

## Efektivitas Penambahan Pin Terhadap Kuat Cabut Tulangan Bambu Apus pada Beton Normal Struktural

**Yanuar Haryanto**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia  
Jl. Mayjend. Sungkono KM 5 Blater, Purbalingga, Jawa Tengah  
Email: yanuar\_haryanto@yahoo.com

**Nanang Gunawan Wariyatno**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia  
Jl. Mayjend. Sungkono KM 5 Blater Purbalingga Jawa Tengah  
Email: nanang\_g@yahoo.com

**Buntara Sthenly Gan**

Department of Architecture, College of Engineering, Nihon University, Jepang  
Nakagawara, Tokusada, Tamuramachi, Koriyama, Prefektur Fukushima  
Email: buntara@arch.ce.nihon-u.ac.jp

### Abstrak

Bambu merupakan material alternatif yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai pengganti baja tulangan dikarenakan bambu memiliki kekuatan tarik yang dapat disejajarkan dengan baja. Namun demikian terdapat kendala dari sifat kembang susut bambu, dimana pada pemakaiannya sebagai tulangan, bambu akan mengembang akibat penyerapan air pada beton segar dan kemudian akan menyusut bersamaan dengan penguapan air pada proses pengeringan beton. Penyusutan bambu berakibat pada hilangnya lekatan bambu dan beton yang dapat menyebabkan terjadinya keruntuhan. Makalah ini membahas efektivitas penambahan pin terhadap kuat cabut tulangan bambu apus pada beton normal struktural. Pin yang ditambahkan terbuat dari kawat baja yang ditanamkan sebagai penahan saat terjadinya penyusutan tulangan bambu. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 20 cm dan diameter 12 cm, pendekatan analisis dilakukan untuk penyetaraan dimensi bambu dengan diameter tulangan baja 6 mm. Variasi jumlah pin yang digunakan adalah 0, 2, 3 dan 4. Hasil kajian menunjukkan bahwa rasio kuat cabut tulangan bambu apus dengan penambahan 3 pin terhadap kuat cabut tulangan baja adalah 1,01. Penambahan pin menunjukkan efektivitas yang tinggi terhadap kuat cabut bambu apus dengan pengaruh sebesar 92,22%.

**Kata-kata Kunci:** Beton, efektivitas, kuat cabut, pin, tulangan bambu

### Abstract

Bamboo is an alternative material that has the potential to be developed as a replacement for steel bars because bamboo has a tensile strength comparable to steel. However, there are constraints on the properties of the expansion and shrinkage of bamboo, which in its use as reinforcement, bamboo will expand due to the absorption of water in fresh concrete and then will shrink along with the evaporation of water in the process of drying concrete. Shrinkage in a bamboo cause a loss of bonding in bamboo and concrete that may cause a collapse. This paper discusses the effectiveness of the addition of a pin to the pullout strength of apus bamboo reinforcement on the structural normal concrete. The pin that was added is a steel wire that is implanted as a retaining when the shrinkage of bamboo reinforcement occur. The specimen was a concrete cylinder with a height of 20 cm and a diameter of 12 cm, analytical approach taken to equalize the dimensions of the bamboo with a diameter of 6 mm steel reinforcement. Variation of the number of pins used were 0, 2, 3 and 4. The results show that the ratio of the pullout strength of bamboo reinforcement with the addition of 3 pins, to the pullout strength of steel reinforcement is 1.01. The Addition of pin showed a high effectiveness to the pullout strength of apus bamboo reinforcement with a 92.22% influence.

**Keywords:** Concrete, effectiveness, pullout strength, pin, bamboo reinforcement

### 1. Pendahuluan

Beton merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi. (Tjokrodinuljo, 2009) mengemukakan bahwa beton diperoleh dengan

cara mencampurkan semen portland, air, agregat, dan kadang-kadang bahan tambahan, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan nonkimia, pada perbandingan tertentu. Bertolak belakang dengan kekuatannya dalam menahan kuat tekan, beton memiliki kekurangan dalam menahan kuat

tarik. Kuat tarik beton bervariasi antara 8% sampai 15% dari kuat tekannya (McCormac dan Brown, 2014). Karena pada kenyataannya beton memikul beban tarik yang cukup besar dalam suatu konstruksi, maka diperlukan penambahan material lain agar beton mampu memikul beban tarik tersebut.

