

## PENGARUH VARIASI JARAK SENKANG TERHADAP KAPASITAS LENTUR BALOK BETON BERTULANG BAMBUN YANG TERKANG PADA JALUR TEKANNYA

Achendri M. Kurniawan  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Malang  
No., Jl. Semarang No.5, Jawa Timur

### Abstrak

Didalam konstruksi bangunan perlu ditinjau struktur yang daktail, efektif dan efisien. Struktur bangunan pada saat ini masih menggunakan tulangan baja yang mengakibatkan semakin menipisnya ketersediaan baja itu sendiri. Penggunaan bambu sebagai bahan alternatif pengganti tulangan baja pada struktur beton bertulang sangat menarik untuk diteliti. Hal ini dikarenakan kuat tarik bambu hampir menyamai kuat tarik baja. Penelitian ini dilakukan pada 8 buah benda uji balok beton bertulang bambu yang terkeang pada jalur tekannya dengan variasi jarak sengkang. Metode yang digunakan adalah metode *deskriptif*. Berdasarkan penelitian diperoleh hasil pengujian kapasitas lentur dengan jarak sengkang 1,7cm sebesar 2127,5 kg, jarak sengkang 2,5cm sebesar 1782,5 kg, jarak sengkang 5cm sebesar 1667,5 kg, dan jarak sengkang 8cm sebesar 1322,5 kg. Berdasarkan pada hasil yang telah didapatkan maka balok dengan jarak sengkang terpendek mempunyai kapasitas lentur yang besar.

**Kata kunci:** balok bertulangan bambu, kapasitas lentur, variasi jarak sengkang, jalur tekan.

### 1. PENDAHULUAN

Pertimbangan yang digunakan dalam pemilihan material yang akan digunakan sebagai bahan bangunan pada elemen struktur bangunan seperti kolom, balok maupun pelat didasarkan pada kekuatan bahan (*strength*), harga bahan (*cost*), nilai estetika, ketersediaan bahan dan lain- lain (Karyadi dkk, 2007).

Penggunaan tulangan baja dalam setiap konstruksi dapat menyebabkan menipisnya ketersediaan baja. Bambu sebagai salah satu alternatif pengganti tulangan baja cukup menarik dikarenakan dari segi kekuatan, kuat tarik bambu jenis galah sebesar 253 MPa (Morisco, 1999) mendekati kuat tarik tulangan baja yang berkisar antara 240 MPa hingga 400 MPa. Namun, bambu memiliki modulus elastisitas yang lebih kecil yaitu sebesar  $1,5 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  -  $2 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  jika dibandingkan dengan tulangan baja yang memiliki modulus elastisitas sebesar  $2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  (Mishra, 1988 dalam Ernawati dkk, 2004).

Beberapa bencana alam yang terjadi di Indonesia, khususnya bencana alam gempa bumi menimbulkan banyak kerusakan dan kerugian. Rusaknya struktur bangunan tersebut salah satu yang dominan disebabkan oleh kurang baiknya perencanaan struktur (Syamsudi, 2005). Perencanaan yang baik pada struktur beton bertulang akan menghasilkan struktur yang kuat dan daktail pada saat getaran gempa terjadi. Untuk mencapai hal tersebut maka perlu ditingkatkan kemampuan struktur dalam menerima beban yang bekerja serta menyebarkannya atau mendistribusikan ke bagian-bagian atau elemen-elemen struktur lainnya. Maka, bagian-bagian yang berpotensi mengalami keruntuhan mendadak (*getas= brittle*) harus dikurangi dan dibatasi sekecil mungkin.

Menurut Syamsudi (2005), struktur beton bertulang yang daktail dapat diperoleh dengan pengekangan yang baik (*detailing confinement*). Pengekangan dapat berupa tulangan sengkang yang berbentuk persegi atau bulat. Tulangan transversal berfungsi mengekang beton sehingga sifat getas beton dapat diantisipasi, mengurangi bahaya pecah beton (*splitting*) dan meningkatkan daktilitas penampang beton bertulang. Pengekangan yang tidak memadai akan menyebabkan kuat geser portal tidak mencukupi yang mengakibatkan keruntuhan struktur secara tiba-tiba (*brittle shear failure*).

