

## KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANG BAMBU ORI TAKIKAN TIPE U JARAK 5 CM

Shendy Nurcahyo Putro<sup>1)</sup>, Agus Setiya Budi<sup>2)</sup>, Endang Rismunarsi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

<sup>2)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

<sup>3)</sup>Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.

Jln Ir Sutami 36 A, Surakarta 57126

### **Abstract**

*One of the main ingredient of concrete is steel reinforcement. That is why it is necessary seek new alternative replacement for steel reinforcement in concrete. As for other alternatives such as a substitute for concrete reinforcement, such as bamboo. The purpose of this study was to analyze how the concrete beam flexural capacity of bamboo ori bertulangan notch type "u" with a distance of 10 cm notches on the notch width of 1 cm and 2 cm.*

*This study used an experimental method with a total of 15 pieces of the test specimen. Test specimen used is concrete beams measuring 110 × 150 × 1700 mm. Five pieces using steel reinforcement, 10 pieces using bamboo ori reinforcement with dimensions 1650 × 20 × 5.2 mm using the notch type "U" with a distance of 10 cm notches on the notch width of 1 cm and 2 cm. Bending test performed at 28 days with three point loading method.*

*Pattern collapse on a concrete block with steel reinforcement or on concrete beams with reinforcement of bamboo ori type "u" with a distance of 10 cm notches on the notch width of 1 cm and 2 cm lies between 1/3 middle span. Collapse are thus included in the collapse of bending*

**Keywords: Bending Capacity, Reinforcement, Bamboo Ori, Normal concrete.**

### **Abstrak**

Salah satu bahan utama dari beton adalah tulangan baja. Oleh sebab itulah perlu diupayakan mencari alternatif baru pengganti tulangan baja pada beton. Adapun alternatif lain sebagai pengganti tulangan beton tersebut, diantaranya adalah bambu. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis berapa kapasitas lentur balok beton bertulangan bambu ori takikan tipe "u" dengan jarak takikan 10 cm pada lebar takikan 1 cm dan 2 cm.

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 ori dengan dimensi 1650 x 20 x 5,2 mm menggunakan takikan tipe "U" dengan jarak takikan 10 cm pada lebar takikan 1 cm dan 2 cm. Uji lentur dilakukan pada umur 28 hari dengan metode three point loading.

Pola keruntuhan pada balok beton dengan tulangan baja maupun pada balok beton dengan tulangan bambu ori tipe "u" dengan jarak takikan 10 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 Ori, Beton normal.**

## PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin pesatnya pertumbuhan penduduk maka kebutuhan penggunaan beton bertulang sebagai komponen utama dalam pembangunan perumahan akan semakin meningkat pula. Salah satu bahan utama dari beton adalah tulangan baja. Tulangan baja ini dibentuk dan diproduksi menggunakan bahan mentah utamanya berupa bijih besi, yang ketersediaannya di alam memiliki batas, dikarenakan unsur bahan mentah bijih besi ini merupakan bahan tambang yang tidak dapat diperbaharui.

Lester Brown dari Worldwatch Institute telah memperkirakan bahwa bijih besi bisa habis dalam waktu 64 tahun, berdasarkan pada ekstrapolasi konservatif dari 2% pertumbuhan per tahun. Peningkatan kebutuhan tulangan baja ini nantinya akan menimbulkan dampak negatif berupa semakin menipisnya ketersediaan material bijih besi tersebut, sehingga menjadi langka, yang tentunya ini akan berakibat memicu kenaikan harga bijih besi menjadi semakin mahal. 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. Indonesia yang dikaruniai sumber daya alam yang melimpah, menyediakan berbagai macam tumbuhan bambu yang tumbuh dimana – mana dan produksi per tahunnya cukup melimpah. 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. 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 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.

Kajian Kuat Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu Ori Takikan “Tipe ‘V’ Dengan Jarak 6 cm dan 7 cm” didapatkan hasil kapasitas lentur senilai 0,347 ton.m untuk jarak 6 cm dan 0,74 ton.m. untuk jarak 7 cm (Kusuma, 2013). [ ]

Oleh karena itulah dalam penelitian ini akan mengkaji kapasitas lentur balok bertulangan bambu ori takikan tipe “u” dengan jarak takikan 5 cm pada lebar 1 cm dan 2 cm.