Baja tulangan sering digunakan sebagai material tambahan untuk menahan beban tarik pada beton sehingga memunculkan elemen beton bertulang. Namun baja tulangan memiliki kekurangan yaitu menjadikan berat strukturnya besar. Kekurangan lain dari baja tulangan adalah harganya yang cenderung mahal. Salah satu alasan mahalnya harga baja tulangan dikarenakan bahan pembuatnya yang berasal dari bahan tambang yang akan habis apabila diproduksi terus menerus. Kekurangan inilah yang kemudian memunculkan kebutuhan adanya bahan alternatif pengganti baja tulangan. Bahan alternatif pengganti baja tulangan sebaiknya dipilih yang memiliki ketersediaan yang banyak dan terbaru sehingga bahan tersebut dapat terus diproduksi. Bahan alamiah yang memiliki sifat-sifat tersebut salah satunya adalah bambu. Bambu secara botani dapat digolongkan ke dalam famili Gramineae (rumpun). Selain jumlahnya yang banyak, budi daya bambu mudah dikembangkan. Berbeda dengan kayu yang memerlukan waktu 40-50 tahun untuk mendapatkan kualitas yang baik, bambu hanya membutuhkan waktu 3-5 tahun untuk menghasilkan kualitas yang baik. Bambu juga tidak mengenal perkembangan pada gemang (Frick, 2004).

Yap (1983) dan Purnomo (2001) dalam Sugiarto (2007) menyebutkan bahwa bambu di Indonesia mempunyai kekuatan tarik (tegangan patah untuk tarik) sebesar 100-400 MPa dan kekuatan tekan (tegangan patah untuk tekan) sebesar 25-100 MPa, serta mempunyai modulus elastisitas sebesar 10000 MPa. Sementara Moricso (1996) yang membandingkan kekuatan tarik dari beberapa jenis bambu terhadap kekuatan tarik baja mendapatkan bahwa kekuatan tarik beberapa jenis bambu lebih tinggi dari kekuatan tarik baja. Di sisi lain bambu memiliki kelemahan pada sifat fisiknya yaitu bambu dapat mengalami kembang susut yang cenderung besar. Menurut Liese (1985) dan Fangchun (2000) dalam Basri dan Saefudin (2004), tingkat penyusutan pada bambu sejenis bergantung pada umur, posisi letak pada batang dan tingkat kekeringan bambu. Penyusutan ini berhubungan dengan kadar air yang diserap bambu. Bambu tali yang baru ditebang kadar airnya bisa mencapai 185%.

Pada aplikasinya sebagai tulangan beton, susut bambu akan mengakibatkan melemahnya lekatan antara beton dan tulangan bambunya. Bambu yang mengalami susut menyebabkan perubahan dimensi pada ukuran yang lebih kecil sehingga lekatan antara beton dan tulangan yang tadinya saling mengikat menjadi melemah karena berkurangnya luasan lekatan antara beton dan tulangan. Lebih fatalnya, bambu tidak dapat menahan kuat tarik sebagaimana mestinya. (Arjiantoro, dkk., 2014) melaporkan bahwa nilai kuat lekat beton dengan tulangan bambu petung polos tanpa nodia sebesar 0,1929 MPa

dan tulangan bambu petung polos nodia sebesar 0,0535 MPa. Untuk mengantisipasi kelemahan bambu sebagai material tulangan pada beton, diperlukan adanya alternatif metode perbaikan untuk menambah kuat lekat antara bambu dan beton. Salah satunya telah dilakukan oleh (Nindyawati, dkk., 2013) dengan cara melapisi dengan cat dan menaburkan pasir pada bambu yang menghasilkan kuat lekat rata-rata sebesar 0,41 MPa.

Cara lain telah dilakukan (Suryadi, dkk., 2013) dalam kajiannya mengenai pengaruh modifikasi tulangan bambu gembong terhadap kuat cabut bambu pada beton. Pengujian dilakukan pada lima buah konfigurasi tulangan bambu yaitu pada tulangan bambu polos, tulangan bambu yang diberikan lilitan kawat setiap jarak 2 cm dan setiap jarak 4 cm, pemberian tonjolan pada tulangan bambu dengan panjang tonjolan 2,5 cm panjang tonjolan 5 cm. Kawat yang digunakan adalah kawat dengan diameter 1 mm berlapis galvanis dan dililit sebanyak dua kali lilitan untuk mengencangkannya. Besarnya rata-rata tegangan cabut tulangan polos dimana tidak dilakukan modifikasi adalah sebesar 14,9 MPa. Rata-rata tegangan cabut maksimum pada tulangan bambu dengan lilitan kawat setiap jarak 2 cm sebesar 22,8 MPa dan tulangan bambu dengan lilitan kawat setiap jarak 4 cm sebesar 18 MPa. Rata-rata tegangan cabut maksimum pada tulangan bambu dengan tonjolan sepanjang 2,5 cm sebesar 47,9 MPa dan tulangan bambu dengan tonjolan sepanjang 5 cm sebesar 31,3 MPa.

