

ANALISIS KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG BAMBU PETUNG TAKIKAN TIPE U JARAK 15 CM, PADA LEBAR TAKIKAN 2 CM TERHADAP TULANGAN BAJA

Agus Setiya Budi¹⁾, Reidha Arif Dianata²⁾, Ir. Slamet Prayitno, MT³⁾,

¹⁾Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

²⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

³⁾Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

e-mail: arifdianata89@gmail.com

Abstract

Used of reinforced concrete in the construction of a high cost . Development with a more affordable cost and does not reduce the strength of the building causing quite interesting phenomenon to study. Superior materials is a top priority used as a building material , resulting in limited availability and expensive . Reinforcing steel is one material obtained from mines and one day there is the possibility that the material will be hard to come by . Along to the growing age , the price of steel reinforcement is always increasing . Some experts have examined the structure of the world the possibility of using other materials, such as bamboo used as a substitute for reinforcement steel. This study used an experimental method with a total of 15 sample of the specimen. Test specimen used is concrete beams measuring 110 × 150 × 1700 mm. Five of the use of reinforcing steel, 10 sample using reinforcement petung with dimensions 1650 × 20 × 5.2 mm using the notch type "U" with a distance of 15 cm in width notch 1 cm and 2 cm. Bending test performed at 28 days with a three-point loading method. In term of bending capacity, the test results of concrete beam reinforced petung bamboo notch type U with a distance of 15 cm width 10 mm equivalent of 48,55% while the concrete beam reinforced petung bamboo notch type U with a distance of 15 cm width 20 mm was equal 39,95% reinforcement of the beam with a diameter of 8 mm plain steel. Crack pattern concrete beams with steel reinforcement and the concrete beams with reinforcement petung type "u" with a distance of 15 cm in width notch 1 cm and 2 cm occurs between 1/3 midspan. Such collapse included in the bending collapse.

Keywords : flexible capacity, reinforcement, bamboo, petung

Abstrak

Penggunaan beton bertulang dalam pembangunan membutuhkan biaya yang tinggi. Pembangunan dengan biaya yang lebih terjangkau dan tidak mengurangi kekuatan bangunan menimbulkan fenomena yang cukup menarik untuk diteliti. Bahan-bahan yang unggul menjadi prioritas utama dalam penggunaannya sebagai bahan bangunan sehingga mengakibatkan ketersediaannya yang terbatas dan mahal. Tulangan baja merupakan salah satu material yang didapat dari hasil tambang dan suatu saat ada kemungkinan material tersebut akan sulit didapat. Selain itu dengan berkembangnya jaman, harga tulangan baja selalu meningkat. Beberapa ahli struktur dunia telah meneliti adanya penggunaan bahan lain, salah satu material yang digunakan yaitu material bambu digunakan sebagai tulangan beton pengaanti besi baja. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 15 buah. Benda uji yang digunakan adalah balok beton berukuran 110 x 150 x 1700 mm. Lima buah menggunakan tulangan baja, 10 buah menggunakan tulangan bambu petung dengan dimensi 1650 x 20 x 5,2 mm menggunakan takikan tipe "U" dengan jarak takikan 15 cm pada lebar takikan 1 cm dan 2 cm. Uji lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan metode *three point loading*. Ditinjau dari kapasitas lenturnya, momen hasil pengujian balok bertulangan bambu petung takikan tipe U dengan jarak takikan 10 cm lebar 10 mm setara 48,55% sedangkan balok bertulangan bambu petung takikan tipe U dengan jarak takikan 15 cm lebar 20 mm pun setara 39,95% terhadap balok dengan tulangan baja polos diameter 8 mm. Pola keruntuhan pada balok beton dengan tulangan baja maupun pada balok beton dengan tulangan bambu petung tipe "u" dengan jarak takikan 15 cm pada lebar takikan 1 cm dan 2 cm terletak antara 1/3 bentang tengah. Keruntuhan yang demikian termasuk dalam keruntuhan lentur.

