

# **PENGARUH VARIASI *RECYCLED COARSE AGGREGATE* (RCA) TERHADAP KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU PILIN DAN BAJA DENGAN BETON NORMAL**

Kanza Syahdi Juniko

Dr.Eng. Devi Nuralinah, ST., MT., Dr.Eng. Eva Arifi, ST,MT., Dr.Eng. Desy Setyowulan, ST,  
MT, M.Sc

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang  
Jalan Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Telp.(0341)567886, Indonesia

Email : [Syahdi\\_kanza@yahoo.com](mailto:Syahdi_kanza@yahoo.com)

## **ABSTRAK**

Beton bertulang merupakan material komposit yang sangat baik untuk konstruksi bangunan. Tulangan yang digunakan biasanya adalah material baja sebagai penahan tegangan tarik. Selain baja ada salah satu pengganti nya yaitu bambu karena pertumbuhan cepat di Indonesia dan memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Tetapi bambu sebagai tulangan memiliki kelemahan yaitu tegangan lekat yang rendah maka perlu adanya perlakuan khusus kepada tulangan bambu. Bahan penyusun beton yang biasanya berasal dari agregat normal namun pada penelitian ini juga menggunakan agregat kasar daur ulang (RCA) sebagai bahan pengganti untuk agregat kasar alam. Penggunaan agregat kasar daur ulang (RCA) juga sebagai pemanfaatan bahan material yang tidak terpakai bisa di daur ulang dan digunakan kembali. Hasil dari penelitian ini adalah didapatkan kuat tarik baja sebesar 105,25 Mpa dan berdasarkan hasil pengujian pull out didapatkan tegangan lekat maksimum pada baja sebesar 2,06 Mpa, sedangkan pada pengujian pull out dengan menggunakan bambu pilin didapatkan tegangan tarik maksimum sebesar 1476,58 Mpa. Hasil dari kedua tegangan maksimum baik tegangan lekat pada baja maupun tegangan tarik pada bambu pilin didapatkan dari beton dengan campuran agregat kasar daur ulang (RCA). Tulangan bambu pilin belum memperlihatkan perilaku cabut saat pengujian pull out sehingga belum dapat diketahui kekuatan lekat antara tulangan bambu pilin dengan beton.

Kata Kunci : Bambu Pilin, Recycled Coarse Aggregate (RCA), Uji Tarik, Uji Pull Out, Kuat Tarik, Kuat Lekat.

# **EFFECT OF VARIATION OF *RECYCLED COARSE AGGREGATE (RCA)* ON THE BONDING STRESS OF KNITTED BAMBOO AND STEEL REINFORCEMENT WITH NORMAL CONCRETE.**

Kanza Syahdi Juniko,

Dr.Eng. Devi Nuralinah, ST., MT., Dr.Eng. Eva Arifi, ST,MT., Dr.Eng. Desy Setyowulan, ST,  
MT, M.Sc

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University  
Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Phone (0341) 567886, Indonesia

E-mail : [Syahdi\\_kanza@yahoo.com](mailto:Syahdi_kanza@yahoo.com)

## **ABSTRACT**

*Reinforced concrete is an excellent composite material for building construction. The reinforcement used is usually a steel material as a retaining tensile stress. In addition to steel there is one of its substitutes namely bamboo because of rapid growth in Indonesia and has a high tensile strength. But bamboo as a reinforcement has a weakness that is low adhesion tension hence the need for special treatment to bamboo reinforcement. Constituent materials normally derived from normal aggregates but in this study also use recycled coarse aggregate (RCA) as a substitute for natural crude aggregates. The use of recycled coarse aggregate (RCA) as well as the utilization of unused materials can be recycled and reused. The result of this research the tensile strength of steel shows that as 424,62 Mpa and pull out test result, the obtained bonding stress maximum at steel is 2,06 Mpa, whereas in pull out test by using knitted bamboo get maximum tensile stress is 105,25 Mpa . The results of both, maximum attachment both the bonding stress on the steel and the tensile stress on the knitted bamboo are obtained from concrete with a mixture of recycled coarse aggregate (RCA). The bamboo reinforcement curve hasn't shown the pull behavior on the pull out test, so the influence of variation of knitted pattern to bonding stress of bamboo can not be seen.*