## LANDASAN TEORI

Bambu merupakan bahan konstruksi yang banyak dimanfaatkan sebagai komponen bangunan seperti tiang, balok, usuk, jembatan, perabotan rumah tangga dan masih banyak lagi manfaat lainnya. Sepanjang tradisi, penggunaan bambu secara luas telah banyak terlihat dalam berbagai bentuk konstruksi. 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 Duri.

Janssen, JAA (1988) dalam Morisco (1999) memberikan rekomendasi tentang keunggulan bambu sebagai berikut:

1. Bambu dapat tumbuh sangat cepat dan dapat dibudidayakan secara cepat serta modal dapat diputar berkesinambungan.
2. Bambu mempunyai sifat-sifat mekanika yang baik.
3. Pengerjaan bambu hanya membutuhkan peralatan yang sederhana.
4. Kulit luar bambu mengandung banyak silika yang membuat bambu terlindungi.

Tabel 1.1. Kuat Tekan Rata - Rata Bambu Kering Oven

Jenis bambu	Bagian	Kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> )
Petung	Pangkal	2,769
	Tengah	4,089
	Ujung	5,479
Tutul	Pangkal	5,319
	Tengah	5,428
	Ujung	4,639
Galah	Pangkal	3,266
	Tengah	3,992
	Ujung	4,048
Tali	Pangkal	2,152
	Tengah	2,880
	Ujung	3,354
Dendeng	Pangkal	4,641
	Tengah	3,609
	Ujung	3,238

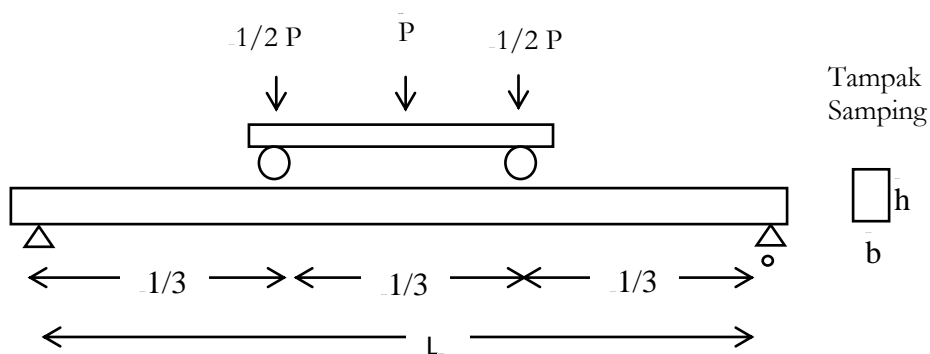
(Sumber: Morisco, 1999)

Tabel 1.2. Kuat Tarik Bambu Tanpa Buku / Nodia Kering Oven

Jenis bambu	Tegangan tarik (MPa)	
	Bagian dalam	Bagian Luar
Ori	164	417
Petung	97	285
Wulung	96	237

(Sumber: Morisco, 1999)

Kuat lentur beton adalah 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 1.1. Perletakan dan Pembebanan Balok Uji

(Sumber: SNI 03-4431-1997)

Ket :

L = Jarak (Bentang) Antara Dua Garis Perletakan

b = Lebar Tampak Samping Arah Horizontal

h = Tinggi Tampak Samping Arah Horizontal

P = Beban Tertinggi Yang Ditunjukkan Oleh Mesin Uji

Rumus-rumus perhitungan yang digunakan dalam metode pengujian kuat lentur beton berdasarkan ASTM C78/C78M-10e1 adalah sebagai berikut:

1. Jika dalam pembebanan terjadi retak di dalam sepertiga tengah bentang, perhitungan modulus pecah sebagai berikut

$$R = \frac{PL}{bd^2} \dots\dots\dots(a)$$

keterangan :

R = modulus pecah (psi, MPa)

P = beban maksimum (lbf, N)

L = panjang bentang (in, mm)

b = lebar rerata benda uji (in, mm)

d = tinggi rerata benda uji (in, mm)

