

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU
LAMINASI DAN BALOK BETON BERTULANGAN BAJA PADA
*SIMPLE BEAM***

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

**DANANG GUNAWAN WIBISONO
NIM : D 100 090 067**

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2014

LEMBAR PENGESAHAN

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU
LAMINASI DAN BALOK BETON BERTULANGAN BAJA PADA
SIMPLE BEAM**

Naskah Publikasi

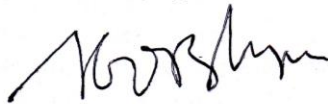
Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada Tanggal 14 Juli 2014

diajukan oleh :

DANANG GUNAWAN WIBISONO
NIM : D 100 090 067

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama



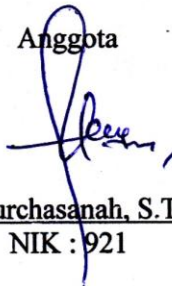
Ir. Abdul Rochman, M.T.
NIK : 610

Pembimbing Pendamping



Basuki, S.T. M.T.
NIK : 783

Anggota



Yenny Nurchasanah, S.T. M.T.
NIK : 921

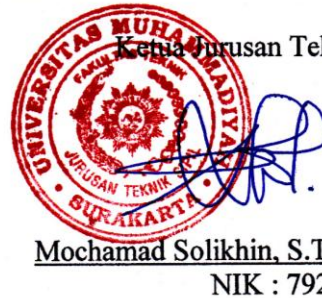
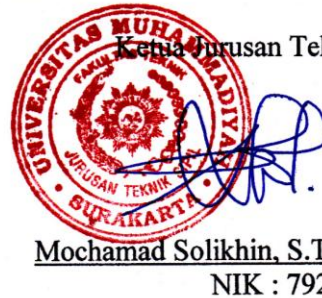
Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 14 Juli 2014

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sanarjono, M.T., PhD.
NIK : 682

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Mochamad Solikhin, S.T. M.T., PhD.
NIK : 792

**TINJAUAN KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANGAN BAMBU
LAMINASI DAN BALOK BETON BERTULANGAN BAJA PADA
SIMPLE BEAM**

ABSTRAKSI

Beton bertulang sebagai elemen balok umumnya diberi tulangan memanjang (lentur) dan tulangan sengkang (geser). Tulangan lentur untuk menahan pembebanan momen lentur yang terjadi pada balok, sedangkan tulangan geser untuk menahan pembebanan gaya geser. Untuk mengatasi akan ketergantungan pemakaian baja tulangan pada beton yang semakin mahal, digunakan alternatif material lain pengganti baja tulangan dengan yang murah dan mudah didapat, yaitu berupa tulangan dari bambu. Bambu mempunyai kekuatan yang cukup tinggi. Bambu bisa dibentuk seperti bilah bilah balok, dengan memotong bambu menjadi lembaran kecil, disusun dan disatukan, lalu di pres dalam waktu tertentu, proses tersebut dinamakan laminasi. Kekuatan bambu laminasi tersebut memiliki kekuatan yang hampir sama dengan baja. Tujuan dari penelitian ini adalah: melakukan analisis kuat lentur balok bertulangan baja dengan balok beton bertulangan bambu laminasi yang mempunyai kekuatan setara dan melakukan analisis perbandingan kuat lentur balok bertulang secara pengujian dengan kuat lentur balok bertulang secara analisis. Dalam penelitian ini, bambu yang digunakan adalah bambu Ori. Metode penelitian ini ada beberapa tahap. Tahap pertama yaitu persiapan alat dan bahan. Tahap kedua meliputi: pemeriksaan bahan, perencanaan campuran dan pembuatan adukan beton. Tahap ketiga yaitu pembuatan benda uji dan perawatan. Tahap keempat yaitu pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur balok. Tahap kelima yaitu analisa data, pembahasan dan kesimpulan. Hasil momen kapasitas dari penelitian ini adalah: momen kapasitas balok beton bertulang baja 12,691 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang bambu laminasi 12,52 kN.m. Hasil momen kapasitas secara analisis, balok beton bertulang baja 12,25 kN.m, momen kapasitas balok beton bertulang bambu laminasi 13,288 kN.m.