**Keyword:** *Knitted Bamboo, Recycled Coarse Aggregate (RCA), Pull Test, Pull Out Test, Bonding Stress, Tensile Stress*

## 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia perkembangan konstruksi sudah berkembang sangat pesat, salah satunya penggunaan beton untuk pekerjaan konstruksi. Beton merupakan suatu campuran material yang selalu dibutuhkan oleh masyarakat modern seperti sekarang ini dan umumnya digunakan pada pekerjaan konstruksi. Bahan dasar beton pada umumnya adalah semen, pasir, kerikil, dan air. Beton berfungsi sebagai bahan bangunan pada konstruksi jembatan, bangunan gedung, jalan dan lain-lain. Banyak keuntungan yang di berikan pada penggunaan beton. Diantaranya bahan-bahan pembentuk beton yang mudah di peroleh, mudah dibentuk, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya pemeliharaan kecil. Beton memiliki keunggulan pada kuat tekan yang baik sehingga digunakan sebagai pembentuk struktur utama pada konstruksi. Selain kekuatan, dalam perencanaan suatu konstruksi beton membutuhkan pengujian yang terencana.

Sebagai pengganti agregat kasar yang normal bisa digantikan dengan agregat kasar daur ulang (RCA) yang lebih ramah lingkungan dan tidak memerlukan biaya yang mahal. Agregat kasar daur ulang (RCA) bisa didapat dari pecahan keramik, pecahan genteng, pecahan batu bata, atau juga bisa dari pecahan beton yang sudah tidak dipakai. Kualitas agregat kasar daur ulang dan agregat lainnya sangat mempengaruhi kuat lekat pada tulangan.

Untuk dari segi tulangan alternatif pengganti tulangan pada campuran beton bertulang adalah dengan menggunakan tulangan bambu. Bambu yang digunakan sebagai tulangan berupa bambu yang dipilin menjadi bulat seperti baja. Bambu merupakan produk hasil alam yang dapat diperbarui bisa diperoleh dengan mudah, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dan memiliki kuat tarik cukup tinggi. Bambu yang memiliki sifat higroskopis menjadi salah satu kelemahan sebagai tulangan beton, dimana bambu akan mengalami penyusutan dan menimbulkan rongga udara.

Berdasarkan pertimbangan di atas, maka dalam penelitian ini membuat variasi agregat kasar daur ulang (RCA) terhadap kuat lekat tulangan bambu pilin dan baja dengan beton normal, dengan campuran agregat kasar daur ulang (RCA) sebanyak

0% dan 100 % dari berat beton, ditambahkan bahan kimia larutan sodium hidroksida (NaOH). Diameter bambu dan baja yang digunakan adalah 6 mm.