2. Jika dalam pembebanan terjadi retak di luar sepertiga tengah dari panjang bentang dengan tidak lebih dari 5% panjang bentang, perhitungan modulus pecah sebagai berikut

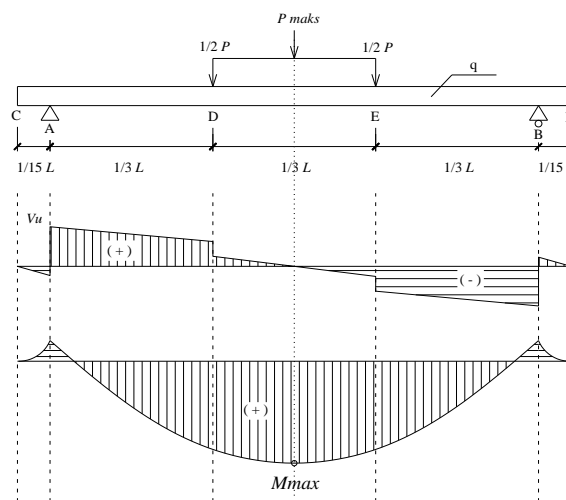
$$R = \frac{3Pa}{bd^2} \dots\dots\dots(b)$$

keterangan a = jarak rerata antara garis pecah dan tumpuan terdekat berdasarkan beban dalam balok

catatan : berat balok tidak termasuk dalam perhitungan

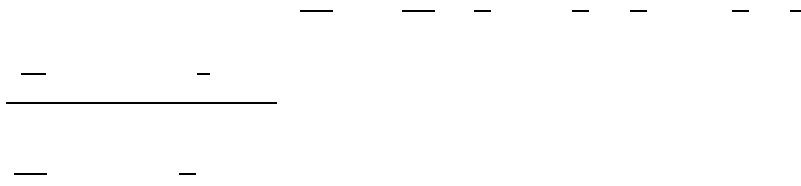
3. Jika retak terjadi pada sepertiga tengah dari panjang bentang lebih dari 5% dari panjang bentang maka pengujian gagal

• Momen Nominal Pengujian:

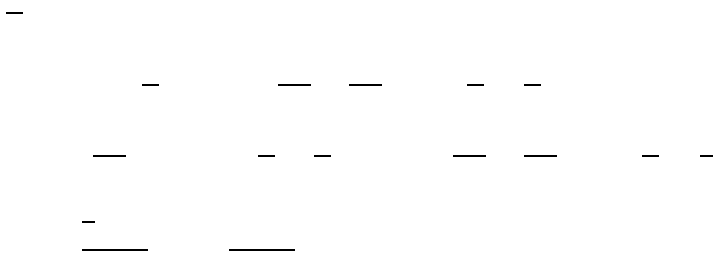


Gambar 1.2. SFD dan BMD

Reaksi Tumpuan:



Momen:



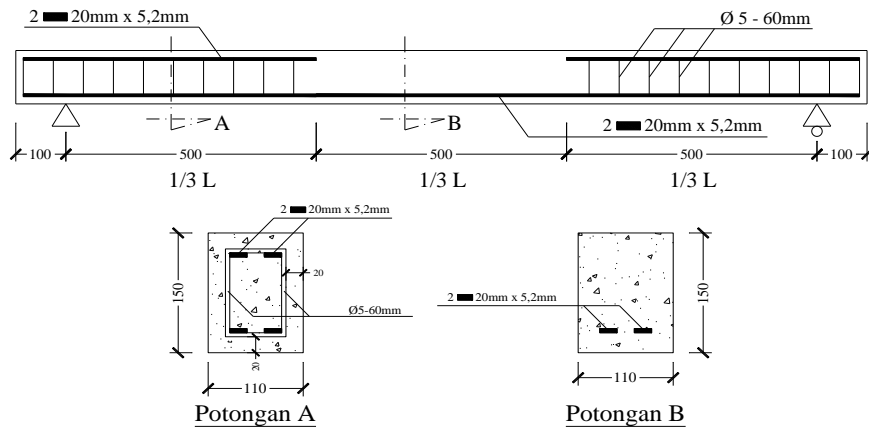
Dari hasil analisis balok dapat diketahui besarnya momen nominal yang dapat dilayani balok, dan dari hasil percobaan juga akan diperoleh nilai  $P$  yang berguna untuk menghitung besarnya momen nominal yang bekerja, kedua nilai momen hasil dari analisis dan hasil pengujian akan dibandingkan.