Berdasarkan uraian di atas, maka balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya diharapkan mampu dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam peningkatan daktilitas konstruksi beton dan tulangan bambu dapat mengurangi berat sendiri dari konstruksi bangunan. Untuk mengetahui layak tidaknya penggunaan bambu sebagai pengganti tulangan pokok dalam konstruksi balok beton bertulang yang terkekang pada jalur tekannya dengan menggunakan variasi jarak tulangan sengkang baja. Maka diperlukan adanya uji kapasitas lentur dengan pemberian gaya tekan vertikal pada balok.

Dari latar belakang di atas maka tujuan penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui hubungan variasi jarak sengkang terhadap kapasitas lentur yang dapat diterima balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya pada eksperimen
- Untuk mengetahui hubungan variasi jarak sengkang terhadap lendutan maksimum pada balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya pada eksperimen
- Untuk mengetahui perbandingan kapasitas lentur analisis dengan eksperimen

## 2. METODE

Penelitian yang dilaksanakan ini menggunakan rancangan eksperimen, sedangkan data yang diperoleh dari hasil pengujian dideskripsikan. Untuk mendeskripsikan data hasil pengujian ini, parameter yang akan digunakan adalah pembacaan beban vertikal tekan, pembacaan besar simpangan yang terjadi akibat pemberian beban tersebut, serta kapasitas lentur yang mampu diterima oleh balok beton bertulang bambu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas lentur balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya dengan variasi jarak sengkang. Kapasitas lentur balok beton bertulang bambu dapat diketahui melalui benda uji berupa 8 buah model balok beton bertulang bambu dengan skala model 1: 2,5.

**Tabel . 1 Dimensi Model Balok**

No	Nama	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang (cm)	Jarak sengkang (cm)
1	Balok - A1	8	10	78	1,7
2	Balok - A2	8	10	78	1,7
3	Balok - B1	8	10	78	2,5
4	Balok - B2	8	10	78	2,5
5	Balok - C1	8	10	78	5
6	Balok - C2	8	10	78	5
7	Balok - D1	8	10	78	8
8	Balok - D2	8	10	78	8

(Keterangan: Dimensi setelah Benda Uji Dicor)

### Bahan, Alat Penelitian dan Alat pengujian

#### ▪ Bahan

- Tulangan pokok yang digunakan adalah bambu apus yang dibelah dengan diameter  $\pm 1,7$  x 1,5 cm dan ada kulitnya.

- Cat besi merk emco digunakan untuk pelekatan pasir pada tulangan bambu.
- Pasir digunakan melabur tulangan bambu agar tulangan bambu dapat melekat pada beton.
- Tulangan sengkang menggunakan baja polos dengan diameter 4 mm.
- Kawat bendrat digunakan untuk mengikat tulangan bambu dengan sengkang.
- papan multipleks dengan tebal 1 cm.
- Paku.
- Pasir yang diambil di wilayah Malang.
- Kerikil dengan ukuran maksimal 1 cm yang diambil di wilayah malang.
- Semen Portland tipe 1 merk semen gresik.
- Air dari PDAM.
- **Alat penelitian**
  - Kuas
  - Cetok
  - Mesin pengaduk beton
  - Pensil
  - Timbangan
  - Alat uji kuat tekan
- **Alat pengujian**

Peralatan yang digunakan adalah standar pengujian untuk kuat lentur pada balok beton sesuai dengan ASTM C 78-94. Adapun peralatan yang digunakan pada pengujian lentur balok adalah:

  - Frame uji struktur kapasitas 15 ton ukuran 400cm x 150cm x 100cm sebanyak 1 buah, sebagai tempat uji lentur struktur sistem ganda beton bertulang.
  - Hydraulic Jack kapasitas 5 ton, digunakan untuk pemberian beban statis.
  - Proving Ring kapasitas 5 ton digunakan untuk mengukur besarnya beban yang diaplikasikan pada model balok.
  - Pengukur deformasi (dial gauge), digunakan untuk pengukuran regangan pada beton (membantu fungsi LVDT), pengukuran regangan pada tulangan bambu (membantu fungsi LVDT), pengukuran penurunan tumpuan yang terjadi akibat adanya pembebanan.
  - Pengukur deformasi (Dial Gauge) manualdigunakan untuk pengukuran lendutan balok di tengah bentang.
  - Pengukur regangan menggunakan LVDT (Linear Variable Differential Tranducer) hal ini digunakan untuk mengukur regangan yang terjadi pada tulangan tarik dan pada beton tertekan.
  - *Digital Strain Meter* tipe TC-31K sebanyak 1 buah, untuk pembacaan besarnya regangan yang di ukur oleh *LVDT*.
- Pembuatan benda uji
  - (1) Tulangan bambu apus: penelitian ini difokuskan untuk mengetahui kapasitas lentur tulangan bambu apus yang di akibatkan oleh beban lentur.
  - (2) Pemotongan bambu: Bambu apus yang digunakan sepanjang 1m diatas 3m dari pangkal bambu masih dalam keadaan bulat dipecah untuk dijadikan tulangan, masing-masing ukuran 1,7 x 1,5 cm. Bambu dipotong dengan ukuran panjang 78 cm ukuran panjang difungsikan sebagai tulangan yang akan dipakai sebagai tulangan balok. Untuk ukuran panjang 78 cm diharapkan jumlah tulangan sengkang sesuai dengan perhitungan.
  - (3) Pengeringan bambu: untuk pengeringan bambu dengan cara di jemur di alam bebas.

- (4) Pelapisan cat: Pelapisan cat ini bertujuan untuk menghindari terjadinya perpindahan air beton pada tulangan bambu begitu juga sebaliknya menghindari terjadi perpindahan kadar air bambu kedalam beton. Pelapisan cat juga digunakan sebagai perekat pasir. Pelapisan cat menggunakan cat besi emco. Pelapisan ini harus rata agar tidak ada jalan air beton masuk kedalam tulangan bambu.
- (5) Pelaburan pasir: Pelaburan pasir bertujuan untuk menyempurnakan pelekatan beton pada tulangan bambu, pelaburan pasir dilakukan setelah pelapisan cat dalam kondisi cat masih basah pada tulangan, pasir yang digunakan adalah pasir yang sudah kering agar mendapat kelengketan yang sempurna.
- (6) Perakitan tulangan: Perakitan tulangan, tulangan yang digunakan adalah tulangan bambu dengan ukuran 1,7 x 1,5 cm, dan menggunakan besi begel berdiameter 4mm sebagai pembentuk balok.
- (7) Pembuatan bekisting: Bekisting akan digunakan untuk pembuatan benda uji, agar benda uji sesuai dengan rencana. Sedangkan bahan yang di gunakan untuk bekisting yaitu papan multriplek dengan ketebalan 1 cm.
- (8) Campuran beton: Beton yang digunakan sebagai benda uji adalah beton dengan agregat halus berupa pasir dan agregat kasar berupa pecahan batu atau split.
- (9) Bahan-bahan penyusunnya adalah sebagai berikut:
- (10) Pecahan batu pada penelitian ini digunakan pecahan batu atau split diameter maksimal 5 mm.
- (11) Pasir yang digunakan pasir cor Malang.
- (12) Semen digunakan semen Portland tipe 1 merk gresik.
- (13) Air bersih digunakan air bersih yang bebas dari kandungan minyak (PDAM).
- (14) Material yang digunakan pada campuran beton dilakukan pengujian material. Mutu beton (fc) direncanakan dengan kuat tekan silinder rata-rata 35 Mpa. Proporsi campuran beton pada penelitian ini adalah : 1052 kg kerikil: 695 kg pasir : 395 kg semen : 196 kg air. Kerikil yang digunakan jenis koral dengan ukuran 0,5 cm.
- (15) Pengecoran: Pengecoran benda uji menggunakan molen dengan kapasitas 150 kg setiap kali pengadukan. Sebelum pengecoran dilakukan maka pembersihan bekisting perlu dilakukan agar sisa-sisa gergajian tidak tercampur dengan beton. Setelah pembersihan bekisting selesai dilanjutkan pengolesan dengan oli, sehingga pada saat pelepasan begisting mudah dan tidak merusak bentuk beton itu sendiri.
- (16) Pembongkaran bekisting: Pembongkaran bekisting dilakukan 6 hari setelah pengecoran. Cara membongkar bekisting harus benar, agar bekisting bisa digunakan lagi dan beton juga tidak rusak. Hal ini terjadi dikarenakan bekistingnya akan digunakan lagi untuk pembuatan benda uji selanjutnya.