Budi dan Sugiyarto (2013) melakukan kajian tentang kuat lekat tulangan bambu wulung dan petung takikan pada beton normal. Benda uji yang digunakan adalah beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Tulangan bambu yang diberi takikan dengan dimensi panjang 50 cm, lebar 1,5 cm dan tebal 0,52 cm ditanam pada pusat beton silinder sedalam 15 cm. Hasil kajian memperlihatkan bahwa kuat tarik tulangan bambu petung sebesar 170,596 MPa, dan tulangan bambu wulung sebesar 137,046 MPa. Kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan bambu petung takikan sejajar sebesar 0,004818 MPa dan tidak sejajar sebesar 0,007758 MPa. Nilai kuat lekat antara beton normal dengan tulangan bambu petung takikan tidak sejajar lebih besar 1,61 kali dari nilai tulangan bambu petung takikan sejajar. Kuat lekat rata-rata beton dengan tulangan bambu wulung takikan sejajar sebesar 0,002433 MPa dan tidak sejajar sebesar 0,007076 MPa. Nilai kuat lekat antara beton normal dengan tulangan bambu wulung takikan tidak sejajar lebih besar 2,91 kali dari nilai tulangan bambu wulung takikan sejajar.

(Lestari, dkk., 2015) mengkaji tentang pengaruh penambahan kait pada tulangan bambu terhadap respon lentur balok beton bertulang bambu. Benda uji balok beton dibuat dengan dimensi 11 x 23 x 100 cm. Tulangan bambu yang digunakan berukuran 2 x 1 x 95 cm dan untuk kait berukuran 2 x 1 x 5 cm. Kait dipasang pada tulangan bambu dengan variasi jarak 10 cm, 5 cm dan 2,5 cm. Sebagai balok kontrol, dibuat balok beton dengan tulangan bambu tanpa kait.

Pengujian lentur balok beton dilakukan dengan metode *four point loading* di samping juga dilakukan pengujian kuat lekat. Nilai tegangan lekat antara tulangan bambu dengan beton mengalami peningkatan dengan adanya penambahan kait pada tulangan bambu. Tegangan lekat tulangan bambu tanpa kait sebesar 0,644 MPa, pada tulangan bambu dengan kait jarak 10 cm sebesar 0,821 MPa, pada tulangan bambu dengan kait jarak 5 cm sebesar 0,859 MPa, dan pada tulangan bambu dengan kait jarak 2,5 cm sebesar 1,162 MPa. Kapasitas beban maksimum balok beton bertulangan bambu tanpa kait sebesar 3848,183 kg, pada balok beton bertulangan bambu dengan kait jarak 10 cm sebesar 4314,850 kg, pada balok beton bertulangan bambu dengan kait jarak 5 cm sebesar 4581,517 kg, dan pada balok beton bertulangan bambu dengan kait jarak 2,5 cm sebesar 5081,517 kg.

## 2. Metode

### 2.1 Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan pada kajian ini antara lain adalah: timbangan, satu set ayakan atau saringan, *oven*, mesin pengaduk beton, vetakan beton, kerucut abrasi, dan *Universal Testing Machine* (UTM). Sementara bahan-bahan yang digunakan adalah sebagai berikut : agregat kasar, agregat halus, semen, air, bambu apus, kawat 3 mm, dan lakban.

