

KUAT LENTUR BALOK BETON TULANGAN BAMBU PETUNG VERTIKAL TAKIKAN TIDAK SEJAJAR TIPE U LEBAR 2 CM TIAP JARAK 15 CM DENGAN POSISI KULIT BAMBU DI SISI DALAM

Patria Eka Ratih¹⁾, Agus Setiya Budi²⁾, Senot Sangadji³⁾

¹⁾Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

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

Jalan Ir.Sutami No.36A Surakarta 57126. Telp.0271647069. Email : patriackaratih@gmail.com

Abstract

Bamboo can be an eco-friendly alternative to substitute steel reinforcement in reinforced concrete beam which is the condition of steel's raw material extraction and production requires enormous energy and is environmentally very detrimental, also steel reinforcement is not affordable for rural communities. The purpose of this study is to evaluate the flexural strength flexural strength of bamboo petung reinforced concrete beam with U-Type vertical unparallel 2 cm width at 15 cm interval notches and inner side bamboo skin. Testing of fine aggregate, coarse aggregate and testing the characteristics of bamboo is used as a preliminary test to determine the feasibility of the material. Planning concrete mix design using the SK SNI 03-2834 – 2000. This study used an experimental method with 14 pieces specimen of beams with dimensions 1700 mm length, 110 mm width and height of 150 mm. Eight beams were using bamboo reinforcement (two beams for long term study and observation), and the rest used steel reinforcement. The dimensions bamboo used was 1650 mm in length, 20 mm width and a thickness of 5 mm. Concrete had quality of at least 17 MPa. Flexural test was performed at 28 days with two-point loading method and flexural strength of bamboo petung reinforced concrete beam obtained is 5,2976 N/mm² or in other words 42,828 % of steel reinforced concrete beam which has 12,3693 N/mm² in its flexural strength.

Keywords : bamboo reinforced concrete, bamboo reinforcement, bamboo reinforcement concrete beam, flexural strength.

Abstrak

Bambu dapat menjadi alternatif ramah lingkungan yang dapat menggantikan peranan tulangan baja pada balok beton bertulang, dimana kondisi untuk memproduksi bahan baku baja berupa bijih besi memerlukan energi yang sangat besar dan tidak ramah lingkungan, juga sulit dijangkau untuk masyarakat pedesaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi seberapa besar kuat lentur balok beton tulangan bambu petung vertikal takikan tidak sejajar tipe U lebar takikan 20 mm setiap jarak 150 mm dengan posisi kulit bambu di sisi dalam. Pengujian agregat halus, agregat kasar dan pengujian karakteristik bambu digunakan sebagai uji pendahuluan untuk mengetahui kelayakan material. Perencanaan rancang campur beton menggunakan metode SK SNI 03 – 2834 – 2000. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan jumlah benda uji 14 buah balok memiliki dimensi panjang 1700 mm, lebar 110 mm dan tinggi 150 mm. Delapan buah balok menggunakan tulangan bambu petung (dua buah untuk penelitian *longterm*), sisanya 6 buah menggunakan tulangan baja. Dimensi bambu yang digunakan adalah panjang 1650 mm, lebar 20 mm dan tebal 5 mm. Mutu beton minimal yang digunakan adalah 17 MPa. Uji lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan metode *two point loading* dan nilai kuat lentur balok beton tulangan bambu petung adalah 5,2976 N/mm² atau sekitar 42,828 % dari kuat lentur balok tulangan baja sebesar 12,3693 N/mm².

Kata Kunci : balok beton tulangan bambu, beton tulangan bambu, kuat lentur, tulangan bambu.

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk yang meningkat berbanding lurus dengan kebutuhan akan tempat tinggal. Tak dapat dipungkiri dengan adanya kondisi tersebut penggunaan beton pun akan semakin bertambah. Beton memiliki kelebihan dalam menahan desak namun lemah akan tarik, maka dari itu dibutuhkan tulangan baja untuk menahan gaya tarik tersebut. Sedangkan untuk memproduksi bahan baku baja berupa bijih besi memerlukan energi yang sangat besar dan tidak ramah lingkungan, juga sulit dijangkau untuk masyarakat pedesaan. Para ahli struktur telah meneliti kemungkinan material lain yang dapat menggantikan peranan tulangan baja, seperti yang dilakukan oleh Morisco (1996) yaitu dengan menggunakan bambu sebagai tulangan beton yang lebih ramah lingkungan.