Kata kunci : kapasitas lentur, tulangan, bambu, petung

PENDAHULUAN

Penggunaan beton bertulang dalam pembangunan membutuhkan biaya yang tinggi. Pembangunan dengan biaya yang lebih terjangkau dan tidak mengurangi kekuatan bangunan menimbulkan fenomena yang cukup menarik untuk diteliti. Bahan-bahan yang unggul menjadi prioritas utama dalam penggunaannya sebagai bahan bangunan sehingga mengakibatkan ketersediaannya yang terbatas dan mahal.

Tulangan baja merupakan salah satu material yang didapat dari hasil tambang dan suatu saat ada kemungkinan material tersebut akan sulit didapat. Selain itu dengan berkembangnya jaman, harga tulangan baja selalu meningkat. Beberapa ahli struktur dunia telah meneliti adanya penggunaan bahan lain, salah satunya seperti yang dilakukan oleh Morisco (1996) yaitu material bambu digunakan sebagai tulangan beton pengganti besi baja.

Bambu dipilih sebagai tulangan alternatif beton karena merupakan produk hasil alam yang *renewable*, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek *global warming* serta memiliki kuat tarik tinggi yang dapat dipersaingkan dengan baja lunak (Budi, AS; 2010) Penelitian Morisco (1996) menunjukkan bahwa kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm².

Menurut Jansen (1987), kekuatan tarik bambu sejajar serat antara 200 – 300 Mpa beberapa jenis bambu melampaui kuat tarik baja mutu sedang. Bambu mempunyai serat yang sejajar, sehingga kekuatan terhadap gaya normal cukup baik, bambu berbentuk pipa sehingga momen lembamnya cukup tinggi oleh karena itu bambu cukup baik untuk memikul momen lentur dan berat bambu sekitar 1/9 dari berat besi (Surjokusumo dan Nugroho, 1993).

Dalam penelitian ini akan mengkaji kapasitas lentur balok beton bertulangan bambu petung takikan tipe "u" dengan jarak takikan 15 cm, pada lebar takikan 1 cm dan 2 cm terhadap tulangan baja digunakan pada pembuatan balok. Hasil akhir dari penelitian ini akan menunjukkan besarnya kapasitas lentur balok beserta analisis perhitungannya, sehingga diharapkan pemanfaatan bambu sebagai pengganti tulangan besi baja dapat terealisasi.

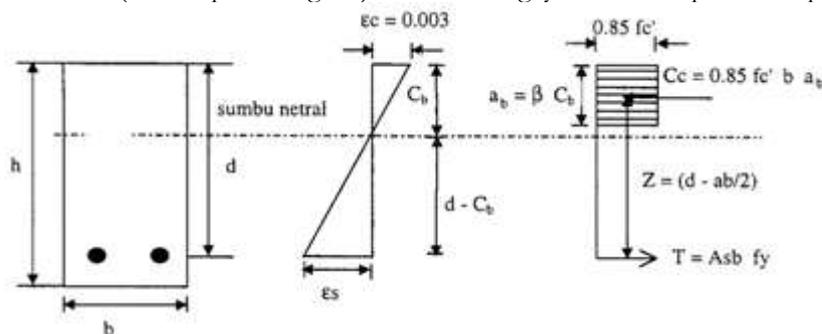
LANDASAN TEORI

Analisis dan perencanaan balok menggunakan rumus-rumus dalam analisis beton bertulang dengan ketentuan sebagai berikut :

Anggapan-Anggapan

Menurut Istimawan (1994), pendekatan dan pengembangan metode perencanaan kekuatan di dasarkan atas anggapan-anggapan sebagai berikut:

1. Prinsip Navier - Bernoulli tetap berlaku.
2. Tegangan beton dapat disederhanakan menjadi tegangan kotak.
3. Kuat tarik beton diabaikan (tidak diperhitungkan) dan seluruh gaya tarik dilimpahkan kepada tulangan bambu.