Kata kunci : balok beton bertulang, bambu laminasi, momen kapasitas balok

PENDAHULUAN

Beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah atau kerikil). Perkembangan yang telah sangat dikenal adalah ditemukannya kombinasi antara material beton dan tulangan baja yang digabungkan menjadi satu kesatuan konstruksi dan dikenal sebagai beton bertulang. Beton bertulang sebagai elemen balok umumnya diberi tulangan memanjang (lentur) dan tulangan sengkang (geser). Tulangan lentur untuk menahan pembebanan momen lentur yang terjadi pada balok, sedangkan tulangan geser untuk menahan pembebanan gaya geser. Untuk mengatasi ketergantungan pemakaian baja tulangan pada beton yang semakin mahal, digunakan alternatif material lain pengganti baja tulangan dengan yang murah dan mudah didapat, yaitu berupa tulangan dari bambu. Bambu mempunyai kekuatan yang cukup tinggi. Saat ini bambu sudah bisa dibentuk seperti bilah-bilah balok, dengan memotong bambu menjadi lembaran kecil, disusun dan disatukan, lalu di pres dalam waktu tertentu, proses tersebut dinamakan laminasi. Kekuatan bambu laminasi tersebut memiliki kekuatan yang hampir sama dengan baja sebagai struktur bangunan. Sehingga tepat bila menggunakan bambu laminasi sebagai pengganti tulangan memanjang balok beton bertulang.

Permasalahan yang menjadi topik utama dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Seberapa besar perbandingan kuat lentur balok beton bertulangan baja dan balok beton bertulangan bambu laminasi yang memiliki kekuatan setara. 2) Seberapa besar perbandingan kuat lentur balok beton bertulang secara analisis dan pengujian. Tujuan dari penelitian ini adalah:

1) Melakukan analisis kuat lentur balok beton bertulangan baja dengan balok beton bertulangan bambu laminasi yang mempunyai kekuatan setara. 2) Melakukan analisis perbandingan kuat lentur balok beton bertulang secara pengujian dengan kuat lentur balok beton bertulang secara analisis. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Secara teoritis, dapat

memberikan analisis secara ilmiah tentang perbandingan kuat lentur balok beton bertulangan baja dan balok beton bertulangan bambu laminasi pada *simple beam*. 2) Dapat memberikan alternatif bambu sebagai pengganti penulangan memanjang (lentur) pada balok beton bertulang, yang memungkinkan akan memberikan efisien biaya.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan campuran dari semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil/batu pecah), dan air. Semen berfungsi sebagai bahan pengikat/ perekat agregat kasar dan agregat halus yang merupakan komponen utama kekuatan tekan beton, sedangkan air sebagai bahan pembantu reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Beton apabila dipadukan dengan baja tulangan (beton bertulang) akan mendapatkan kuat tarik yang tinggi, karena baja tulangan kuat menahan beban tarik dan beban tekan, sehingga beton bertulang mempunyai kuat tekan dan kuat tarik yang tinggi. Kuat tekan beton diberi notasi f_c' dengan satuan N/mm^2 atau MPa, yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada umur 28 hari yang nilainya berkisar antara kurang lebih 10 MPa sampai 65 MPa. Suatu balok beton bertulang sederhana (*simple beam*), menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur, maka akan terjadi deformasi lentur didalam balok tersebut. Pada kejadian momen lentur positif, tegangan tekan terjadi pada bagian atas dan regangan tarik terjadi di bagian bawah dari penampang, besarnya kuat lentur beton dari benda uji dihitung dengan rumus:

$$M_{\text{pengujian}} = 1/4(P.L) + 1/8(q.L^2) \dots \dots (1)$$

dengan :

P = Beban retak pertama, (kN)

L = Jarak antar tumpuan, (mm)

q = Berat sendiri beton, (kN/mm).