## METODE

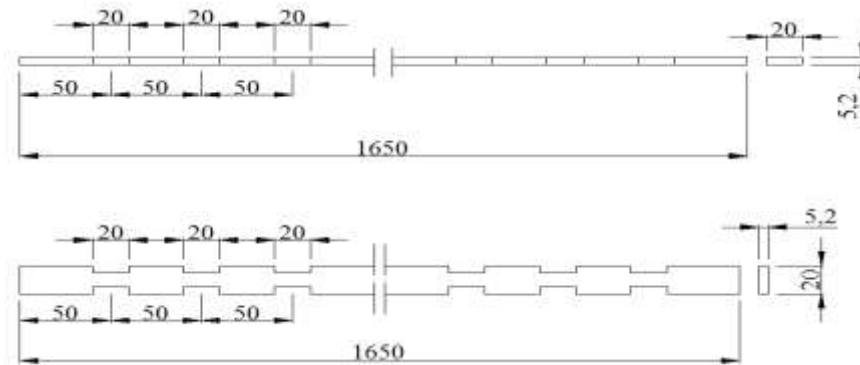
Bambu yang digunakan adalah bambu dengan nama *Bambusa arundinacea* atau biasa dikenal sebagai bambu ori. Bagian bambu yang diambil sebagai bahan uji adalah bagian tengah batang yang berjarak 1,5 m dari rumpun dan diambil sepanjang 6 meter. Hal tersebut dilakukan guna mendapatkan ruas dan diameter bambu yang relatif sama.. Hal tersebut dilakukan guna mendapatkan ruas dan diameter bambu yang relatif sama.

Dalam penelitian ini metodologi yang digunakan merupakan metode eksperimental laboratorium. Eksperimen pengujian dilakukan untuk menguji perbandingan kapasitas lentur balok beton bertulangan bambu ori takikan tipe "u" dengan jarak takikan 5 cm pada lebar 1 cm dan 2 cm terhadap tulangan baja. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

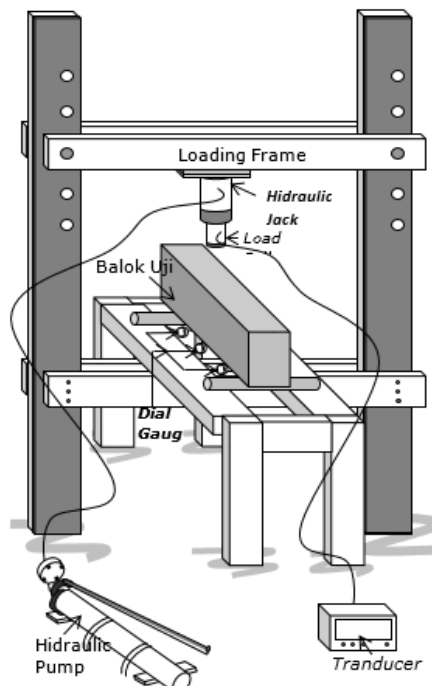
Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk balok berjumlah 5 buah dengan dimensi  $P = 1700$  mm,  $L = 110$  mm,  $T = 150$  mm, yang ditanam tulangan bambu ori pipih bertakikan u dengan dimensi  $P = 1650$  mm,  $L = 20$  mm dan  $T = 5,2$  mm dengan dimensi takikan sejajar  $P = 5$  mm,  $L = 10$  mm dan 20 mm. Dimana untuk 5 buah benda uji digunakan jarak antar takikan 5 cm lebar takikan 1 cm dan 5 buah benda uji digunakan jarak antar takikan 5 cm lebar takikan 2 cm. Sebagai perbandingan kekuatan lentur balok bertulangan bambu, maka dibuat pula benda uji yang dimensinya sama dan dengan jumlah 5 buah, yang ditanam tulangan baja polos berdiameter  $\varnothing = 8$  mm dengan panjang penanaman yang sama pula. 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 dibawah ini