Bambu

Bambu merupakan bahan bangunan yang sangat terkenal di Indonesia khususnya bagi masyarakat pedesaan. Hal ini disebabkan karena bambu mudah diperoleh, harganya relatif murah dan secara teknis relatif mudah dikerjakan oleh tenaga kurang terampil. Selain itu bambu juga memiliki sifat kuat tarik yang cukup besar dan cukup elastis sehingga cocok untuk digunakan sebagai tulangan alternatif untuk daerah pedalaman bila tulangan besi tidak tersedia atau harganya sangat mahal (Abdurahman, 1994 dalam Widjaya *et al*, 1994).

Nilai kuat tarik pada bambu lebih besar jika dibandingkan dengan kuat lenturnya. Sehingga bambu cocok jika digunakan sebagai material penahan gaya tarik (Fikremariam Megistu dalam Jigar K, 2013). Namun tidak sembarang bambu dapat digunakan. Hanya bambu dengan kualitas sesuai spesifikasi yang dapat digunakan sebagai material konstruksi. Bambu yang akan digunakan sebaiknya sudah mencapai umur 3-4 tahun. Penggunaan bambu pada usia ini melalui pertimbangan bahwa bambu telah mencapai kekuatan yang maksimum. Bambu pun memiliki jenis yang bermacam-macam yang dapat digunakan, tetapi hanya empat macam yang dirasa penting dan dapat digunakan di Indonesia yaitu bambu Petung, bambu Wulung, bambu Tali, bambu Duri (Frick, 2004, dalam Agus Setiya Budi, 2013)

Beton

Beton adalah campuran agregat kasar, agregat halus, semen, air dengan atau tanpa bahan tambahan lain, dimana semen dan air berperan sebagai pengikat. Beton mempunyai sifat dasar dan kualitas yang bervariasi, yang disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya bahan dasar yang digunakan, faktor air semen, jumlah dan jenis semen, serta adanya pemakaian bahan tambah. Beton bertulang merupakan gabungan dari dua jenis bahan yaitu beton normal yang mempunyai kekuatan tekan tinggi, dan batang-batang tulangan yang ditanamkan didalam beton yang dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. (Sriyatno, 2014)

Pengawetan Bambu

Menurut penelitian yang dilakukan Susilaning, dkk. (2012), perendaman bambu petung dengan air yang ditambahkan boraks dan asam borik dengan perbandingan 3:2, dan konsentrasi 10 % dalam waktu lima hari menunjukkan kerusakan yang timbul akibat serangan sebesar 0,97% pada bambu petung sehingga proses pengawetan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan perendaman tangki terbuka merujuk pada penelitian tersebut.

Kuat Lentur Balok

Kuat lentur beton merupakan kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 03-4431-1997).



Gambar 1. Perletakan dan Pembebanan Balok Uji
(Sumber: SNI 03-4431-1997)

Rumus-rumus perhitungan yang digunakan dalam metode pengujian kuat lentur beton dengan 2 titik pembebanan sebagaimana merujuk pada SNI 033-4431-1197 adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji terdapat di daerah pusat pada 1/3 jarak titik perletakan pada bagian tarik dari beton seperti Gambar 2.2 (a), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