### 2.2 Benda uji

Untuk memperoleh luasan bambu yang memiliki kapasitas beban tarik setara baja polos diameter 6 maka dilakukan pengujian tarik untuk kedua bahan tersebut, di samping juga dilakukan pengujian tarik untuk bahan kawat yang dijadikan pin, dengan benda uji dapat dilihat pada **Gambar 1**. Kapasitas beban tarik dalam hal ini merupakan perkalian antara tegangan dan luasan sehingga pendekatan analisis untuk mendapatkan luasan bambu dapat diperoleh berdasarkan **Persamaan 1**.

$$A_{bambu} = \frac{\sigma_{baja} \cdot A_{baja}}{\sigma_{bambu}} \quad (1)$$



a. Benda uji tarik baja



b. Benda uji tarik bambu



c. Benda uji tarik kawat pin

**Gambar 1. Benda uji kuat tarik**

dimana:

$\sigma_{baja}$  = Tegangan baja (MPa)

$\sigma_{bambu}$  = Tegangan bambu (MPa)

$A_{baja}$  = Luas penampang baja (mm<sup>2</sup>)

$A_{bambu}$  = Luas penampang bambu (mm<sup>2</sup>)

Pin dalam hal ini digunakan sebagai penahan gaya yang terjadi pada saat bambu mengalami penyusutan yang dianggap kehilangan kapasitas beban tarik. Dengan demikian jumlah pin ditentukan dengan pendekatan perbandingan antara kapasitas beban tarik bambu dan kapasitas beban tarik pin yang selanjutnya dirumuskan sesuai **Persamaan 2**.

$$n = \frac{P_{bambu}}{P_{pin}} \quad (2)$$

dimana:

$n$  = Jumlah pin

$P_{bambu}$  = Kapasitas beban tarik bambu (kN)

$P_{pin}$  = Kapasitas beban tarik pin (kN)

Jarak pin merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kinerja pin dikarenakan jarak pin berhubungan dengan tahanan geser yang diberikan oleh beton. Pendekatan tahanan geser yang terjadi pada beton yang merujuk pada SNI 03 2847 2002, yang disetarakan dengan tahanan geser bambu, dijadikan dasar analisis penentuan jarak pin menurut **Persamaan 3**.

$$d = \frac{6V_c}{0,6\sqrt{f'_c} \cdot b} \quad (3)$$

dimana:

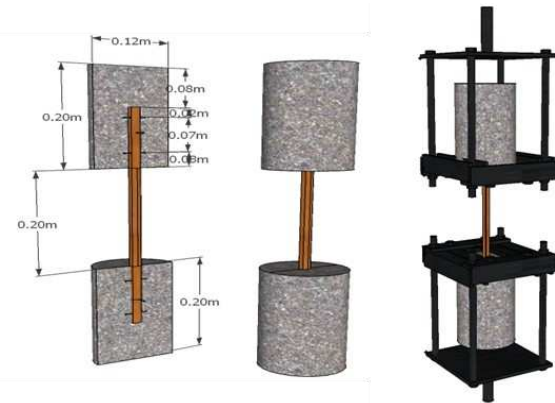
$d$  = Jarak antar pin yang dikenai gaya geser (mm)

$V_c$  = Tahanan geser tulangan bambu (N)

$f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$b$  = Bidang geser pin (mm)

Benda uji kuat cabut berbentuk silinder dengan diameter 120 mm dan tinggi 200 mm. Variabel kontrol yang digunakan adalah beton normal struktural berdasarkan SNI 2847:2013, sedangkan variabel bebas yang digunakan adalah jumlah dan jarak pin. Benda uji terdiri dari dua buah beton pada sisi kanan dan kirinya yang dihubungkan oleh tulangan. Sementara tulangan penghubungnya yang terbuat dari bambu diberi perlakuan penanaman pin dengan arah yang berbeda. Skema benda uji dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Benda uji kuat cabut

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengujian kuat tarik baja dan bambu

Pengujian kuat tarik baja dan bambu dapat dilihat pada **Gambar 3** dengan hubungan tegangan-regangan

dapat dilihat pada **Gambar 4**. Dari hasil pengujian tarik baja diambil nilai tegangan leleh minimum pada diameter 6 mm sebesar 234 MPa dengan faktor reduksi 75% sebagai acuan yang digunakan sebagai dasar penentuan dimensi bambu yang menghasilkan luasan 8 x 10 mm. Pengujian tarik bambu menunjukkan tegangan tarik bambu setara baja diameter 6 mm adalah sebesar 111 MPa.