## TUJUAN

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

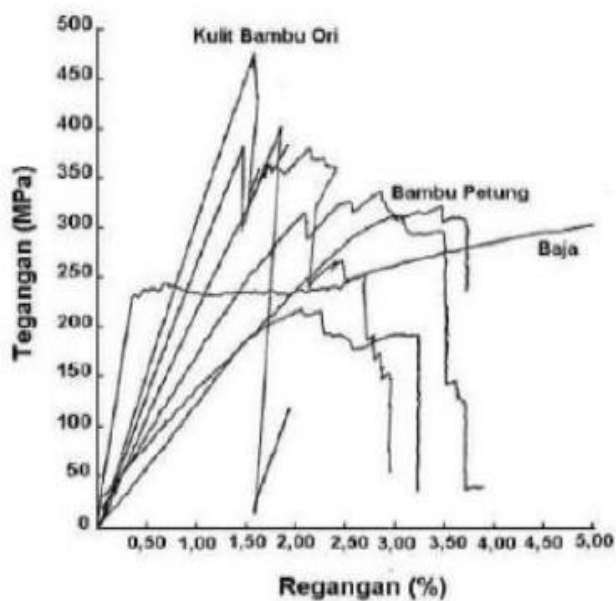
1. Untuk mengetahui kuat lekat maksimal beton bertulang tulangan bambu pilin dengan beton campuran agregat kasar daur ulang (RCA) pada umur beton 28 hari.
2. Untuk mengetahui kuat lekat maksimal beton bertulang baja dengan beton campuran agregat kasar daur ulang (RCA) pada umur beton 28 hari.
3. Untuk mengetahui mekanisme keruntuhan pada benda uji pull out
4. Untuk mengetahui perbandingan antara kuat tarik baja dan bambu dengan kuat lekat nya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan bambu sebagai tulangan saat ini sudah mulai dikembangkan oleh para peneliti Indonesia karena ketersediaan bambu yang sangat melimpah dan mudah didapat. Selain itu bambu merupakan material yang ramah lingkungan dan juga tahan gempa. Dari berbagai penelitian, struktur bambu memiliki banyak keunggulan. Seratnya yang sangat elastis sangat baik dalam menahan beban (baik beban tekan/tarik, geser, maupun lekat). Dari berbagai penelitian telah dilakukan untuk membuktikan bahwa bambu bisa dipakai sebagai tulangan menggantikan tulangan baja yang sering dipakai didalam pekerjaan konstruksi. Pada bambu perlu perlakuan-perlakuan khusus supaya bambu dapat dijadikan sebagai tulangan pada beton dan kuat digunakan untuk menahan kuat tarik, kuat tekan, kuat lekat dan geser. Bambu merupakan tanaman yang dikategorikan berumpun dan termasuk dalam family Gramineae (rumput-rumputan) disebut juga Hiant Grass (rumput raksasa) dan terdapat hampir diseluruh dunia kecuali di Eropa. Jumlah yang ada di daerah Asia Selatan dan Asia Tenggara kira-kira 80% dari keseluruhan yang ada di dunia. Di seluruh dunia diperkirakan ada sekitar 1.000 jenis bambu dimana Indonesia memiliki 142 jenis, baik yang endemic (hanya terdapat di satu kawasan) maupun yang tersebar di Asia Tenggara (Ghavami 2005). Bambu

adalah tanaman yang bersifat higroskopis yang berarti memiliki zat yang berkemampuan untuk menyerap air yang baik dalam bentuk uap maupun cair. Sehingga bambu rentan mengalami kembang dan susut. Kembang dan susut yang terjadi pada bambu dapat mempengaruhi lekatan yang terjadi antara beton dan bambu, sehingga perlu diberikan perlakuan khusus dengan diberikan lapisan kedap air.

Bambu dapat digunakan sebagai pengganti tulangan baja karena memiliki kekuatan tarik tinggi yang mendekati baja struktur (Morisco, 1999). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hubungan Tegangan-Regangan Bambu dan Baja

Sumber : Morisco (1999)