### 3. HASIL

#### Hasil Pengujian Kuat Tarik Bambu

Pemeriksaan mutu bambu dilakukan pada bambu jenis bambu Apus (*Gigantochloa apus* Kurz). Pengujian kuat tarik bambu dilakukan pada 2 buah bambu ori yang sudah dipotong dengan dimensi 1 cm x 0,6 cm. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Hasil pengujian kuat tarik bambu dapat dilihat pada Tabel 2.

#### Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tarik Tulangan Bambu

Nama	Bambu	
No. Sampel	1	2
Ukuran	(1x0,6)	(1x0,6)
Lokasi sampel dari pangkal batang bambu apus	3m	3m
P Leleh (kN)	12	10,5
Fy (MPa)	200	175
Fy Rata-rata (MPa)	187,5	

Sumber: Hasil Eksperimen (2010)

Dari tabel diatas didapatkan kuat tarik bambu rata- rata sebesar 187,5 MPa.

#### Hasil Pengujian Kuat Tarik Senggang Baja

Pemeriksaan mutu senggang baja dilakukan pada jenis yang tidak mengalami karatan atau pernah terkena pukulan atau pembengkokan. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan regangan leleh, dan tegangan ultimit, dari baja yang digunakan. Untuk hasil pengujian baja tulangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil pengujian eksperimen dengan ukuran dan lokasi pengambilan benda uji yang sama, hasil tersebut ditunjukkan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tarik Senggang Baja

Nama	Baja	
No. Sampel	1	2
Ukuran	(Ø 4)mm	(Ø 4)mm
P Leleh (kN)	8	7,5
Fy (MPa)	63,694	59,713
Fy Rata-rata (MPa)	61,703	

Sumber: Hasil Eksperimen (2010)

Dari tabel diatas didapatkan kuat tarik baja rata- rata sebesar 61,703 MPa.

#### Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada 6 benda uji silinder beton dengan dimensi Ø15 x 30 cm. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

No.	Tanggal	Cor	Berat	Luas	Beban	fc
			(kg)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	(MPa)
1	02/08/2010		12,0	17678,57	698	39,48282828
2	02/08/2010		12,1	17678,57	747	42,25454545
3	02/08/2010		12,0	17678,57	679	38,40808081
4	02/08/2010		12,2	17678,57	752	42,53737374
5	02/08/2010		12,0	17678,57	746	42,1979798
6	02/08/2010		12,1	17678,57	731	41,34949495
fc rata-rata				(MPa)	=	41,03838384

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian mutu beton ( $f_c'$ ) rata- rata adalah 41,03 MPa.

### Hasil Pengujian Variasi Jarak Sengkang Terhadap Kapasitas Lentur

Hasil pengujian kapasitas lentur diperoleh dari 8 benda uji balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya yang berbeda jarak sengkangnya, dalam satu jenis benda uji yang sama terdapat 2 benda uji. Untuk mendapatkan kapasitas lentur pada tiap-tiap jenis benda uji, maka benda uji tersebut diberikan beban vertikal (beban lentur) bergantian antara satu benda uji ke benda uji yang lainnya. Dari pengujian balok beton bertulang bambu yang tertekan pada jalur tekannya dengan variasi jarak sengkang di dapatkan hasil data-data dalam bentuk tabel 5 seperti berikut ini:

Tabel 5. Hubungan antara Variasi Jarak Sengkang - Kapasitas Lentur.

No	Variasi jarak sengkang cm	Kapasitas lentur kg	Kapasitas lentur kg
1	1,7	2185	2127,500
2	1,7	2070	
3	2,5	1840	1782,500
4	2,5	1725	
5	5	1725	1667,500
6	5	1610	
7	8	1495	1322,500
8	8	1150	

**Sumber: Hasil Eksperimen (2010)**

Dari tabel 5. Hasil uji kapasitas lentur akibat dari beban lentur pada benda uji yang mempunyai variasi jarak sengkang dengan pola pembebanan dimulai dengan setiap pembebanan 1 strip mempunyai beban lentur 23 kg. Di dalam pengujian dilakukan pembacaan dial gauge pada setiap 5 strip sekali. Pengujian untuk pertama pada jarak sengkang 1,7cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 2127, 5 kg, pada jarak sengkang 2,5cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1782,5 kg, pada jarak sengkang 5cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1667,5 kg, dan pada jarak sengkang 8cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1322,5 kg. Hal ini menunjukkan bahwa pada jarak sengkang terpendek terjadi peningkatan kapasitas lenturnya.