Bahan yang dipergunakan sebagai pengganti tulangan baja yaitu bambu. Bambu mempunyai kekuatan tarik yang cukup tinggi, sehingga baik untuk pengganti baja tulangan pada balok beton bertulang. Jenis bambu yang digunakan adalah bambu ori. Dari penelitian

Morisco (1999) hasil penelitian terhadap kuat tarik bambu ori sejajar serat bambu didapat nilai 500 MPa atau 5000 kg/cm². Kekuatan tinggi ini diperoleh dari bambu ori yang terdiri dari unsur silika. Bambu diambil bagian kulit dengan ketebalan ± 1,5 cm dan lebar ± 1,1 cm dipasang secara laminasi. Pengambilan bagian kulit ini dengan pertimbangan bahwa bagian ini relatif cukup mendukung gaya tarik yang timbul akibat beban di atasnya.

LANDASAN TEORI

Momen kapasitas balok persegi

Penampang beton bertulang pada penelitian ini dirancang dengan tulangan rangkap akibat lentur, sedemikian sehingga keretakan terjadi di tengah bentang (pada momen maksimum) dan dihindari adanya keretakan akibat geser dekat tumpuan. Apabila beban bertambah terus, maka retak-retak di tengah bentang bertambah dan retak awal yang sudah terjadi semakin lebar dan semakin panjang menuju sumbu netral penampang. Hal ini bersamaan dengan semakin besarnya lendutan di tengah bentang. Besarnya momen maksimal adalah besarnya momen akibat beban dimana pada balok terjadi keruntuhan di daerah tarik. Besarnya momen maksimal dapat dihitung sebagai berikut :

3a). *Momen kapasitas balok beton tulangan baja dan tulangan bambu laminasi secara hasil uji.* Pengujian momen maksimal balok persegi dimaksudkan untuk mengetahui besarnya momen yang dapat ditahan oleh balok. Besarnya momen maksimal oleh beban luar pada benda uji dapat diuraikan sebagai berikut :

$$M_{\text{mak}} = \frac{1}{4} \cdot P_{\text{max}} \cdot L + \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 \dots\dots\dots(2)$$

3b). *Momen kapasitas balok beton tulangan baja secara teoritis.* Untuk perhitungan gaya -gaya yang ditimbulkan oleh tulangan baja dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

Gaya tekan yang diberikan tulangan adalah :
 $C_s = A'_s \cdot f'_s \dots\dots\dots(3)$

Gaya tekan beton adalah :

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \dots\dots\dots(4)$$

Karena $a < a_{\text{min}}$ leleh sehingga nilai a dihitung lagi dengan :

$$p = \frac{600 \cdot A'_s - A_s \cdot f_y}{1,7 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots(5)$$

$$q = \frac{600 \cdot \beta_1 \cdot d_s \cdot A'_s}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots(6)$$

$$a = \sqrt{p^2 + q} - p \dots\dots\dots(7)$$

$$f'_s = \left(\frac{a - \beta_1 \cdot d_s'}{a} \right) \times 600 \dots\dots\dots(8)$$

$$M_{\text{kap1}} = C_c \cdot (d - a/2) \dots\dots\dots(9)$$

$$M_{\text{kap2}} = C_s \cdot (d - d'_s) \dots\dots\dots(10)$$

$$M_{\text{kap}} = M_{\text{kap1}} + M_{\text{kap2}} \dots\dots\dots(11)$$

dengan :

A'_s = Luas longitudinal tarik, (mm²).

A_s = Luas longitudinal tekan, (mm²).

C_c = Gaya tekan beton, (N).

d'_s = Jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan.

β_1 = faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuvalen.