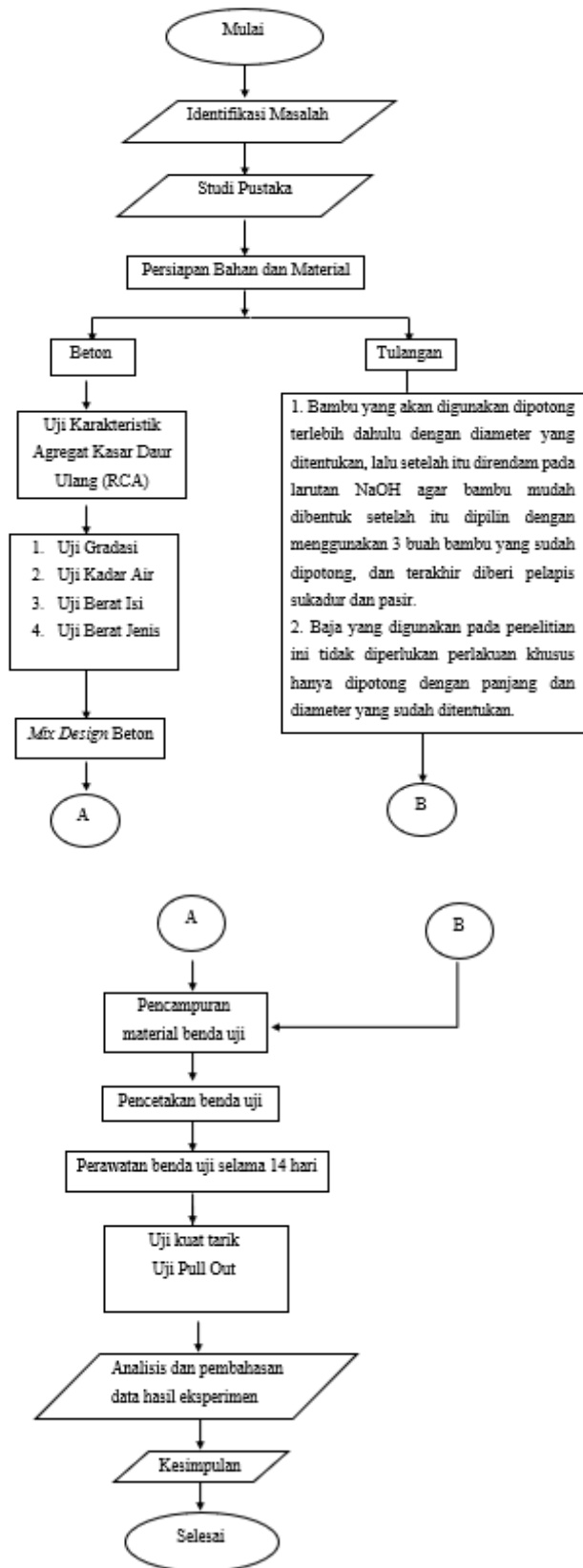
Kuat tarik rata-rata bambu petung bagian pangkal yang tertinggi pada bambu dewasa dan terendah pada bambu muda. Kuat tarik bambu petung bagian pangkal akan meningkat dari umur muda ke umur dewasa dan menurun pada umur tua (Sidik Mustafa, 2005). Kekuatan tarik rata-rata dalam keadaan kering oven bambu petung adalah 1900 kg/cm<sup>2</sup> (tanpa nodia) dan 1160 kg/cm<sup>2</sup> (dengan nodia). Ditinjau dari posisi potongan bambu, kekuatan tarik rata-rata bambu petung pada bagian pangkal 2278 kg/cm<sup>2</sup>, bagian tengah 1770 kg/cm<sup>2</sup> dan bagian ujung 2080 kg/cm<sup>2</sup> (Morisco, 1999). Patturrahman dan Kusuma (2003) melakukan penelitian tentang “Aplikasi

Bambu Pilinan Sebagai Tulangan Balok Beton” menyatakan bahwa bambu memiliki peluang untuk digunakan sebagai tulangan balok beton, khususnya untuk struktur sederhana. Khosrow Gavami (2004) juga menyatakan bahwa tulangan bambu dapat menggantikan tulangan baja dan telah diterapkan di dalam beberapa konstruksi bangunan sederhana.

Namun perlu ditinjau kembali mengenai sifat bambu yaitu higroskopis dimana dapat mempengaruhi kembang susut bambu yang akan mengakibatkan berkurangnya lekatan antara beton dan tulangan bambu. Untuk itu diperlukan zat pelapis yang dapat menutupi rongga pada batang bambu agar kembang susut dapat dicegah. Percobaan kuat lekat yang dilakukan pada bambu menghasilkan ikatan antara tulangan bambu dengan beton terbaik setelah diberikan zat pelapis sikadur 32 dibandingkan tanpa diberikan zat pelapis (Agarwal Atul, 2014).