### Hasil Analisa Perhitungan

**Hasil analisis perhitungan balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya seperti berikut ini:**

Tabel 6. Hubungan antara Variasi Jarak Sengkang - Kapasitas Lentur Secara Analisis.

No	Variasi jarak sengkang (cm)	Kapasitas lentur analisis (kg)
1	1,7	1107,426
2	2,5	1090,788
3	5	1070,037
4	8	1039,759

Dari tabel 6. Hasil uji kapasitas lentur analisis akibat dari beban lentur pada benda uji yang mempunyai variasi jarak sengkang membuktikan bahwa terjadi peningkatan kapasitas lentur pada benda uji dengan jarak sengkang yang lebih pendek. Pengujian untuk pertama pada jarak sengkang 1,7cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1107,426 kg, pada jarak sengkang 2,5cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1090,788 kg, pada jarak sengkang 5cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1070,037 kg, dan pada jarak sengkang 8cm mempunyai kapasitas lentur sebesar 1039,756 kg.

#### 4. PEMBAHASAN

##### **Hubungan Variasi Jarak Sengkang Terhadap Kapasitas Lentur yang dapat Diterima Balok Beton Bertulang Bambu yang Tekekang pada Jalur Tekannya.**

Kapasitas lentur hasil pengujian balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya dengan variasi jarak sengkang dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7. Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Bambu**

No	Variasi jarak sengkang (cm)	Kapasitas lentur (kg)
1	1,7	2127,500
2	2,5	1782,500
3	5	1667,500
4	8	1322,500

Hal ini menunjukkan bahwa benda uji dengan jarak sengkang yang terpendek mempunyai kapasitas lentur tertinggi. Balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya sebenarnya masih mampu menahan beban yang lebih besar. Hal ini ditunjukkan belum terjadinya keruntuhan pada balok tersebut, meskipun simpangan yang ditandai dengan retak terjadi pada bagian bawah balok akibat dari beban lentur.

Selain pengujian kapasitas lentur secara eksperimen juga dilakukan pengujian kapasitas lentur secara analisis. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana struktur bangunan balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya mampu menahan beban lentur.

##### **Hubungan variasi Jarak Sengkang Terhadap Simpangan (Lendutan) Maksimum yang dapat Diterima pada Balok Beton Bertulang Bambu yang Terkekang pada Jalur Tekannya.**

Hasil pengujian lendutan maksimum diperoleh dari 8 benda uji balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya yang berbeda jarak sengkangnya, dalam satu jenis benda uji yang sama terdapat 2 benda uji. Untuk mendapatkan lendutan maksimum pada tiap-tiap jenis benda uji, maka benda uji tersebut diberikan beban vertikal bergantian antara satu benda uji ke benda uji yang lainnya.

Lendutan maksimum hasil pengujian balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya dengan variasi jarak senggang dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8. Lendutan Maksimum Balok Beton Bertulang Bambu.**

No	Variasi jarak senggang cm	Lendutan maksimum cm
1	1,7	7,910
2	2,5	7,600
3	5	3,855
4	8	3,695

Hal ini menunjukkan bahwa benda uji dengan jarak senggang yang terpendek mempunyai lendutan tertinggi dibandingkan dengan benda uji dengan jarak senggang yang panjang. Terjadi kenaikan lendutan maksimum dari jarak senggang yang terpanjang hingga jarak senggang yang terpendek.