Gambar 1. Distribusi Tegangan dan Regangan Pada Penampang Beton

Untuk menghitung tinggi luasan tekan pada balok dan nilai beta, digunakan persamaan

$$a = \beta_1 c$$

Dimana : c = jarak serat tekan garis terluar ke garis netral
 β_1 = konstanta yang merupakan fungsi dari kelas kuat beton

Menurut SNI 03-2847-2002, menetapkan nilai β_1 sebagai berikut:

$$f_c' \leq 30 \text{ MPa } \beta_1 = 0.85$$

$$f_c' > 30 \text{ MPa} \quad \beta_1 = 0.85 - 0.05 \cdot (f_c' - 30) / 7$$

$$\beta_1 \geq 0.65$$

Pembatasan Tulangan Tarik

Pada perhitungan beton bertulang menurut SNI 03-2847-2002, ditetapkan bahwa jumlah tulangan baja tarik, A_s , tidak boleh melebihi 0.75 dari tulangan balans, A_{sb} , yaitu jumlah tulangan tarik bila beton dan baja kedua-duanya mencapai regangan hancur.

$$A_s \leq 0.75 \cdot A_{sb}$$

Dalam penelitian ini tulangan bambu ditetapkan tidak lebih dari 60 persen tulangan *balance*.

$$A_s \leq 0.60 \cdot A_{sb}$$

Analisis Balok

Kondisi regangan seimbang (*balance*) terjadi jika:

$$e_c' = 0.003 \quad \text{dan} \quad e_s = e_y = -$$

Pada kondisi balans didapat:

$$\frac{ab}{c} = \frac{e_s}{e_c' + e_s}$$

$$ab = \beta_1 \cdot cb$$

$$Cc = 0.85 \cdot f_c' \cdot bab$$

$$T = A_s b f_y$$

Karena $\sum H = 0$, maka $T = Cc$

$$A_s b f_y = 0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot ab$$

$$a = \frac{T}{0.85 \cdot f_c' \cdot b}$$

(untuk baja) atau

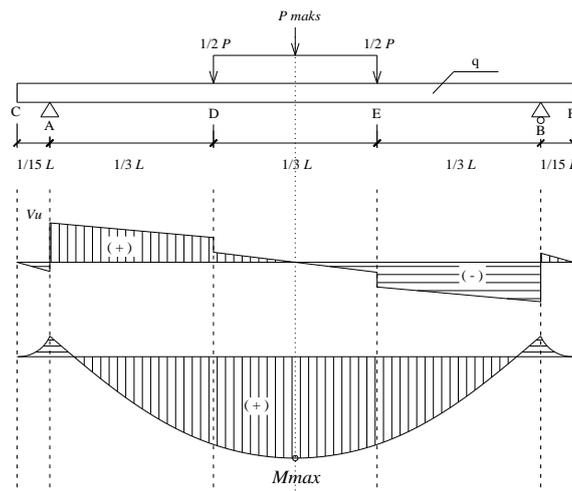
(untuk bambu)

- Momen Nominal Analisis:

$$M_n = T \cdot (d - a/2)$$

$$M_n = T \cdot (d - a/2)$$

- Momen Nominal Pengujian:



Gambar 2. SFD dan BMD

Reaksi Tumpuan:

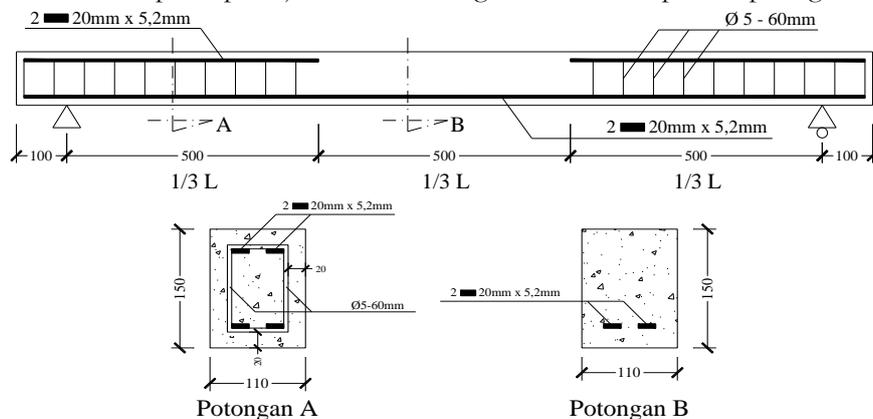
Momen:

Dari hasil analisis balok dapat diketahui besarnya momen nominal yang dapat dilayani balok, dan dari hasil percobaan juga akan diperoleh nilai P yang berguna untuk menghitung besarnya momen nominal yang bekerja, kedua nilai momen hasil dari analisis dan hasil pengujian akan dibandingkan.