### 3. METODE PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini disusun seperti pada diagram alir berikut ini :



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

#### Variabel Penelitian

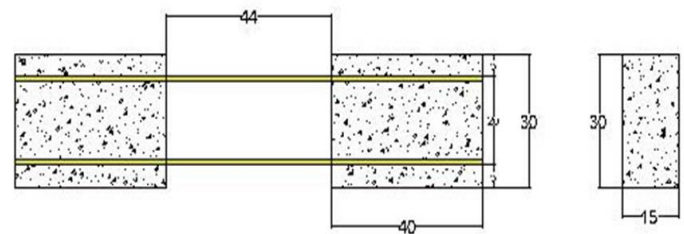
Dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah variabel bebas dan variabel terikat. Pengertian dari variabel bebas atau variabel

*independent* itu sendiri adalah variabel yang menyebabkan atau memengaruhi timbulnya variabel terikat, yaitu faktor-faktor yang diukur, dimanipulasi atau dipilih oleh peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diamati.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

<b>Pengujian</b>	Pengujian Kuat Lekat Balok Beton Agregat Kasar Daur Ulang (RCA) dengan Tulangan Bambu dan Baja
<b>Variabel Bebas</b>	Penggunaan RCA dengan presentase komposisi berbeda yaitu 0%, 100%.
<b>Variabel Terikat</b>	Kuat Lekat

Balok bertulangan bambu yang digunakan dalam pengujian *pull out* berukuran 40 cm x 15 cm x 30 cm yang dibenamkan dua buah tulangan bambu pilin seperti yang terdapat pada gambar 3.2



Gambar 3.2. Skema benda uji pull out

#### Metode Analisis Data

Pengambilan data yang dilakukan dengan dua cara yaitu data hasil studi literatur dan data hasil pengujian benda uji berupa beton balok dengan campuran variasi agregat kasar daur ulang (RCA) dengan tulangan bambu pilin dan baja pada beton normal yang berumur 28 hari. Data hasil studi literatur yaitu data kuat lekat rencana yang dapat diterima beton balok ( $f'_c = 20$  MPa) yang dihitung secara teoritis yaitu dengan menggunakan perhitungan *mix design*.

Analisis data diperoleh dari hasil pengujian terhadap beton balok bertulang di laboratorium. Dari pengamatan selama pengujian diperoleh nilai masing-masing variasi dari agregat kasar daur ulang (RCA) yang bertulangan bambu pilin dan tulangan baja.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengujian Kuat Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk benda uji baja dan bambu pilin. Pengujian tarik dilakukan setelah persiapan benda uji yaitu berupa perendaman NaOH dan perampingan daerah luasan tarik bambu. Hasil dari pengujian tarik merupakan Pmaks yang menyebabkan bambu terputus. Hasil tegangan tarik ditunjukkan dalam Tabel 4.1

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Kuat tarik tulangan baja D10 mm

Benda Uji	Diameter (mm)	Tegangan Leleh (fy) (Mpa)	Tegangan Ultimit (Mpa)	Tegangan Leleh Rata-Rata (Mpa)	Tegangan Ultimit Rata-Rata (Mpa)
1A	10	280.25	382.16		
1B	10	267.51	382.16	273.88	382.16

**Tabel 4.2** Hasil Pengujian Kuat tarik tulangan baja D12 mm

Benda Uji	Diameter (mm)	Tegangan Leleh (fy) (Mpa)	Tegangan Ultimit (Mpa)	Tegangan Leleh Rata-Rata (Mpa)	Tegangan Ultimit Rata-Rata (Mpa)
1A	12	283.08	424.62		
1B	12	291.93	424.62	287.50	424.62

Berdasarkan hasil uji tarik baja didapatkan kuat tarik maksimum pada D12 mm yaitu 424,62 Mpa dan untuk tulangan bambu pilin tidak dapat diketahui nilai kuat tariknya karena selalu selip pada pengujian kuat tarik dengan mesin UTM.