Gambar 1.3. Detail Benda Uji Balok Bertulang Bambu

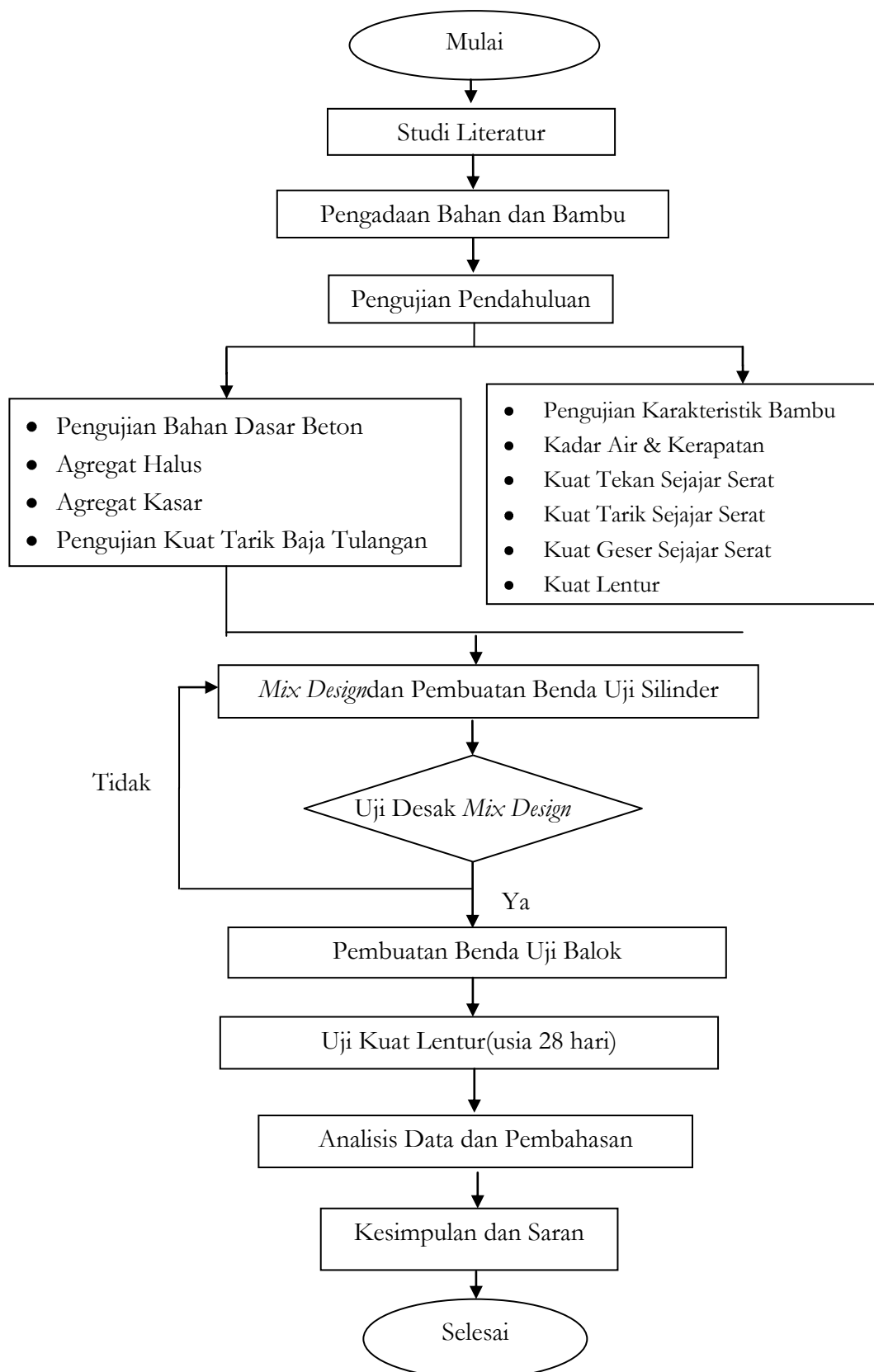


Gambar 1.4. Bambu Takikan Berjarak 5cm lebar 10 mm dan Bambu Takikan Berjarak 100 mm lebar 20 mm.