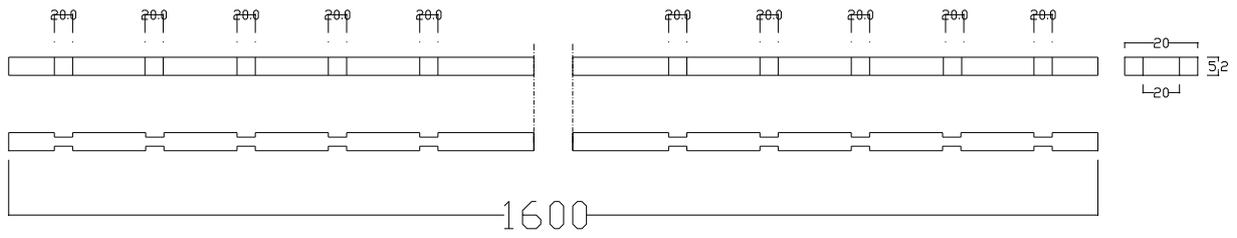
METODE PENELITIAN

Bambu yang digunakan adalah bambu dengan nama *Dendrocalamus Asper* atau biasa dikenal sebagai bambu petung dengan usia diatas 2,5 tahun, yang diambil dari desa Tegaldalem kecamatan Cawas kabupaten Klaten Jawa Tengah, dalam kondisi segar dan tanpa proses pengawetan atau proses kimia lainnya. Bagian bambu yang diambil sebagai bahan uji adalah bagian tengah batang yang berjarak 1,5 m dari rumpun dan diambil sepanjang 6 meter. Hal tersebut dilakukan guna mendapatkan ruas dan diameter bambu yang relatif sama.

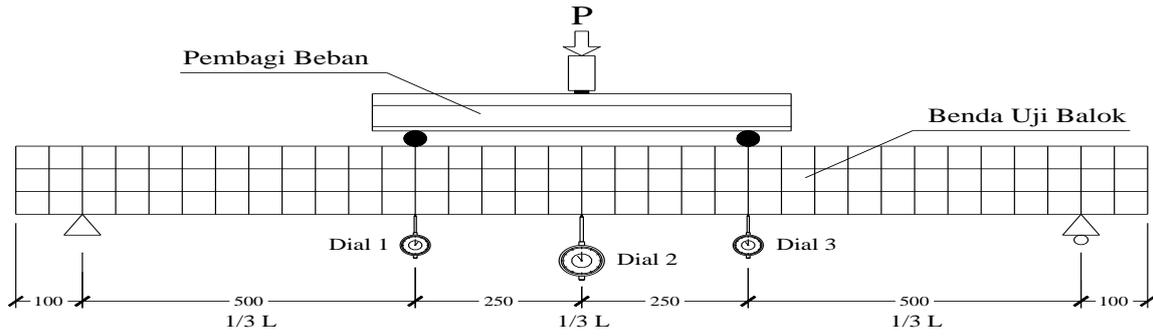
Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jumlah benda uji sebanyak 6 buah dengan ukuran 11 cm x 15 cm x 170 cm seperti gambar 3, tiga balok benda uji pertama ditanam tulangan bambu petung takikan tipe U dengan jarak takikan 15 cm pada lebar takikan 2 cm (gambar 4. a dan b), selanjutnya tiga balok benda uji ditanam tulangan baja Ø 8 mm dan tiga balok benda uji tanpa tulangan sebagai pembanding. Pengujian eksperimen ini dilakukan pada umur beton 28 hari dengan memberikan dua titik beban terpusat pada jarak 1/3 bentang balok dari tumpuan seperti gambar 5.