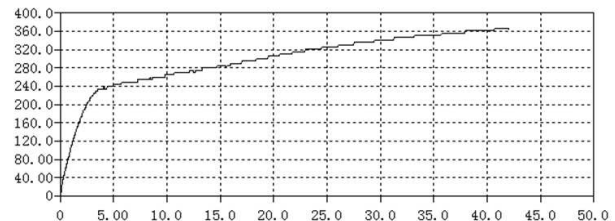


**Gambar 3.** Pengujian kuat tarik baja dan bambu

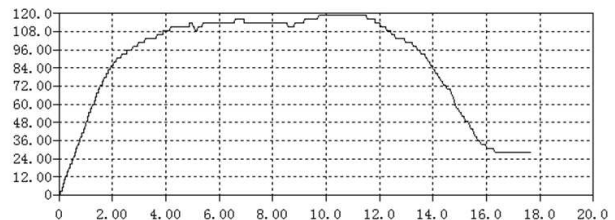
#### 3.2 Jumlah dan jarak pin

Dari hasil pengujian kuat tarik kawat pin didapatkan besarnya tegangan tarik kawat pin sebesar 190 MPa seperti terlihat pada **Gambar 5**. Pada analisis penentuan jumlah dan jarak pin tegangan tarik direduksi sebesar 75% dengan hasil jumlah pin yang digunakan sebagai

acuan benda uji adalah sebanyak 3 buah. **Tabel 1** menunjukkan variasi jumlah dan jarak pin yang digunakan.

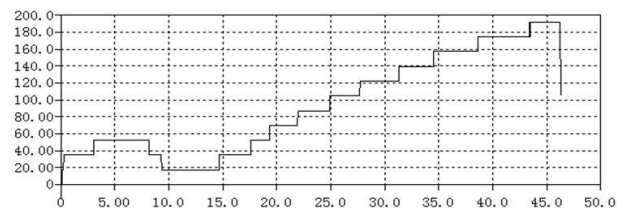


a. Hubungan tegangan-regangan baja hasil pengujian



b. Hubungan tegangan-regangan bambu hasil pengujian

**Gambar 4.** Hubungan tegangan-regangan baja dan bambu



**Gambar 5.** Hubungan tegangan-regangan kawat pin

**Tabel 1.** Variasi jumlah dan jarak pin benda uji

Penyetaraan Diameter (mm)	Jumlah Pin	Jarak Pin (mm)			
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
6	2	70	100	-	-
	3	30	70	100	-
	4	20	50	70	100

#### 3.3 Pengujian kuat tekan beton

Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan beton terlebih dahulu dibuat *trial* untuk menentukan campuran yang sesuai dengan kuat tekan rencana. Pengujian kuat beton seperti terlihat pada **Gambar 6** menghasilkan kuat tekan rata-rata 17,28 MPa yang masih memenuhi persyaratan beton normal struktural sesuai SNI 2847:2013. Hasil selengkapnya disajikan pada **Tabel 2**.



**Gambar 6.** Pengujian kuat tekan beton

**Tabel 2. Hasil pengujian kuat tekan beton kontrol**

Benda Uji	Beban (N)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)
K225-S1	120500	7854	15,3
K225-S2	102900	7854	13,1
K225-S3	154600	7854	19,7
K225-S4	161000	7854	20,5
K225-S5	143200	7854	18,2
K225-S6	132500	7854	16,9

**3.4 Pengujian kuat cabut**

Pengujian kuat cabut dilakukan untuk melihat pengaruh hubungan lekatan antara variasi diameter dan jumlah serta jarak pin yang tertanam pada tulangan bambu. Pengujian kuat cabut ditunjukkan pada Gambar 7.



**Gambar 7. Pengujian kuat cabut**

Pengujian kuat cabut menghasilkan besaran kapasitas beban yang selanjutnya dibandingkan dengan kapasitas beban pada baja dengan diameter yang sama. Hasil pengujian kuat cabut dapat dilihat pada Tabel 3.