3c). *Momen kapasitas balok persegi bertulangan bambu laminasi secara teoritis.* Untuk perhitungan gaya -gaya yang ditimbulkan oleh tulangan baja dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini :

Tinggi balok tegangan beton

$$T_b = C_b + C_c$$

Tulangan tekan bambu diabaikan.

$$A_{\text{sb}} \cdot f_{\text{yb}} = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \dots\dots\dots(12)$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_{\text{tb}}}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots(13)$$

$$M_{\text{kap}} = A_{\text{sb}} \cdot f_{\text{tk}} \cdot (d - a/2) \dots\dots\dots(14)$$

dengan :

A_{sb} = Luas longitudinal tekan tulangan bambu, (mm²).

f_{yb} = Kuat tarik bambu, (N).

d'_s = Jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan.

β_1 = faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuvalen.

Equivalen Baja Terhadap Bambu

Equivalen adalah perbandingan antara kuat tarik baja (f_y) dengan kuat tarik bambu (f_{yb}). Equivalen ini digunakan untuk mentransformasikan tulangan bambu menjadi tulangan baja.

$$\text{Equivalen, } (n) = f_y / f_{yb} \dots\dots\dots (18)$$

dengan :

- n = Equivalen
- f_y = Kuat tarik baja, (MPa).
- f_{yb} = Kuat tarik bambu, (MPa).

METODE PENELITIAN

Desain Benda Uji

Direncanakan dimensi penampang bambu = 1,6 cm x 2 cm

f_y = 485 MPa (uji laboratorium)

f_{yb} = 196 MPa (uji laboratorium)

$$\begin{aligned} \text{Equivalen, } (n) = f_y / f_{yb} \text{ bambu} &= 485 / 196 \\ &= 2,474 \approx 2,5 \end{aligned}$$

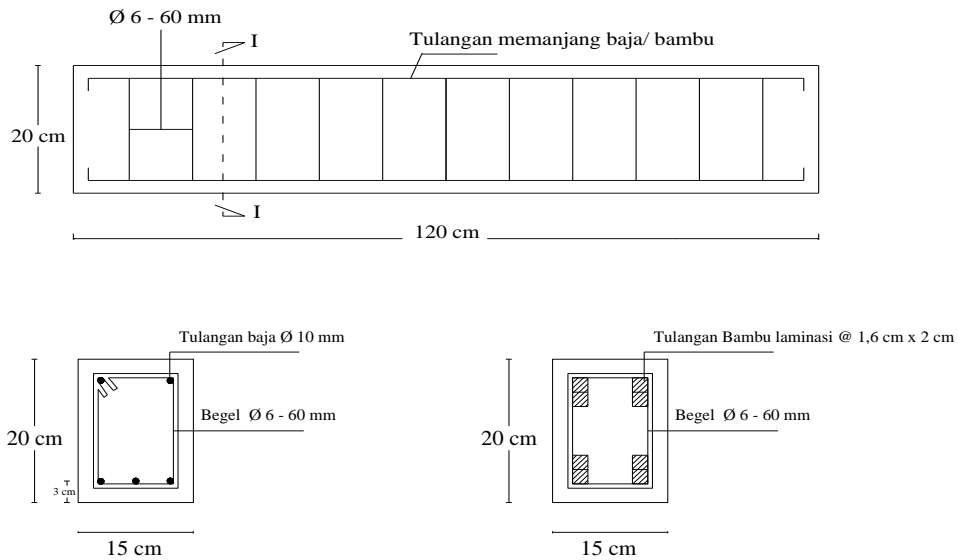
$$A_s \text{ bambu} \approx A_s \text{ baja} \times n$$

$$0,75 \times (1,6 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}) \approx (0,25 \times 3,14 \times D^2) \times 2,5$$

$$240 \approx 1,962 D^2$$

$$D = 10,06 \approx 10$$

Jadi kekuatan 1 batang bambu laminasi berukuran 1,6 cm x 2 cm \approx 1D10
Rangkaian tulangan baja dan bambu dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Contoh pemasangan tulangan pada benda uji balok.

Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam 5 tahap yang dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Tahap I : Persiapan bahan-bahan dan alat-alat penelitian.
- 2) Tahap II : Pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian.
- 3) Tahap III : Penyediaan benda uji
- 4) Tahap IV : Pengujian, meliputi: kuat tekan beton dan kuat lentur balok beton bertulang.
- 5) Tahap V : Analisis data dan pembahasan

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan berbagai tahap, seperti yang telah dijabarkan dalam tahap-tahap penelitian dalam bagan alir.

Pengujian Kuat lentur Balok

6a). *Hasil Pengujian Balok Beton Bertulang Baja.* Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan, momen kapasitas yang terjadi pada balok beton bertulangan baja dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Momen kapasitas balok beton bertulangan baja dari hasil pengujian

No	Kode	P_{maks} (kN)	P_{retak} (kN)	q (kN/m)	L (m)	M_{uji} (kNm)	δ_{max} (mm)	μ (mm)	δ_{retak} (mm)	K (kN/mm)
1	B1	47.2	28.9	0.66	1	11.883	13.9	15.109	0.92	31.413
2	B2	52.7	32.3	0.66	1	13.258	17.5	15.625	1.12	28.839
3	B3	51.4	33.5	0.66	1	12.933	13.7	16.914	0.81	41.358
Rata-rata =						12.691	15.03	15.882	0.95	33.870

6b). *Hasil Perhitungan secara analisis Balok Beton Bertulang Baja.* Berdasarkan hasil perhitungan secara analisis, momen kapasitas yang terjadi pada balok beton bertulangan baja dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Momen kapasitas balok beton bertulangan baja dari perhitungan secara analisis

No	b (mm)	h (mm)	$d_s = d_s'$ (mm)	d (mm)	ϕ (mm)	f'_c (MPa)	f_y (MPa)
1	150	200	40,15	159,9	9,1	24,333	485
2	150	200	40,15	159,9	9,1	24,333	485
3	150	200	40,15	159,9	9,1	24,333	485

A_s (mm ²)	A'_s (mm ²)	a (mm)	p	q	a' (mm)	f'_s (MPa)
130,01	130,012	0	2,41	858,09	27	-159
130,01	130,012	0	2,41	858,09	27	-159
130,01	130,012	0	2,41	858,09	27	-159

M_{kap1} (kN.m)	M_{kap2} (kN.m)	M_{kap} (kN.m)	P_{retak} (kN)	E_c (MPa)	I (mm ⁴)	δ (mm)
12,25	0	12,252	28,9	23183,0	99656814	0,26
12,25	0	12,252	32,3	23183,0	99656814	0,29
12,25	0	12,252	33,5	23183,0	99656814	0,31

6c). *Hasil Pengujian Balok Beton Bertulang Bambu Laminasi.* Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan, momen kapasitas yang terjadi pada balok beton bertulangan bambu laminasi dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Momen kapasitas balok beton bertulangan bambu laminasi dari hasil pengujian

No	Kode	P _{maks} (kN)	P _{retak} (kN)	q (kN/m)	L (m)	M _{uji} (kNm)	δ _{max} (mm)	μ (mm)	δ _{retak} (mm)	K (kN/mm)
1	BM1	53.4	21.2	0.66	1	13.43	14.36	17.95	0.80	26.500
2	BM2	51.3	22.4	0.66	1	12.91	12.6	12.35	1.02	21.961
3	BM3	44.5	22.2	0.66	1	11.21	16.3	17.16	0.95	23.368
Rata-rata =						12.52	14.42	15.82	0.92	23.943

6d). Hasil Perhitungan secara analisis Balok Beton Bertulang Bambu Laminasi.