### 4.2 Pengujian Kuat Tekan

Benda uji silinder diuji setelah umur beton 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton ditampilkan pada Tabel 4.4 sampai 4.7 dan. Pengujian kuat tekan beton silinder mutu beton rencana 20 Mpa.

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Kuat tekan silinder beton normal

No	Nama	P (N)	A (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)	Berat (kg)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	SNB1	630000	17671,46	35,65	12,95	
2	SNB2	558000	17671,46	31,57	13,3	32,27
3	SNB3	523000	17671,46	29,6	13,1	

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Kuat tekan silinder beton RCA

No	Nama	P (N)	A (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)	Berat (kg)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	SNBA1	630000	17671,46	35,65	13,5	
2	SNBA2	660000	17671,46	37,34	13,2	34,87
3	SNBA3	559000	17671,46	31,63	12,9	

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian Kuat tekan silinder beton normal

No	Nama	P (N)	A (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)	Berat (kg)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	SRB1	489000	17671,46	27,67	12,45	
2	SRB2	471000	17671,46	26,65	12,75	27,85
3	SRB3	517000	17671,46	29,25	12,75	

**Tabel 4.7** Hasil Pengujian Kuat tekan silinder beton RCA

No	Nama	P (N)	A (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)	Berat (kg)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	SRBA1	580000	17671,46	32,82	12,8	
2	SRBA2	643000	17671,46	36,38	12,85	
3	SRBA3	656000	17671,46	37,12	12,6	43,06
4	SRBA3a	404000	17671,46	22,86	12,55	

Keterangan:

SNB = Silinder Normal Baja

SNBA = Silinder Normal Bambu

SRB = Silinder RCA Baja

SRBA = Silinder RCA Bambu

Berdasarkan hasil kuat tekan yang didapat pada tabel 4.4 sampai 4.7, nilai kuat tekan terbesar terdapat pada beton *recycled coarse aggregate* (RCA) dengan rata-rata kuat tekan 35,45 Mpa. Sedangkan untuk kuat tekan beton normal adalah 33,57 Mpa. Hasil kuat tekan tersebut melebihi kuat tekan rencana yaitu 20 Mpa.

### 4.3 Pengujian Pull Out

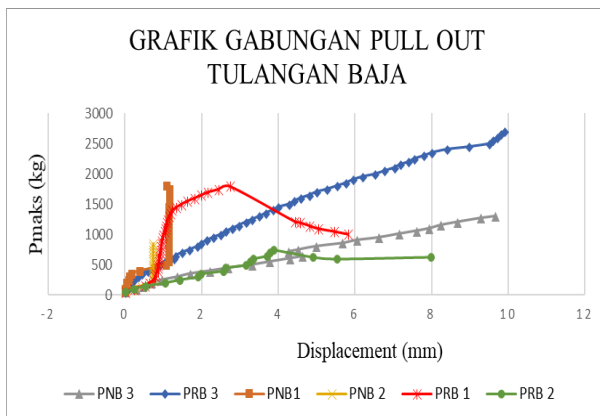
Pengujian *pull out* digunakan untuk mencari nilai beban maksimum yang dapat ditahan akibat lekatan antara tulangan bambu pilin terhadap beton dan juga baja dengan beton. Nilai beban maksimum yang didapat digunakan untuk menghitung tegangan lekat yang dimiliki oleh tulangan bambu pilin dan baja seperti yang terdapat pada Tabel 4.8 sampai 4.9 dan Gambar 4.1 dan 4.2.