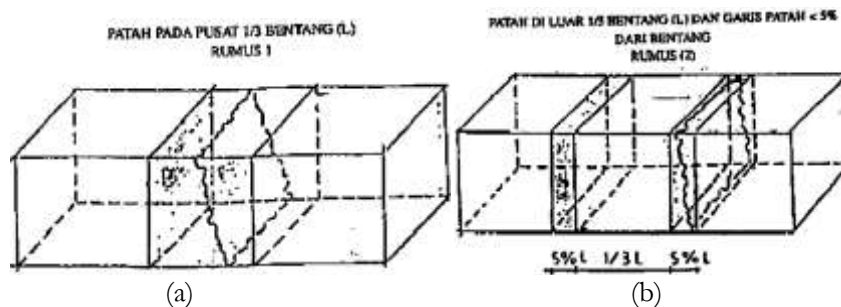
$$\sigma_1 = \frac{PL}{bh^2}$$

2. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji terdapat di luar pusat (diluar daerah 1/3 jarak titik perletakan) di bagian tarik beton, dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari panjang titik perletakan seperti kondisi Gambar 2.2 (b), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan:

$$\sigma_1 = \frac{3Pa}{bh^2}$$

- Dengan: σ_1 = Kuat lentur benda uji (MPa)
 P = Beban tertinggi yang dilanjutkan oleh mesin uji (pembacaan dalam ton sampai 3 angka dibelakang koma)
 L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm)
 b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm)
 b = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
 a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (m).

3. Untuk benda uji yang patahnya di luar 1/3 lebar pusat pada bagian tarik beton dan jarak antara titik pembebanan dan titik patah lebih dari 5% bentang, hasil pengujian tidak dipergunakan.

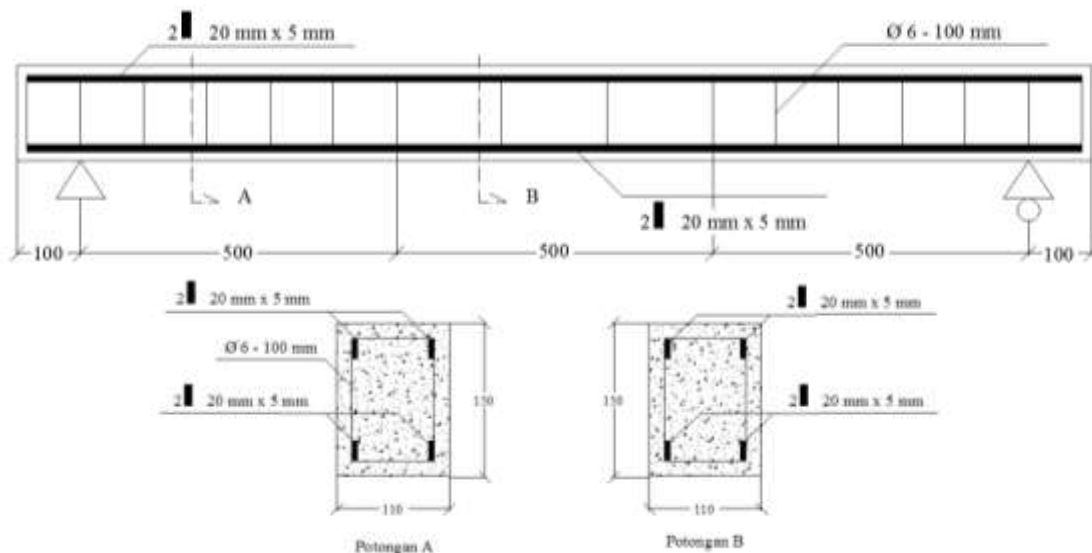


Gambar 2. Daerah Patah Pada Balok Uji
(Sumber: SNI 03-4431-1997)

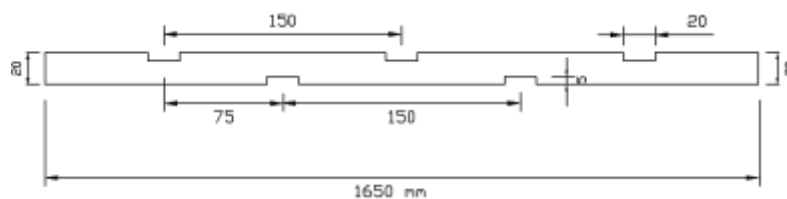
Pada penelitian yang dilakukan Pathurahman (2003), menunjukkan bahwa keruntuhan yang terjadi pada benda uji balok beton ukuran 150x200x2000 mm diawali dengan retaknya beton yang merupakan retak lentur dengan pola retak yang tegak lurus. Secara umum retak tersebut terjadi pada saat beban mencapai di atas 90% dari beban teoritis atau sekitar 78% dari beban runtuh. Retak awal biasanya terjadi pada daerah pembebanan di sekitar tumpuan rol, kemudian disusul oleh retak yang terjadi di daerah tengah bentang yang selanjutnya di daerah sekitar sendi, atau sebaliknya.