Dapat dilihat bahwa rasio kuat cabut tulangan bambu apus dengan penambahan 3 pin terhadap kuat cabut tulangan baja adalah 1,01 yang menandakan bahwa penambahan 3 pin pada kajian ini bernilai optimal. Dalam pembuatan benda uji kuat cabut terjadi penurunan mutu beton pada saat pengecoran, hal ini

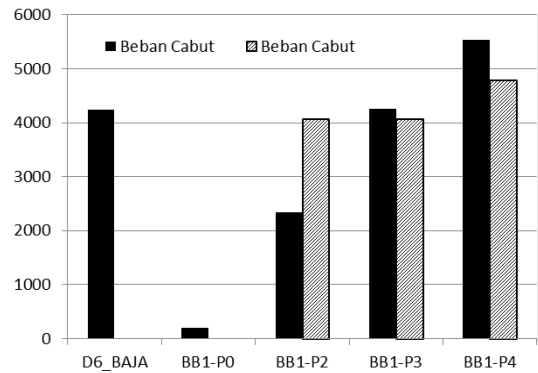
**Tabel 3. Hasil pengujian kuat cabut**

No	Benda Uji	Keterangan	Beban (N)	Rasio
1	D6_BAJA	Tulangan Baja Diameter 6 mm	4233,33	-
2	BB1_P0	Tulangan bambu setara baja diameter 6 mm Pin 0	200,00	0,05
3	BB1_P2	Tulangan bambu setara baja diameter 6 mm Pin 2	2333,33	0,55
4	BB1_P3	Tulangan bambu setara baja diameter 6 mm Pin 3	4250,00	1,01
5	BB1_P4	Tulangan bambu setara baja diameter 6 mm Pin 4	5533,33	1,31

**Tabel 4. Perbandingan kuat cabut eksperimental dan analisis terkoreksi**

No	Benda Uji	Keterangan	Beban Eksperimental (N)	Beban Analisis Terkoreksi (N)	Rasio
1	BB1_P2	Tulangan bambu setara baja diameter 6 mm Pin 2	2333,33	4060,96	0,57
2	BB1_P3	Tulangan bambu setara baja diameter 6 mm Pin 3	4250,00	4060,96	1,05
3	BB1_P4	Tulangan bambu setara baja diameter 6 mm Pin 4	5533,33	4786,66	1,16

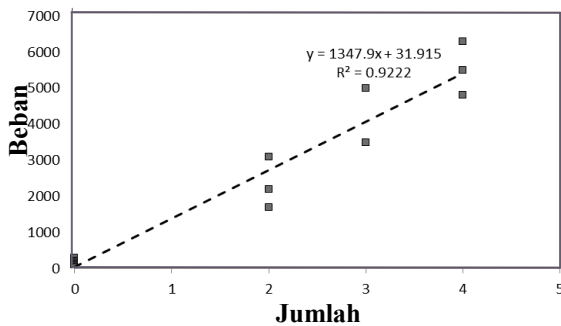
terlihat pada saat pengecekan antara kuat tekan beton kontrol dan kuat tekan beton rencana terdapat perbedaan sebesar ± 3 MPa. Dengan demikian diperlukan koreksi terhadap analisis awal akibat penurunan mutu rencana dikarenakan akan berpengaruh terhadap kuat geser beton. Koreksi dilakukan dengan mengganti kuat tekan beton rencana pada analisis dengan kuat tekan beton aktual. Rasio perbandingan antara kuat cabut eksperimental dan kuat cabut analisis terkoreksi disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 8.



**Gambar 8. Perbandingan kuat cabut eksperimental dan analisis terkoreksi**

**3.5 Efektivitas pin**

Efektivitas penambahan pin dapat dilihat dari kapasitas beban cabut dengan melihat kecenderungan yang ada dari hasil pengujian. Hubungan jumlah pin dan beban cabut seperti disajikan pada Gambar 9 menunjukkan bahwa setiap penambahan pin pada tulangan diameter 6 memberikan hasil beban cabut yang meningkat. Dari Tabel 4 dan Gambar 5 dapat diketahui bahwa rata-rata kapasitas beban cabut adalah 200,00 N untuk tulangan bambu tanpa pin, 2333,33 N untuk tulangan bambu dengan penambahan pin 2, 4250,00 N untuk tulangan bambu dengan penambahan pin 3, dan 5533,33 N untuk tulangan bambu dengan penambahan pin 4. Dari koefisien determinasi yang dihasilkan dapat diketahui bahwa pengaruh jumlah pin terhadap beban cabut adalah sebesar 92,22%.