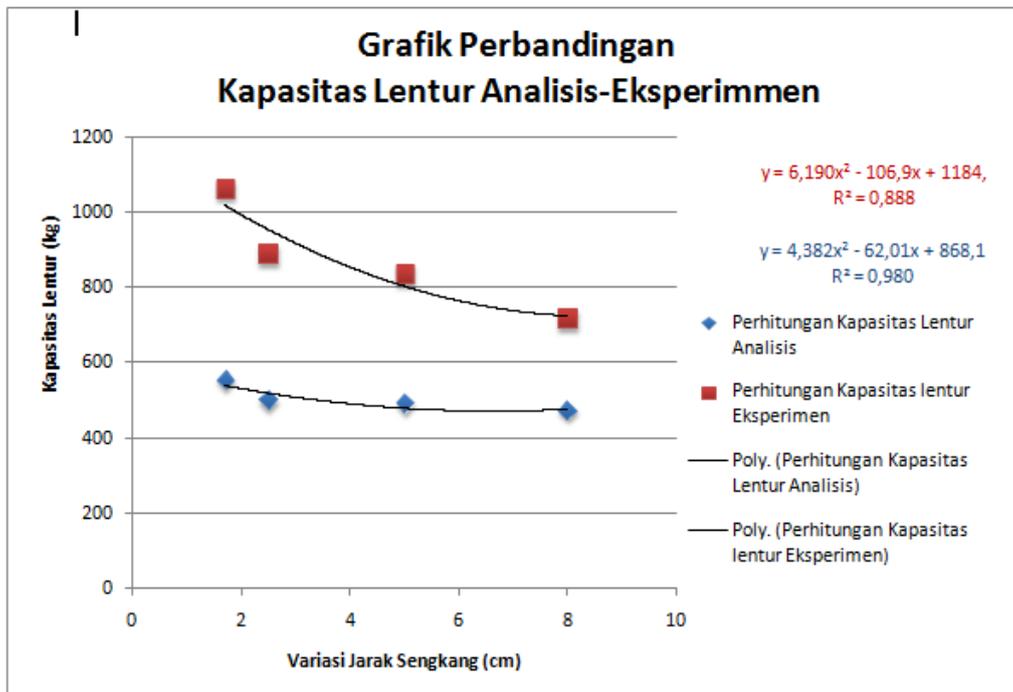
#### **Perbandingan Kapasitas Lentur Analisis Dengan Eksperimen.**

Dari hasil kapasitas lentur secara perhitungan analisis dan kapasitas lentur pada eksperimen maka diperoleh tabel perbandingan kapasitas lentur analisis dengan kapasitas lentur eksperimen seperti pada tabel 9 berikut:

**Tabel 9. Perbandingan Antara Kapasitas Lentur Analisis - Kapasitas Lentur Eksperimen.**

No	Variasi jarak senggang (cm)	Kapasitas lentur analisis (kg)	Kapasitas lentur eksperimen (kg)
1	1,7	1107,426	2127,5
2	2,5	1090,788	1782,5
3	5	1070,037	1667,5
4	8	1039,759	1322,5

Dari tabel di atas di peroleh kapasitas lentur analisis pada jarak senggang 1,7 cm yaitu 1107,426 kg, sedangkan kapasitas lentur eksperimen pada jarak senggang 1,7 cm yaitu 2127,5 kg. kapasitas lentur analisis pada jarak senggang 2,5 cm yaitu 1090,788kg, sedangkan kapasitas lentur eksperimen pada jarak senggang 2,5 cm yaitu 1782,5 kg. kapasitas lentur analisis pada jarak senggang 5 cm yaitu 1070,037 kg, sedangkan kapasitas lentur eksperimen pada jarak senggang 5 cm yaitu 1667,5 kg dan kapasitas lentur analisis pada jarak senggang 8 cm yaitu 1039,759 kg, sedangkan kapasitas lentur eksperimen pada jarak senggang 1,7 cm yaitu 1322,5 kg. Untuk memperjelas perbandingan kapasitas lentur analisis dengan kapasitas lentur eksperimen maka dapat dilihat pada grafik perbandingan kapasitas lentur analisis dengan kapasitas lentur eksperimen seperti berikut ini:



**Gambar 1. Grafik Perbandingan Kapasitas Lentur Analisis – Kapasitas Lentur Eksperimen.**

Dari hasil grafik di atas dapat disimpulkan bahwa kapasitas lentur secara analitis lebih rendah dibandingkan dengan hasil kapasitas lentur secara eksperimen. Hal ini dikarenakan tingkat homogenitas antara material baik, kurang lengkapan alat uji dan human eror (kekurang telitian dalam pengawasan dial gauge untuk pembebanannya). Sedangkan pada perhitungan kapasitas lentur secara analisis yaitu pemakaian regangan leleh untuk bambu memakai 0,002 tidak sama dengan baja regangan lelehnya yaitu 0,003.