**Tabel 4.8** Hasil Pengujian *Pull Out* beton normal

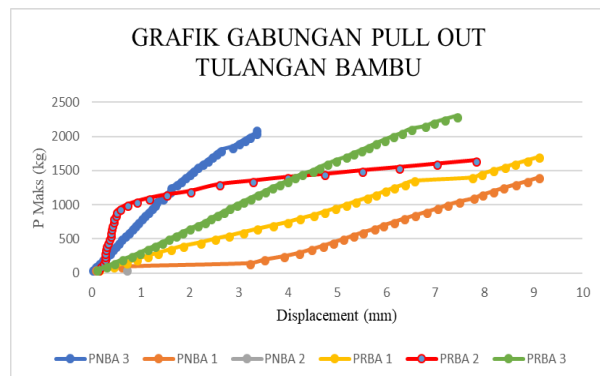
Benda Uji	ke	Pmaks Pull Out (kg)	Pmaks Rata-Rata (kg)
PNB1	1	1810	
PNB2	2	855	1323.3
PNB3	3	1305	

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian *Pull Out* beton RCA

Benda Uji	ke	Pmaks Pull Out (kg)	Pmaks Rata-Rata (kg)
PRBA1	1	1704.5	
PRBA2	2	1651	1885.6
PRBA3	3	2301.3	



**Gambar 4.1** Gambar diagram kenaikan beban gabungan



**Gambar 4.2** Gambar diagram kenaikan beban gabungan

#### 4.4 Analisis Keruntuhan Tulangan Bambu Pilin dan baja

Pada penelitian ini berdasarkan pengujian pull out yang dilakukan dengan 12 benda uji yang terdiri dari 6 benda uji bertulangan bambu dan 6 benda uji yang lain dengan tulangan bambu pilin. Untuk tulangan baja mengalami keruntuhan cabut dan bisa didapatkan kekuatannya, namun pada tulangan bambu pilin terjadi pola keruntuhan yaitu terputus pada saat beban maksimum sehingga tegangan lekat tidak bisa didapatkan hasilnya. Berikut gambar pola keruntuhan



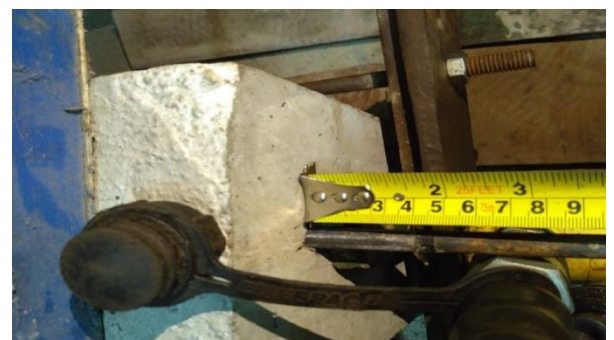
untuk baja dan bambu pilin terdapat pada gambar 4.3 dan 4.4.

**Gambar 4.3** Tulangan bambu pilin terputus ketika mencapai beban maksimum

**Gambar 4.4** Tulangan baja tercabut

#### 4.5 Perhitungan Pmaks dan Tegangan pada Bambu Pilin dan Baja

Berdasarkan hasil dari pola keruntuhan tulangan, tulangan baja dapat dihitung tegangan lekat yang terjadi karena mengalami



keruntuhan cabut, sedangkan untuk tulangan bambu pilin yang mengalami keruntuhan tarik dapat dihitung tegangan tarik yang terjadi. Tabel 4.10 menunjukkan Tegangan Lekat dan Tabel 4.11 Tegangan Tarik yang terjadi

**Tabel 4.10** Tegangan lekat pada baja

Benda Uji	ke	Pmaks Pull Out (kg)	Pmaks Rata-Rata (kg)	Kuat Tarik (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Te Rata-rata(
PNBA1	1	1406.1				
PNBA2	2	1900.1	1802.2	1006,02	100,60	34,87
PNBA3	3	2100.3				

**Tabel 4.11** Tegangan tarik pada bambu pilin

Benda Uji	ke	Pmaks Pull Out (kg)	Pmaks Rata-Rata (kg)	Kuat Tarik (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tek Rata-rata(
PBRC1	1	1704.5				
PBRC2	2	1651	1885.6	1052,58	105,25	43,06
PBRC3	3	2301.3				