Gambar 9. Hubungan jumlah pin dan beban cabut

### 3.6 Tipe kerusakan

Tipe kerusakan yang sering terjadi adalah kerusakan pada bambu akibat robekan pin pada saat benda uji dikenakan beban. Kerusakan pada bambu ini terjadi pada bambu yang tidak memiliki buku sehingga ketika benda uji dikenakan beban, pin yang lebih kuat masih tertahan pada beton dan menyebabkan bambu yang tercabut tersobek oleh pin. Selain kerusakan pada bambu, kerusakan lainnya yang terjadi adalah kerusakan pada pin yang tertahan pada bamboo berbuku. Karena tahanan bambu yang memiliki buku cukup besar maka pada saat benda uji dikenakan beban, pin tertahan pada buku bambu. Kerusakan pin yang terjadi adalah pin membengkok tertahan oleh buku bambu disusul bamboo putus pada bagian bukannya. Tipe kerusakan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tipe kerusakan yang terjadi

## 4. Kesimpulan

Dari kajian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Rasio kuat cabut tulangan bambu apus pada beton normal struktural dengan penambahan 3 pin terhadap kuat cabut tulangan baja adalah 1,01 yang menandakan bahwa penambahan 3 pin bernilai optimal.
2. Penambahan pin menunjukkan efektivitas yang tinggi terhadap kuat cabut bambu apus pada beton normal struktural dengan pengaruh sebesar 92,22%.

3. Terdapat dua tipe kerusakan yaitu kerusakan pada bambu yang tidak memiliki buku akibat robekan pin pada saat benda uji dikenakan beban dan kerusakan pada pin yang membengkok tertahan oleh buku bambu disusul bamboo putus.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada pemerintah Provinsi Jawa Tengah yang telah mendanai kajian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada staf Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Jenderal Soedirman serta para mahasiswa yang turut membantu sehingga kajian ini dapat terlaksana dengan baik.

## Daftar Pustaka

- Arjiantoro, F., Budi, A.S., dan Supardi., 2014, Kajian Kuat Lentur Dan Kuat Lekat Balok Beton Bertulangan Bambu Petung Polos, *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Basri, E., dan Saefudin., 2004, Pengaruh Umur Dan Posisi Letak Ruas Pada Batang Terhadap Sifat Pengeringan Tiga Jenis Bambu, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 22 No. 3, pp. 123-134, Bogor : Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan.
- Budi, A.S., dan Sugiyarto., 2013, Kuat Lekat Tulangan Bambu Wulung dan Petung Takikan Pada Beton Normal, *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*, Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Fangchun, Z., 2000, Selected Eorks of Bamboo Research (translate Chinese into English by Chen Xinfang), *The Bamboo Research Editorial Committee*, Nanjing Forestry University, Nanjing, China, Chapter XII-XIV: 95-125.
- Frick, H., 2004, *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*, Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Lestari, A.D., Dewi, S.M., dan Wisnumurti., 2015, Pengaruh Penambahan Kait Pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Lentur Balok Beton Bertulangan Bambu, *Jurnal Rekayasa Sipil*, Vol. 9 No. 2, Malang : Universitas Brawijaya.
- Liese, W., 1985, *Anatomy and Properties of Bamboo*, Proceeding of The International Bamboo Workshop, Hangzhou, China, pp. 196-208.
- McCormac, J.C., dan Brown, R, H., 2014, *Design of Reinforced Concrete, 9th Edition*, John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Morisco, 1996, *Rekayasa Bambu.*, Yogyakarta : Nafiti Offset.

- Nindyawati, Dewi, S.M., dan Soehardjono, A., 2013, The Comparison Between Pull-Out Test And Beam Bending Test To The Bond Strength Of Bamboo Reinforcement In Light Weight Concrete, *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, Vol. 3, Issue 1, pp. 1497-1500.
- Purnomo, M., 2001, *Perilaku Mekanika Struktur Portal Bambu Untuk Rumah Susun Sederhana*, Tesis, Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Standar Nasional Indonesia, 2002, *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta : Badan Standar Nasional.
- Standar Nasional Indonesia, 2002, *SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta : Badan Standar Nasional.
- Sugiartha, I.W., 2007, Kuat Lentur Balok Bambu Galah Tersusun Menyilang (Grid) Sederhana dengan Pengisi Mortar Terhadap Beban Statis, *Jurnal Rekayasa*, Vol. 3 No. 1, Mataram : Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Suryadi, H., Agung, M.T., dan Bangun, E.B., 2013, Pengaruh Modifikasi Tulangan Bambu Gombong Terhadap Kuat Cabut Bambu Pada Beton. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*, Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Tjokrodinuljo, K., 2009, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Yap, F., 1983, *Bambu Sebagai Bahan Bangunan*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bandung : Jenderal Cipta Karya, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.