Gambar 3. Detail Benda Uji Balok Bertulang Bambu

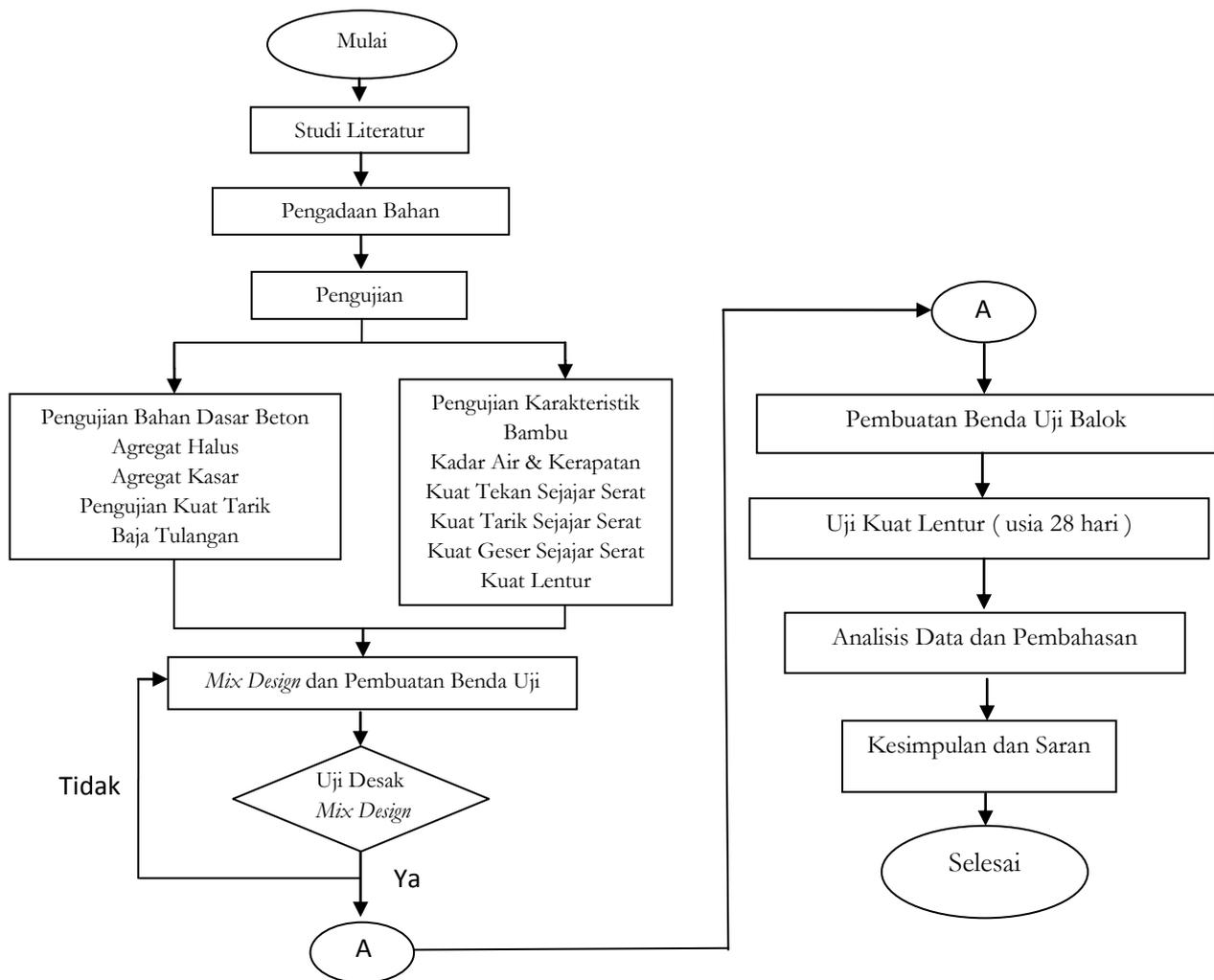


Gambar 4. Bambu Takikan Berjarak 15 cm lebar 2 cm.



