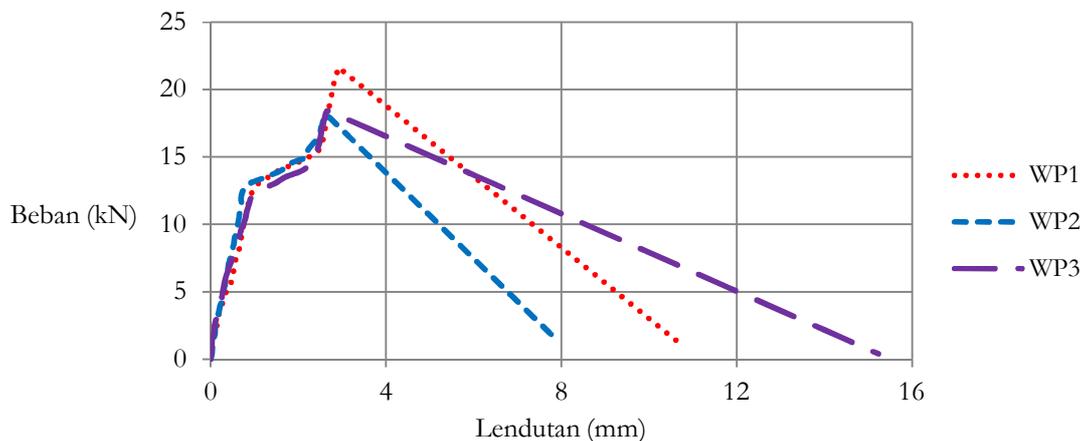
Tabel 2. Hasil pengujian kuat tarik tulangan baja dan bambu Wulung

Jenis Tulangan	Gaya Leleh (N)	Tegangan Leleh (MPa)	Rerata (MPa)
Baja	17800	354,11	335,45
	17800	354,11	
	18000	358,09	
Bambu Wulung	32100	267,50	251,39
	29400	245,00	
	29000	241,67	

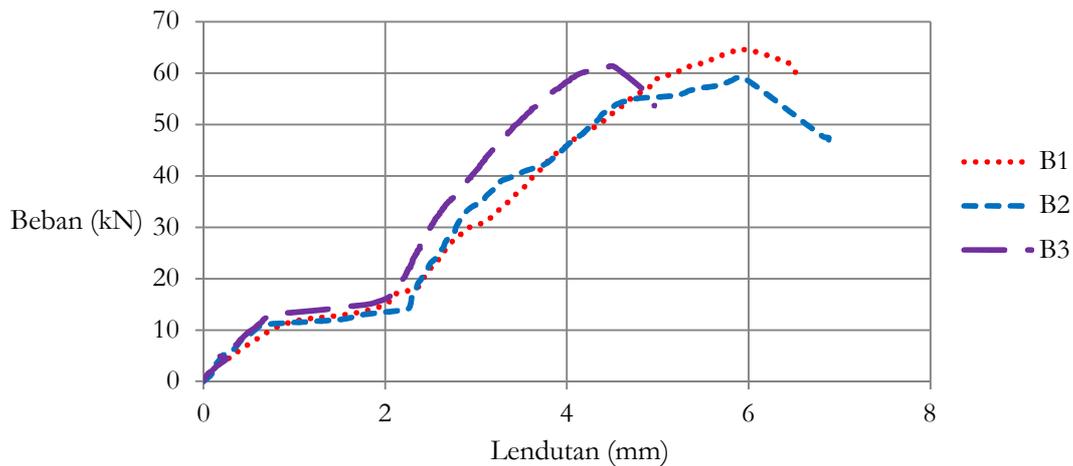
Tabel 3. Hasil pengujian modulus elastisitas baja dan bambu Wulung

Jenis Tulangan	Gaya Leleh (N)	Modulus Elastisitas (MPa)	Rerata (MPa)
Baja	17800	177055	177723,02
	17800	177055	
	18000	179045	
Bambu Wulung	317,5	14023,7	14854,34
	356,7	15601,5	
	285,3	14937,8	

Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui besar nilai kapasitas lentur plat beton. Kenaikan beban dan lendutan dicatat secara kontinyu. Berikut adalah grafik hubungan beban dan lendutan pada tengah bentang plat (*dial gauge 2*) :



Gambar 4. Grafik hubungan beban dan lendutan plat tulangan bambu Wulung polos pada *dial gauge* 2.



Gambar 5. Grafik hubungan beban dan lendutan plat tulangan baja pada *dial gauge* 2.

Tabel 5. Hasil pengujian kuat lentur plat beton bertulangan baja dan bambu Wulung polos

Jenis Tulangan	Pmax (ton)	Mn (MPa)	Rata-rata Mn (MPa)	σ_1 (MPa)	Rata-rata σ_1 (MPa)
Baja	6,45	0,5512		8,2234	
	5,90	0,5044	0,5262	7,5225	7,8498
	6,12	0,5231		7,8030	
Bambu Wulung	2,16	0,1865		2,7540	
	1,82	0,1576	0,1678	2,3205	2,4735
	1,84	0,1593		2,3460	

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian tarik pada baja tulangan menghasilkan tegangan leleh sebesar 355,45 MPa, sedangkan pengujian tarik pada bambu wulung menghasilkan tegangan leleh sebesar 251,39 MPa.
2. Hasil pengujian modulus elastisitas pada baja menghasilkan nilai rerata sebesar 177718 MPa, sedangkan modulus elastisitas bambu wulung menghasilkan nilai rerata sebesar 14854,34 Mpa.
3. Hasil pengujian kapasitas lentur plat beton bertulangan baja rerata sebesar 0,5262 ton.m, sedangkan hasil pengujian kapasitas lentur plat beton bertulangan bambu wulung polos rerata sebesar 0,1678 ton.m.

REKOMENDASI

Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan jenis-jenis bambu yang lain untuk mengetahui kisaran perbandingan kapasitas lentur plat beton bertulangan bambu dan bertulangan baja.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Allah SWT, teman-teman satu kelompok (Adurrahman C, Ahmad FA, Eko D, Ferry TP, Hana H), dosen pembimbing (Agus Setiyabudi, ST, MT dan Kusno Adi Sambowo, ST, PhD), dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Setiyabudi, A. 2010. "Tinjauan Jenis Perekat pada Balok Laminasi Bambu terhadap Keruntuhan Lentur", Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Infrastruktur Dalam Menyikapi Bencana Alam", ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.
- Morisco, 1999, *Rekayasa Bambu*, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Frick, H, 2004, " Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu", Kanisius, Yogyakarta.
- Janssen, J.J.A., (1987). "The Mechanical Properties of Bamboo" : 250-256. In Rao, A.N., Dhanarajan, and Sastry, C.B., Recent Research on Bamboos, The Chinese Academy of Forest, People's Republic of China, and IDRC, Canada.

- Ghavani, K., (1990). "Application of Bamboo as a low- cost Construction Material", 270-279. In Rao, I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., Bamboos Current Research, The Kerala Forest Research Institute-India, and IDRC Canada.
- Pathurahman dan Fajrin J, (2003). "Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton", dalam Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Volume 5, No.1, Maret 2003, Halaman 39-44, Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N., (1993). "Studi Penggunaan bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton", Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Sutarja IN dan Sudarsana IK, (2005). "Interaksi Antara Gaya Aksial Dan Momen Pada Plat Beton Dengan Tulangan Bambu", dalam Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Volume 9, No.1, Januari 2005, Halaman 25-35, Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik Universitas Udayana, Denpasar.