Gambar 1.5. *Setting Up* Alat Pengujian Balok

## Tahap dan Alur Penelitian



Gambar 1.6. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

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

- Kadar air dan kerapatan bambu ori didapat sebesar 8,06% dan 0,947gram/cm<sup>3</sup>.
- Kuat geser sejajar serat bambu ori didapat sebesar 14,728N/mm<sup>2</sup>, Kuat tekan sejajar serat sebesar 55,12 N/mm<sup>2</sup>.
- Kuat tarik sejajar serat Nodia bambu petung didapat sebesar 364,65 N/mm<sup>2</sup>, Kuat tarik sejajar serat Internodia didapat sebesar 364,65 N/mm<sup>2</sup>
- Modulus of Rupture (MOR) internodia 561,669 N/mm<sup>2</sup>, nodia didapat sebesar 527,356 N/mm<sup>2</sup>, Modulus of Elasticity (MOE) internodia didapat 50385,65 N/mm<sup>2</sup> ,nodia didapat sebesar 40170,89 N/mm<sup>2</sup>.
- Kuat tarik leleh baja Ø 8 mm didapat sebesar 527.384N/mm<sup>2</sup>.
- Kuat tekan beton umur 28 hari didapat sebesar 17,818 N/mm<sup>2</sup>.

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 1.3. Hasil Hitungan Kuat Lentur Balok Beton Metode Dua Titik Pembebanan

No	Code Benda Uji	Kuat Lentur Balok	
		Hasil (N/mm <sup>2</sup> )	Rerata (N/mm <sup>2</sup> )
1	O5-1-1	3,939	4,621
2	O5-1-2	4,848	
3	O5-1-4	5,152	
4	O5-1-5	4,545	
5	O5-2-1	4,242	4,447
6	O5-2-2	4,242	
7	O5-2-4	3,636	
8	O5-2-5	3,030	
9	BJ1	11,515	11,669
10	BJ3	11,776	
11	BJ5	11,715	

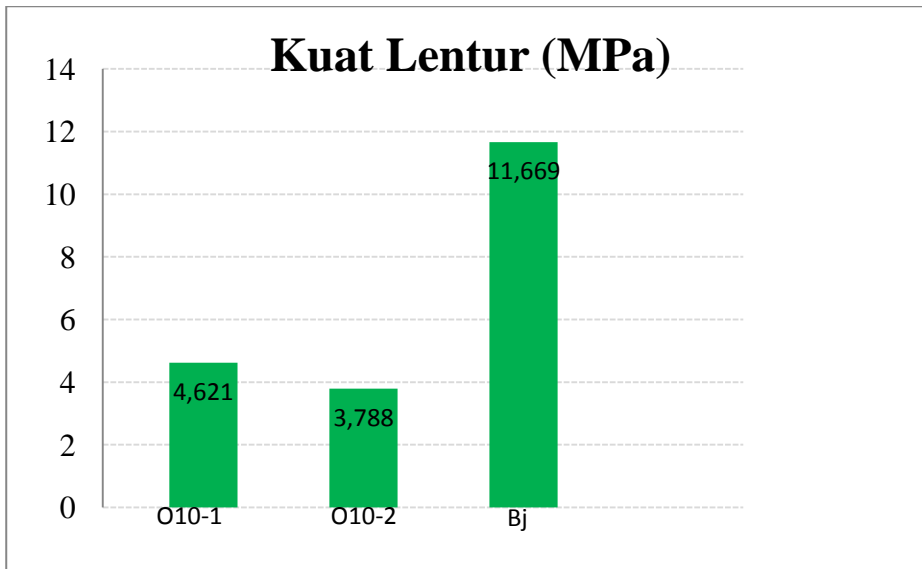
Keterangan:

O05-1 = Balok Bertulangan Bambu Ori Takikan Jarak 5 cm Lebar 10 mm

O05-2 = Balok Bertulangan Bambu Ori Takikan Jarak 5 cm Lebar 20 mm

BJ = Balok Tulangan Baja Ø 8 mm





Gambar 1.7. Grafik Perbandingan Kuat Lentur Metode 2 Titik Pembebanan

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang disajikan, maka dapat disimpulkan bahwa **kemampuan balok tulangan baja** sebesar 11,669 N/mm<sup>2</sup>, **balok tulangan bambu takikan** jarak 5 cm lebar 10 mm sebesar 4,621 N/mm<sup>2</sup>, dan **balok tulangan bambu takikan** jarak 5 cm lebar 20 mm sebesar 4,447 N/mm<sup>2</sup>. Peningkatan kemampuan balok menahan gaya luar yang diberi tulangan baja Ø 8 mm diganti menjadi tulangan bambu ori takikan menurun secara drastis, untuk balok benda uji yang ditanam tulangan bambu ori takikan jarak 5 cm lebar 10 mm kemampuannya menurun sebesar 60,55 %, sedangkan untuk balok yang ditanam tulangan bambu ori takikan jarak 5 cm lebar 20 mm kemampuan menahan gaya luar menurun sebesar 60,51 %.

## 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, (1984). “Penyelidikan Bambu Untuk Tulangan Beton”, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, (1991). “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03)”, Yayasan LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim, (1997). “Semen portland (SNI 15-2049-2004)”, Jakarta.
- Anonim, (2000). “Tata Cara pembuatan rencana campuran beton normal (SNI 03-2834-2000)”, Jakarta.
- Anonim, (2002). “Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (Revisi PKKI NI-5)”, Jakarta.
- Kusuma, (2013), “Kajian Kuat Lentur Tulangan Bambu Ori Tipe Takikan ‘V’ dengan Jarak 6cm dan 7 cm”. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Budi, A.S, (2010). “Kapasitas Lentur Balok Bambu Wulung dengan Bahan Pengisi Mortar”, Jurnal Media Teknik Sipil.Vol. IX Juli.

- Frick, H, (2004), “ *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Pengantar Konstruksi Bambu*”, Kanisius, Yogyakarta.
- Ganie, Candra Nurikhsan. (2008). *Pengaruh Isian Mortar Terhadap Kuat Tekan Bambu Wulung*. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Ghavani, Khosrow, (2004). *Bamboo as reinforcement in structural concrete elements*. Universitas Katolik Pontificia. Rio de Janeiro, Brazil.
- Hakim. A. (1987). *Pengujian Beberapa Sifat Fisika dan Mekanika Enam Jenis Bambu Dalam Kondisi Segar*. Fakultas Kehutanan UGM: 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
- Jigar K. Sevaliaa, Nirav B. Siddhpuraa, Chetan S. Agrawala, Deep B. Shaha, Jai V. Kapadiaa, (2013) “*Study on Bamboo as Reinforcement in Cement Concrete*”, Civil Engineering Department, Sarvajanic College of Engineering & Technology, Surat, Gujarat, India.
- Morisco, (1996).“*Bambu sebagai Bahan Rekayasa, Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya Fakultas Teknik UGM*”, Yogyakarta.
- Morisco, (1999). “*Rekayasa Bambu*”, Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Nawy, E. G., (alih bahasa : Bambang Suryoatmono), (1990), *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, PT Eresco, Bandung.
- Prawirohatmodjo, S., (1990). ”Comparative Strength of Green and Air-dry Bamboo”, 218-222. In Rao I.V.R., Gnanaharan, R. & Shastry, C.B., Bamboos Current Research, The Kerala Forest Research Institute-India, and IDRC Canada.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N., (1993). “*Studi Penggunaan bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton*”, Laporan Penelitian, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- B. Setiya Agus.(2010).”*Tinjauan Jenis Perekat Pada Balok Laminasi Bambu Terhadap Keruntuh Lentur* “,Prosiding Seminar Nasional “*Pengelolaan Infrastruktur Dalam Mensikapi Bencana Alam*”, ISBN:979-489-540-6,1 Mei 2010.