#### 4.6 Pengaruh Beton *Recycled Coarse Aggregate* (RCA) terhadap Hasil pengujian *Pull Out*

Pada hasil pengujian *pull out* didapatkan hasil gaya cabut rata-rata maksimum sebesar 1710 kg. Gaya cabut rata-rata maksimum berasal dari tulangan baja polos yang merupakan tulangan balok beton *recycled coarse aggregate* (RCA). Tulangan yang digunakan dalam pengujian ini merupakan tulangan baja yang berdiameter 10 mm. Untuk *pull out* dengan tulangan bambu mengalami keruntuhan tarik yaitu terputus atau slip ketika mencapai beban maksimum. Beban maksimum yang terbesar pada pengujian *pull out* bambu pilin rata-rata maksimum adalah 1885,6 kg. Gaya tarik tersebut didapatkan dari beton *recycled coarse aggregate* (RCA).

Berdasarkan hasil pengujian *pull out*, tulangan baja mengalami keruntuhan cabut sedangkan tulangan bambu pilin mengalami keruntuhan tarik dengan jenis beton yang sama yaitu dengan menggunakan beton *recycled coarse aggregate* (RCA). Kekuatan *recycled coarse aggregate* (RCA) melebihi kuat rencana yaitu 20 Mpa dikarenakan volume campuran agregat kasar daur ulang pada saat mix design disamakan dengan agregat kasar alam sehingga menambah kekuatan agregat kasar daur ulang (RCA) menjadi lebih bagus dan kuat hingga melebihi kuat rencana. Kekuatan RCA pada pengujian *pull out* juga berpengaruh dari parent concrete pada saat mengambil limbah dari beton silinder menggunakan mutu k300-k350 lalu dihancurkan dan di saring sebelum digunakan dalam pembuatan benda uji, dengan mutu parent concrete

yang bagus maka membuat RCA jadi lebih baik kekuatannya pada pengujian *pull out*.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian *pull out recycled coarse aggregate* (RCA) tulangan bambu pilin memiliki kuat lekat yang tinggi dibandingkan dengan kuat lekat pada beton normal, didapatkan pmaks sebesar 1885,6 kg. dan 1802,2 kg untuk beton normal.
2. Berdasarkan hasil pengujian *pull out* tulangan baja dengan beton *recycled coarse aggregate* (RCA) memiliki kuat lekat yang lebih besar dibandingkan dengan pengujian *pull out* beton normal yaitu sebesar 2,06 Mpa untuk beton RCA dan 1,59 Mpa untuk beton normal.
3. Mekanisme keruntuhan pada benda uji *pull out* yang bertulangan bambu pilin adalah terputus ketika mencapai beban maksimum dengan pmaks terbesar terdapat pada *pull out* dengan beton *recycled coarse aggregate* (RCA) sebesar 1885,6 kg, untuk mekanisme keruntuhan pada tulangan baja yaitu tercabut ketika mencapai beban maksimum dengan pmaks terbesar terdapat pada *pull out* dengan beton *recycled coarse aggregate* (RCA) sebesar 1710 kg.
4. Berdasarkan hasil uji kuat tarik, baja memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kuat lekatnya pada pengujian *pull out*, yaitu sebesar 424,62 Mpa untuk nilai kuat tarik dan 2,06 Mpa untuk hasil kuat lekat baja. Pada bambu pilin hasil uji tarik pada mesin UTM tidak bisa didapatkan karena selalu slip pada saat pengujian, namun hasil uji tarik bambu pilin dapat dilihat dari hasil pengujian *pull out*nya yaitu sebesar 105,25 Mpa.



## DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I. (1994). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ghavami, K. (2005). *Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements*. *J. Cement & Concrete Composites*, *elevier*, 27, 637-649.
- Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Nawy, E. G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Standar Nasional Indonesia 03-1729. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia 03-2847. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Youngsi Jung.(2006). *Investigation of Bamboo as Reinforcement in Concrete*.Arlington: The University of Texas
-