Gambar 5. Skema Pengujian Kuat Lentur

Tahap dan Alur Penelitian



Gambar 6. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pendahuluan terhadap karakteristik material yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kadar air dan kerapatan bambu petung didapat sebesar 12,36% dan 1,216 gram/cm³.
- Kuat geser sejajar serat bambu petung didapat sebesar 78,423N/mm², Kuat tekan sejajar serat sebesar 56,63 N/mm².
- Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu petung didapat sebesar 152,311 N/mm².
- Modulus of Rupture (MOR) nodia didapat sebesar 733,675 N/mm², Modulus of Elasticity (MOE) nodia didapat sebesar 62919,66 N/mm².
- Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 525,384 N/mm².
- Kuat tekan beton umur 28 hari didapat sebesar 17,59 N/mm².

Data hasil pengujian kuat lentur dengan interval pembebanan 50 kg, pengujian dilakukan pada balok bertulangan bambu petung takikan tipe U dan balok bertulangan baja Ø 8 mm pada saat balok beton berumur 28 hari dengan hasil pengujian disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Analisis

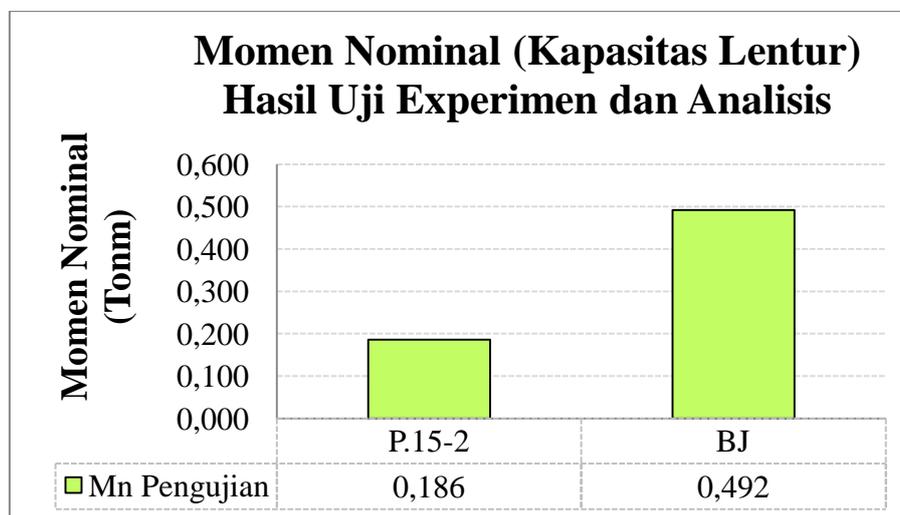
| No | Code Benda Uji | Momen Nominal (Kapasitas Lentur) | |
|----|----------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | | Pengujian Rerata (Ton-m) | Analisis Bambu Nodia (Ton-m) |
| 1 | P.15-1 | 0,244 | 0,208 |

| | | | |
|---|--------|-------|-------|
| 2 | P.15-2 | 0,186 | 0,208 |
| 3 | BJ | 0,492 | 0,487 |

Keterangan: P.15-2 = Balok Bertulangan Bambu Petung Takikan Jarak 15 cm Lebar 20 mm
BJ = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm

Dari pengujian secara eksperimen terhadap 6 buah balok benda uji bertulangan secara umum pola keruntuhan balok sesuai dengan yang diharapkan, dimana keruntuhan balok terjadi pada 1/3 bentang bagian tengah yang dibuktikan oleh lendutan maksimum yang terjadi pada beban maksimum yaitu pada *dial gauge* 2 yang terletak pada tengah-tengah bentang balok, dengan demikian desain benda uji balok pada penelitian ini berhasil.

Perhitungan Momen Nominal (Kapasitas Lentur) hasil pengujian ini menggunakan konsep statika dimana simple beam dibebani dengan beban merata dan beban terpusat sebesar P/2 pada sepertiga bentangnya. Dari perhitungan ini dapat diketahui momen maksimal yang terjadi. Untuk perhitungan momen nominal (Kapasitas Lentur) secara analisis menurut SNI 03-2847-2002, balok tulangan tunggal pada kondisi balans dengan batasan jumlah luas tulangan tarik untuk baja tidak boleh lebih besar dari 0,75 dari luas tulangan *balance* (Asb). Sedangkan pada penelitian ini ditetapkan untuk tulangan bambu jumlah luas tulangan tidak boleh lebih dari 0,6 dari luas tulangan *balance* (Asb). Untuk hasil perhitungan momen nominal (Kapasitas Lentur) hasil pengujian dan analisis disajikan pada tabel 2, untuk grafik perbandingan hasil perhitungan momen nominal (Kapasitas Lentur) disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Momen Nominal (Kapasitas Lentur) Hasil Pengujian dan Analisis