METODE

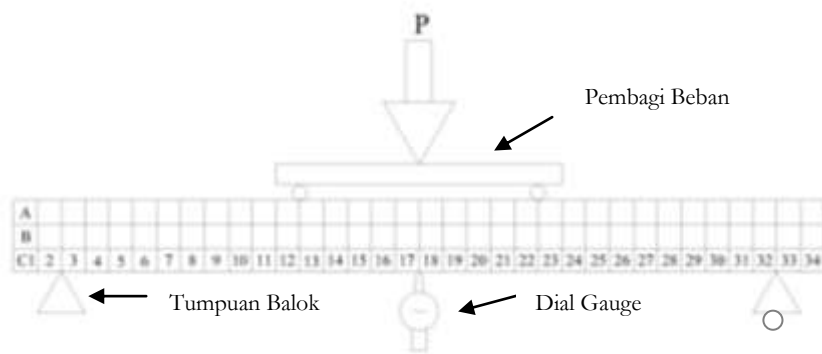
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan pengujian yang dilakukan antara lain pengujian agregat, kuat tekan beton, karakteristik bambu dan kuat lentur balok tulangan bambu. Benda uji kuat lentur dengan dimensi $P = 1700$ mm, $L = 110$ mm, $T = 150$ mm dengan tulangan bambu petung vertikal takikan tidak sejajar tipe u lebar takikan 20 mm pada tiap jarak 15 cm. Benda uji berjumlah 6 buah, umur beton yang dipakai 28 hari, detail tulangan balok beton seperti gambar 3 dan 4 dan pengujian kuat lentur dilakukan dengan *setting-up* seperti gambar 5.



Gambar 3. Detail tulangan balok

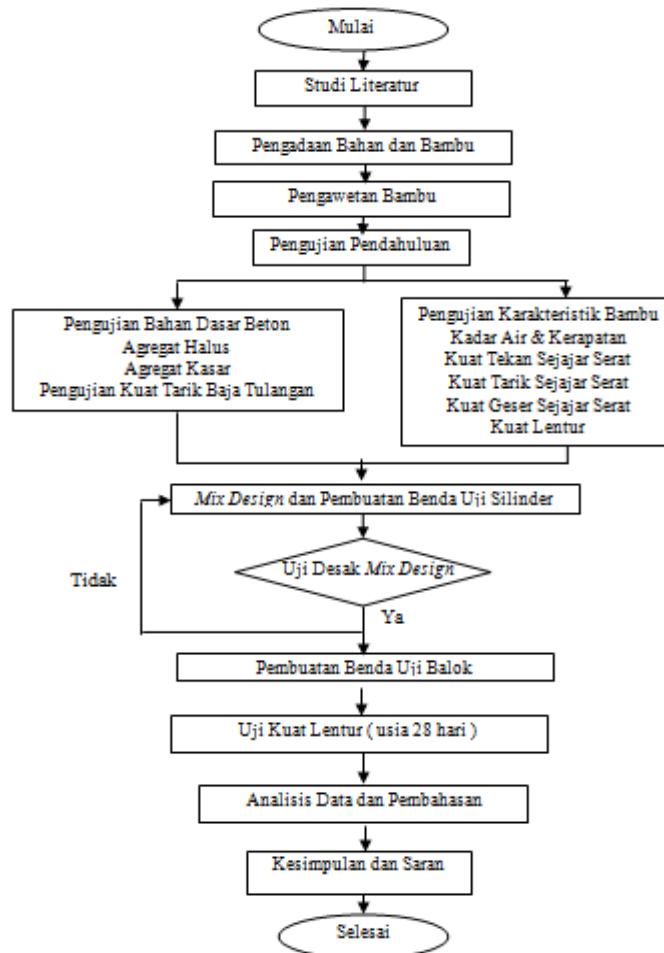


Gambar 4. Detail Tulangan Bambu Petung



Gambar 5. *Setting up* alat pengujian

Tahap dan Alur Penelitian



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan empat tahap yaitu :