Berdasarkan hasil perhitungan secara analisis, momen kapasitas yang terjadi pada balok beton bertulangan bambu laminasi dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Momen kapasitas balok beton bertulangan bambu laminasi dari perhitungan secara analisis

No	b (mm)	h (mm)	d _s = d _{s'} (mm)	d (mm)	b _b (mm)	h _b (mm)	f' _c (MPa)	f _{tb} (MPa)
1	150	200	43,6	156,4	20	16	24,333	196
2	150	200	43,6	156,4	20	16	24,333	196
3	150	200	43,6	156,4	20	16	24,333	196

A _s (mm ²)	A' _s (mm ²)	a (mm)	M _{kap} (kN.m)	P _{retak} (kN)	E _c (MPa)	I (mm ⁴)	δ (mm)
480	480	30,324	13,288	21,2	23183,0	97085378	0,20
480	480	30,324	13,288	22,4	23183,0	97085378	0,21
480	480	30,324	13,288	22,2	23183,0	97085378	0,21

6e). Perbandingan Momen Kapasitas Teori/ Hasil uji untuk tulangan baja.

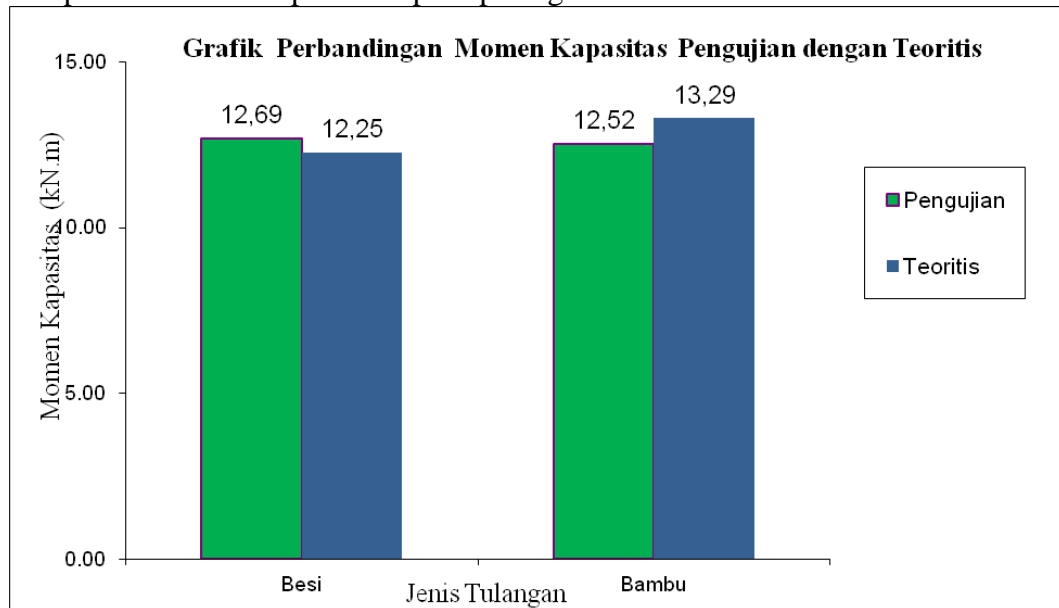
Perbandingan antara momen kapasitas secara pengujian dan momen kapasitas secara teori.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh M_{kap, uji} rata-rata sebesar 12,691 kN.m sedangkan M_{kap, teori} rata-rata diperoleh berdasarkan Tabel 2 yaitu sebesar 12,25 kN.m. Dengan demikian besarnya momen kapasitas secara pengujian adalah 105,8 % dari momen kapasitas secara teori.

6f). Perbandingan Momen Kapasitas Teori/ Hasil uji untuk tulangan bambu laminasi. Perbandingan antara momen kapasitas secara pengujian dan momen kapasitas secara teori.

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh M_{kap, uji} rata-rata sebesar 12,52 kN.m sedangkan M_{kap, teori} rata-rata diperoleh berdasarkan Tabel 4 yaitu sebesar 13,288 kN.m. Dengan demikian besarnya momen kapasitas secara pengujian adalah 94,22% dari momen kapasitas secara teori. Jadi momen kapasitas pada penelitian mengalami penurunan sebesar 5,78% dari momen kapasitas secara teori. Menunjukkan bahwa hasil penelitian perlu dikoreksi karena seharusnya kondisi yang ideal momen teoritis lebih kecil dari momen penelitian. Hal ini bisa terjadi karena kekurangan-kekurangan yang terjadi saat pelaksanaan penelitian yaitu penimbangan pada balok beton uji.