Dari Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa momen nominal (Kapasitas Lentur) hasil pengujian balok bertulangan lebih besar dari pada momen nominal (Kapsitas Lentur) hasil analisis. Untuk benda uji balok bertulangan bambu petung takikan jarak 15 cm lebar 20 mm didapat rerata sebesar 0,186 tonm.

Untuk balok bertulangan baja Ø 8 mm momen nominal (Kapasitas Lentur) hasil pengujian didapat sebesar 0,492 tonm. Apabila momen nominal (Kapasitas Lentur) hasil pengujian balok bertulangan baja Ø 8 mm dibandingkan dengan balok tulangan bambu petung takikan jarak 10 cm lebar 2 cm didapat lebih tinggi sebesar 58,75 %.

SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- Kuat tarik leleh bambu yang digunakan untuk perencanaan secara analisis adalah kuat tarik nodia sebesar 152,311 N/mm², hal ini disebabkan karena tulangan bambu yang digunakan menggunakan nodia. Untuk kuat tarik leleh baja Ø 8 mm sebesar 525,384 N/mm².
- Lendutan maksimum pada beban maksimum yang terjadi rata-rata berada pada 1/3 bentang tengah atau pada pencatatan *dial gauge* 2 yang posisinya berada pada tengah-tengah bentang balok, dengan pola retak yang terjadi dimulai pada tengah bentang balok dan disusul pada daerah dibawah dua titik pembagi beban yang

mengarah dan menjalar pada titik pembagi beban tersebut, dari 6 buah balok yang di uji, rata-rata keruntuhan terjadi pada 1/3 bentang tengah balok dan dapat dikatakan keruntuhan lentur.

- c. Momen Nominal (Kapasitas lentur) balok bertulangan bambu petung takikan tipe U dengan jarak takikan 15 cm lebar 2 cm pun lebih kecil menjadi 41,25% dari kapasitas lentur balok bertulangan baja \varnothing 8 mm.

REKOMENDASI

Dengan hanya dua macam lebar takikan pada jarak yang sama pada tulangan bambu didalam penelitian ini, maka dirasa kurang ideal untuk menilai mana lebar takikan yang lebih baik digunakan untuk dijadikan perencanaan, untuk itu perlu adanya penelitian lanjutan dengan variasi bentuk takikan dengan jarak dan lebar yang lebih beragam.

REFERENSI

- Anonim, (2002). "*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan(S-2002)*", Surabaya.
- Anonim, (2002). "*Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (Revisi PKKI NI-5)*", Jakarta.
- 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.
- Budi, AS. (2010). "*Tinjauan jenis perekat pada balok laminasi bambu terhadap keruntuhan lentur*". Prosiding Seminar Nasional "Pengelolaan Insfrastruktur dalam Menyikapi Bencana Alam", ISBN: 979-489-540-6, 1 Mei 2010.
- 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.
- Kaware, Ajinkya., Prof. U.R.Awari., Prof. M.R.Wakchaure. (2013). "*Review of Bamboo as Reinforcement Material in Concrete Structure*". International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, ISSN: 2319-8753.
- Morisco. (1996). "*Bambu sebagai Bahan Rekayasa*". Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Mbadya Fakultas Teknik UGM: Yogyakarta.
- Morisco. (1999). "*Rekayasa Bambu*". Nafiri Offset: Yogyakarta.
- Morisco, (2000). "*Sambungan Bambu Dengan Celah dan Pengisi*", Forum Teknik Jilid 24, No. 1, Maret 2000: Yogyakarta.
- Oka, Gusti Made. (2005). "*Cara Penentuan Kelas Kuat Acuan Bambu Petung*". Majalah Ilmiah Mektek Tahun Vi No. 18, Januari 2005: Palu.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N. (1993). "*Studi Penggunaan bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton*", Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB: Bogor.