Dengan perbandingan prosentase hasil eksperimen: balok beton bertulang bambu dengan jarak senggang 1,7 cm sebesar 47,66% lebih tinggi dari hasil perhitungan analisis, balok beton bertulang bambu dengan jarak senggang 2,5 cm sebesar 39,16% lebih tinggi dari hasil perhitungan analisis, balok beton bertulang bambu dengan jarak senggang 5 cm sebesar 35,84% lebih tinggi dari hasil perhitungan analisis, balok beton bertulang bambu dengan jarak senggang 8 cm sebesar 21,38% lebih tinggi dari hasil perhitungan analisis.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya, dapat di ambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Kapasitas maksimum yang dapat diterima balok beton bertulang bambu yang tekekang pada jalur tekannya pada variasi jarak senggang 1,7 cm adalah 2127,5 kg, pada variasi jarak senggang 2,5 cm adalah 1782,5 kg, pada variasi jarak senggang 5 cm adalah 1667,5 kg, pada variasi jarak senggang 8 cm adalah 1322,5 kg.
- Hubungan variasi jarak senggang terhadap kapasitas lentur yang dapat diterima balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya yaitu semakin pendek penempatan jarak senggang maka semakin besar pula kapasitas lentur yang dapat diterima.

- Hubungan variasi jarak senggang terhadap simpangan (lendutan) maksimum pada balok beton bertulang bambu yang terkekang pada jalur tekannya yaitu semakin pendek penempatan jarak senggang maka semakin besar pula simpangan (lendutan) maksimum yang dapat diterima.
- Hasil perhitungan kapasitas lentur analisis lebih kecil dibandingkan dengan hasil perhitungan kapasitas lentur eksperimen.

### Saran

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan (pada bab V dan VI) maka dapat dikemukakan beberapa saran, sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perencanaan tulangan balok pada jalur tekannya, dikarenakan retakan-retakan terjadi pada jalur tekannya.
2. Diperlukan adanya uji kuat lekat bambu pada beton khususnya kuat lekat bambu apus, sehingga dapat diketahui adanya pengaruh penambahan cat dan pasir pada bambu apus tersebut.
3. Dibutuhkan lebih banyak benda uji sehingga dapat ditarik kesimpulan hubungan variasi jarak senggang terhadap kapasitas lentur pada jalur tekannya lebih obyektif.
4. Diperlukannya benda uji dengan skala 1:1, sehingga terdapat keakuratan yang lebih tinggi dalam penentuan kapasitas lenturnya.

### DAFTAR RUJUKAN

- Darmansyah. 2003. *Perhitungankapasitas Penampang Kolom Beton Mutu Tinggi yang Terkekang dengan Blok Tegangan Segi Empat Ekuivalen*. Jurnal Dimensi teknik sipil vol 5, no 1, maret 2003,45-50, Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T- 15- 1999 - 3*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ernawati, Kusuma Ferry, Uning Sri. 2004. *Perkuatan Lentur Balok Kayu Sengon Dengan Menggunakan Bambu Ori. Tugas Akhir tidak diterbitkan*. Universitas Negeri Malang.
- Karyadi, Umniati, B. Sri & Nindyawati. 2007. *Pengaruh Bentuk Pengekangan di Jalur Gaya Tekan Penampang Balok Beton Bertulangan Bambu terhadap Kapasitas Beban dan Lendutan Balok Pada Rasio Tulangan yang Berbeda*. Laporan Hasil Penelitian. 1 (1).
- Morisco. 1999. *Bambu Sebagai Bahan Rekayasa. Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala Madya dalam Bidang Ilmu Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta*.
- Pathurrahman, Pajrin, J. & Kusuma, D. A. 2003. *Aplikasi Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton*. Majalah Dimensi Teknik Sipil. 5 (1).
- Syamsudi. 2005. *Pengaruh Jarak Spasi Senggang di Daerah Sendi Plastis (Plastic Hinge) Terhadap Daktilitas Lentur Kolom (Flexure Ductility of Coloumn)*.