6g). Hubungan antara Momen Kapasitas Teori dan Hasil uji Balok Beton Bertulang. Berdasarkan hasil perhitungan dan pengujian balok beton bertulang didapatkan momen kapasitas seperti pada grafik 1.



Grafik 1. Hubungan antara Momen Kapasitas Teori dan Hasil uji Balok Beton Bertulang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) $M_{kap.uji}$ rata-rata balok beton bertulang baja sebesar 12,691 kN.m, sedangkan $M_{kap.teori}$ balok beton bertulang baja sebesar 12,25 kN.m. Dengan demikian besarnya momen kapasitas secara pengujian adalah 103,6% dari momen kapasitas secara teori.
- 2) $M_{kap.uji}$ rata-rata balok beton bertulangan bambu laminasi sebesar 12,52 kN.m, sedangkan $M_{kap.teori}$ balok beton bertulangan bambu laminasi sebesar 13,288 kN.m. Dengan demikian besarnya momen kapasitas secara pengujian adalah 94,22% dari momen kapasitas secara teori.
- 3) Momen kapasitas balok beton bertulangan bambu laminasi sedikit lebih kecil dari pada balok beton bertulangan baja dengan selisih rasio perbandingan 1,36 % sehingga bisa dinyatakan relatif sama. Hal ini disebabkan oleh besarnya kuat tarik bambu yang cukup tinggi yaitu 196 MPa.
- 4) Kekakuan balok beton bertulangan baja diperoleh rata-rata 33,87 kN/mm, sedangkan kekakuan balok beton bertulangan bambu laminasi diperoleh rata-rata 23,943 kN/mm. Dengan demikian kekakuan balok beton bertulangan baja lebih besar dar balok beton bertulangan bamu laminasi.
- 5) Daktilitas balok beton bertulangan baja dengan balok beton bertulangan bambu laminasi hampir sama,yaitu $\mu_{baja} = 15,88$ mm dan $\mu_{bambu} = 15,82$ mm.

Saran – saran

Hal-hal yang dapat disarankan pada penelitian ini antara lain:

- 1) Dalam penelitian yang dilakukan ini, penggunaan tulangan bambu laminasi bisa digunakan sebagai pengganti tulangan memanjang baja pada balok beton bertulang, khususnya untuk bangunan semi permanen karena daya lekat bambu dengan beton kurang bagus.
- 2) Perbedaan antara momen kapasitas balok beton bertulang baja dan balok beton bertulang bambu hampir sama. Oleh karena itu, menentukan dimensi bambu yang sesuai untuk pengganti tulangan baja perlu diperhitungkan.
- 3) Dalam mendesain benda uji, sebaiknya yang diekuivalenkan adalah besarnya kuat tarik antara tulangan baja dan tulangan bambu, sehingga memperoleh dimensi tulangan bambu yang mempunyai kekuatan yang setara dengan tulangan baja.
- 4) Sebelum dilakukan penelitian sebaiknya diuji karakteristik bambu untuk mengetahui *modulus elastisitas* bambu.
- 5) Dalam melakukan pengujian, sebaiknya harus sangat teliti karena dengan kesalahan yang kecil akan mengakibatkan ketidaksesuaian data.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. 2010. *Balok dan Plat Beton Bertulang*, PT Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Budi, A.S. 2010. *Model Balok Beton Bertulangan Bambu Sebagai Pengganti Tulangan Baja*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNS, Surakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, N.1-2 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. *Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SK SNI T-15-1991-03. Badan Pengembangan Pekerjaan Umum.
- Morisco. 1999. *Rekayasa Bambu*, PT Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Murdock, L.J. Brook K.M. 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, Terjemahan Stephany Hindarko, Erlangga, Jakarta.
- Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*, PT Naviri, Yogyakarta.