a. Tahap Persiapan dan Pengujian Bahan

Pada tahap persiapan dilakukan survey umur dan memotong bambu petung yang masuk kedalam spesifikasi yaitu memiliki umur diatas 2,5 tahun dan bambu yang digunakan adalah sepanjang 4 m yang terletak di atas 1,5 m dari permukaan tanah. Setelah bambu dipotong bambu

kemudian dibelah-belah dengan ukuran panjang 1650 mm lebar 20 mm tebal 5 mm dan bagian yang digunakan adalah bagian kulit bambunya. Bambu yang telah dipilah kemudian direndam terhadap zat borak dan asam borik dengan perbandingan 3:2 konsentrasi 10 % selama 5 hari lalu dikeringkan dengan diangin-anginkan selama 7 hari. Bilahan bambu yang telah direndam dan dikeringkan lalu diberi takikan/coakan yang berjarak 15 cm tidak sejajar dengan lebar takikan 20 mm. Bambu yang telah ditakik kemudian dirangkai menjadi satu dengan tulangan sengkang sebagai tulangan pada balok seraya dengan pembuatan bekisting dengan panjang 1700 mm lebar 110 mm dan tinggi 150 mm. Pengujian bahan dilakukan pada agregat kasar, agregat halus dan bambu petung. Pada pengujian agregat kasar dilakukan uji gradasi, abrasi dan *specific gravity*. Pengujian agregat halus dilakukan pengujian gradasi, kadar lumpur, kadar zat organik dan *specific gravity* sedangkan pengujian bambu petung dilakukan uji kadar air, kerapatan, kuat tarik sejajar serat, kuat tekan sejajar serat, kuat geser sejajar serat, MOR (*Modulus of Elasticity*) dan MOE (*Modulus of Rapture*).

b. Hitungan Rancang Campur (Mix Desain) dan Pembuatan Benda Uji

Metode yang dipakai dalam perencanaan dan perhitungan rancang campur menggunakan metode **SK SNI 03 – 2834 – 2000** dengan hasil hitungan kebutuhan bahan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Hasil perhitungan berat bahan untuk setiap 1 m³ beton

Berat (kg)			
Air	Semen	Pasir	Kerikil
225	432,69	666,92	1000,38

Kegiatan pembuatan benda uji diawali dengan menyiapkan dan menimbang bahan campuran adukan beton. Memasukkan pasir dan kerikil kedalam *mollen* lalu diberi tambahan air sebesar 50 % dari kebutuhan air total tiap satu kali proses pengecoran. Setelah campuran dirasa homogen, semen dimasukkan kedalam *mollen* dan diberi air 50 % kekurangannya. Ampuran homogeny beton segar selanjutnya dilakukan uji *slump* dan dapat dituang ke dalam bekisting yang sudah terdapat tulangan bambu petung kemudian dipadatkan.

c. Perawatan dan pengujian benda uji

Perawatan dilakukan dengan cara membungkus benda uji dengan menggunakan karung goni yang telah dibasahi selama 28 hari. Setelah selama 28 hari, benda uji dicat dengan warna putih, dan diberi tanda koordinat untuk selanjutnya dilakukan pengujian.

d. Pembahasan dan analisis data hasil pengujian.

Analisis data hasil pengujian dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini meliputi karakteristik bambu petung, kuat tekan beton dan kuat lentur balok beton bertulangan bambu petung. Pada hasil pengujian berat jenis beton didapatkan 2325 kg/m³. Hasil pengujian *slump* didapat 12 cm dan memenuhi syarat, dimana syarat untuk *slump* pada penelitian antara 6-18 cm. Pada uji kuat tarik bambu nodia diperoleh f_y sebesar 117,26 N/mm² dan f_t sebesar 133,17 N/mm². Pada uji kuat tekan beton didapat hasil yaitu 25,4797 N/mm². Hal tersebut masuk kedalam syarat kuat tekan beton minimum pada tempat tinggal sederhana sebesar 17 N/mm².

Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta dengan menggunakan *Loading Frame*. Pengujian dilakukan dengan meletakkan benda uji

berbentuk balok diatas 2 tumpuan yang sejajar, kemudian membebaninya dengan sistem pembebanan 2 titik pembebanan merata (*Two Point Loading*) yang diletakkan sepertiga bentang tengah. Data lendutan didapat dengan mencatat posisi jarum pada *dial gauge* berskala 0,01 mm yang diletakkan di tengah bentang pada setiap penambahan beban sebesar 0,5 kN yang diberikan.

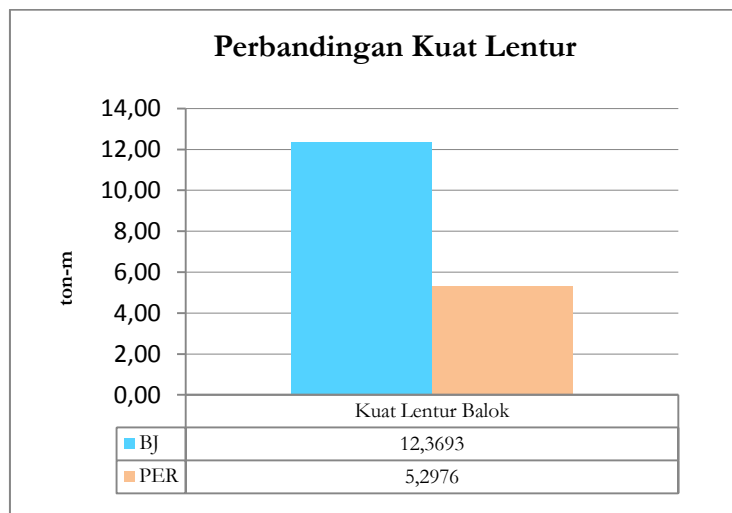
Tabel 2. Rangkuman Posisi Patah, P maksimum dan Hasil Hitungan Kuat Lentur Balok Beton Metode Dua Titik Pembebanan

No	Kode Benda Uji	Posisi Patah	P Maks		Kuat Lentur Balok	
			kN	ton	Hasil N/mm ²	Rerata N/mm ²
1	PER 1	5% diluar 1/3 bentang tengah	12	1,2232	6,7955	5,2976
2	PER 2	5% diluar 1/3 bentang tengah	13,5	1,3761	7,4727	
3	PER 3	5% diluar 1/3 bentang tengah	7,5	0,7645	4,1484	
4	PER 4	1/3 bentang tengah	5,5	0,5607	3,3333	
5	PER 5	1/3 bentang tengah	7,5	0,7645	4,5455	
6	PER 6	5% diluar 1/3 bentang tengah	9,5	0,9684	5,4901	
7	BJ 1	5% diluar 1/3 bentang tengah	22,5	2,2936	13,0013	12,3693
8	BJ 2	5% diluar 1/3 bentang tengah	24,5	2,4975	13,7204	
9	BJ 3	5% diluar 1/3 bentang tengah	22	2,2426	11,6816	
10	BJ 4	5% diluar 1/3 bentang tengah	22	2,2426	11,5239	
11	BJ 5	5% diluar 1/3 bentang tengah	23	2,3445	11,9294	
12	BJ 6	5% diluar 1/3 bentang tengah	23	2,3445	12,3595	

Keterangan :

PER = Balok Bertulangan Bambu Petung Vertikal Takikan Tidak Sejajar Lebar 2 cm Jarak 15 cm

BJ = Balok Bertulangan Baja D 7,45 mm



Gambar 7. Grafik Perbandingan Rerata Kuat Lentur Metode Dua Titik Pembebanan

Berdasarkan analisis hitungan hasil uji di laboratorium didapatkan nilai rerata P maksimum yang terjadi pada balok bertulangan bambu petung vertikal takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 13,5 kN atau sebesar 1,3761 ton dan untuk balok bertulangan baja sebesar 24,5 kN atau sebesar 2,4975 ton. Kuat lentur balok beton tulangan bambu petung didapat rata-rata 5,2976 N/mm² atau sekitar 42,828 % dari kuat lentur balok tulangan baja sebesar 12,3693 N/mm².

Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulangan Bambu Petung

Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulangan Bambu Petung yang terjadi pada penelitian ini terbagi menjadi dua kategori yaitu runtuh pada 5% diluar 1/3 bentang tengah dan runtuh pada 1/3 bentang tengah. Hal tersebut menandakan bahwa balok mengalami lentur murni dan tidak mengalami gagal geser.



Gambar 8. Lokasi dan Pola Retak Balok PER 3

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. P maksimum yang terjadi pada balok bertulangan bambu petung vertikal takikan tidak sejajar tipe U dengan lebar takikan 20 mm sebesar 13,5 kN atau sebesar 1,3761 ton dan untuk balok bertulangan baja sebesar 24,5 kN atau sebesar 2,4975 ton.
- b. Kuat lentur balok beton tulangan bambu petung didapat rata-rata 5,2976 N/mm² atau sekitar 42,828 % dari kuat lentur balok tulangan baja sebesar 12,3693 N/mm².
- c. Pola Keruntuhan Balok Beton Bertulangan Bambu Petung yang terjadi pada penelitian ini terbagi menjadi dua kategori yaitu runtuh pada 5% diluar 1/3 bentang tengah dan runtuh pada 1/3 bentang tengah. Hal tersebut menandakan bahwa balok mengalami lentur murni dan tidak mengalami gagal geser.

REKOMENDASI

Dalam penelitian ini tidak sedikit kendala yang dijumpai baik dalam proses pembuatan maupun pengujian, untuk itu perlu adanya saran atau masukan bagi penelitian yang akan datang, diantaranya:

- a. Dalam pembuatan takikan pada tulangan bambu harus dilakukan dengan hati-hati, karena bambu mudah pecah sejajar dengan seratnya.
- b. Diharapkan penelitian berikutnya menggunakan dimensi balok yang sesuai dengan kebutuhan di lapangan.
- c. Penelitian *Long Term* diharapkan untuk mengetahui kemungkinan terjadi susutnya bambu.
- d. Pekerjaan yang dilakukan di Laboratorium seperti pembuatan dan pengujian balok beton harap dilengkapi dengan prinsip K3 seperti menggunakan *safety shoes*, helm, dan kelengkapan *safety* lain agar dapat meminimalisir kecelakaan kerja.

REFERENSI

- Anonim, 1997. *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan (SNI 03-4431-1997)*. Jakarta.
- Anonim, 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-2000)*. Jakarta.
- Frick, H. 2004. Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu. Yogyakarta : Kanisiusus.
- Morisco. 1996. Bambu Sebagai Bahan Rekayasa. Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya dalam Bidang Teknik Konstruksi, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

- Pathurrahman, J.F, dan Kusuma, D.A., 2003. “Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton”. Dimensi Teknik Sipil Volume 5 No. 1:39-44. <http://puslit.petra.ac.id>.
- Setiyabudi, A. 2013. Model Balok Beton Bertulangan Bambu Sebagai Pengganti Tulangan Baja. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KonTekS 7), Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sevalia, Jigar K. dkk 2013. “*Study on Bamboo as Reinforcement in Cement Concrete*”. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622 Vol. 3, Issue 2, Civil Engineering Department, Sarvajanic College of Engineering & Technology, Surat, Gujarat, India.
- Sriyatno. 2014. Tinjauan Daya Dukung Kolom Beton Persegi Bertulangan Pokok dari Bambu. Naskah Publikasi, Fakultas Teknik UMS. Surakarta.
- Susilaning, L. dan Suheryanto D. 2012. Pengaruh Waktu Perendaman Bambu dan Penggunaan Borak-Borik Terhadap Tingkat Keawetan Bambu, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III, Yogyakarta.