

**PERKUATAN KOLOM BETON DENGAN METODE *JACKETING*  
MENGUNAKAN TULANGAN BAMBU**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**AHMAD ASHAR**

**D100 100 082**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2016**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PERKUATAN KOLOM BETON DENGAN METODE *JACKETING*  
MENGUNAKAN TULANGAN BAMBU**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**AHMAD ASHAR**  
**D100 100 082**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen  
Pembimbing



**Ir. Abdul Rochman, M.T.**

NIK. 610

HALAMAN PENGESAHAN

**PERKUATAN KOLOM BETON DENGAN METODE JACKETING  
MENGUNAKAN TULANGAN BAMBU**

OLEH

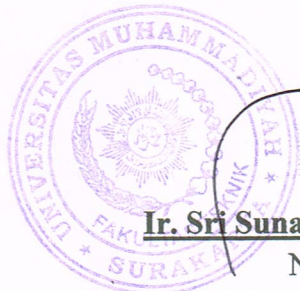
**AHMAD ASHAR**  
**D100 100 082**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari kamis, 29 September 2016  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Dewan Penguji:**

1. Ir. Abdul Rochman, M.T. (.....)  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Basuki, S.T., M.T. (.....)  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Suhendro Trinugroho, M.T. (.....)  
(Anggota II Dewan Penguji)

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.**

NIK. 682

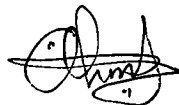
## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 11 Oktober 2016

Penulis



**AHMAD ASHAR**

**D100 100 082**

# PERKUATAN KOLOM BETON DENGAN METODE *JACKETING* MENGGUNAKAN TULANGAN BAMBU

## Abstraksi

Kolom beton bertulang adalah salah satu bagian konstruksi bangunan gedung yang berfungsi sebagai pendukung beban-beban dari balok dan pelat, untuk diteruskan ke tanah dasar melalui fondasi. Oleh karena itu kolom ialah struktur yang mendukung beban aksial dengan/tanpa momen lentur. Pada umumnya penulangan kolom beton terdiri dari tulangan tekan dan tulangan geser. Tulangan tekan dipasang secara vertikal dari sumbu kolom dan berfungsi menahan beban tekan, sedangkan tulangan geser atau begel dipasang secara melintang terhadap sumbu kolom beton dan berfungsi sebagai penahan beban gaya geser. Pada penelitian ini dilakukan dua kali pengujian kuat tekan, pengujian yang pertama yaitu pada saat awal kolom sebelum di *jacketing* menggunakan tulangan bambu, dan pengujian yang kedua yaitu pada saat kolom diperbaiki dengan metode *jacketing* menggunakan tulangan bambu ori sebagai tulangan memanjang sebagai pengganti besi. Penelitian ini menggunakan beton dengan kuat tekan rencana 20 MPa, benda uji kolom beton berukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 150 cm. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan beton sebelum di *jacketing* menggunakan tulangan bambu dan sesudah di *jacketing* menggunakan tulangan bambu ori. Hasil pengujian yang di dapat menunjukkan adanya peningkatan kuat tekan kolom sebelum di *jacketing* menggunakan tulangan bambu dan sesudah di *jacketing* menggunakan tulangan bambu ori. Peningkatan yang terjadi berkisar (16-44)%. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, menunjukkan bahwa kolom beton yang di *jacketing* menggunakan tulangan bambu memberikan manfaat positif dan dapat dikembangkan lebih lanjut agar bisa lebih bermanfaat lagi.

**Kata kunci:** bambu, besi tulangan, beton, kolom, metode *jacketing*.

## . Abstract

Reinforced concrete column is one part of building construction which serves as a support loads of beams and plates, to be forwarded to the ground base through the foundation. Therefore, the column is the structure that supports the axial load with / without bending moments. In general reinforcement consists of reinforced concrete columns and shear press. Reinforcement press mounted vertically on the axis of the column and serves to hold the compressive load, whereas shear or begel mounted transverse to the axis of the concrete column and serves as a load-bearing shear force. In this study conducted two times the compressive strength test, the first test at the threshold of the column before jacketing using bamboo reinforcement, and testing the second is when the corrected column with jacketing method using bamboo reinforcement bars ori as elongated as a substitute for iron. This study using concrete with compressive strength of 20 MPa plan, test objects concrete columns measuring 15 cm long, 15 cm wide and 150 cm high. This experiment is the strength of concrete before jacketing using bamboo reinforcement and after in jacketing using bamboo ori reinforcement. Results pengujian which may indicate an increase in the compressive strength of the column before in jacketing using reinforcement bamboo and after in jacketing using reinforcement bamboo ori. Recent gains in the range (from 16 to 44)%. Based on the results obtained from this study showed that the concrete column in jacketing using bamboo reinforcement provides positive benefits and can be developed further in order to be more useful.

**Key words:** *bamboo, steel reinforcement, concrete, columns, methods jacketing.*

## 1. PENDAHULUAN

Beton adalah material konstruksi yang sekarang ini sudah sangat umum digunakan. Saat ini berbagai bangunan sudah menggunakan beton. Beton merupakan unsur yang sangat penting mengingat fungsinya sebagai pembentuk struktur yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Banyak pemakaian beton karena beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah, mudah dikerjakan, mudah dibentuk, dan mempunyai kekuatan tekan tinggi. Bahan penyusun beton yang sering digunakan antara lain semen, pasir, kerikil (batu pecah), dan air, sering kali beton tersebut ditambah dengan bahan aditif.

Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan efisiensinya. Beton yang bermutu baik mempunyai beberapa kelebihan

diantaranya, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, tahan aus, dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan). Beton juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu lemah terhadap kuat tarik, mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sulit kedap air secara sempurna, dan bersifat getas (Tjokrodinuljo, 1996).

Kerusakan pada kolom gedung biasanya terjadi karena gempa, dan kebakaran. Sehingga perlu adanya perkuatan kolom. Dalam hal ini dibuatlah perkuatan kolom dengan metode jacketing menggunakan tulangan bambu. Alternatif ini diharapkan bisa menekan biaya produksi sehingga lebih murah

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan sebagai tulangan adalah bambu ori. Harga bambu ori yang relatif murah dibandingkan dengan besi tulangan diharapkan dapat menekan biaya produksi beton sehingga didapatkan harga yang lebih murah. Dengan demikian diharapkan perkuatan kolom beton dengan metode jacketing menggunakan tulangan bambu menjadi alternatif beton konvensional

Untuk menyederhanakan pembahasan agar tidak meluas, maka dipakai batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan adalah semen *Portland* jenis 1 dengan merk Semen Serba Guna, Holchim.
2. Agregat halus dan kasar dari Kaliworo, Klaten.
3. Bambu sebagai pengganti tulangan baja menggunakan bambu ori dengan ukuran 1 cm x 1 cm x 100 cm.
4. Air yang digunakan adalah air dari Laboratorium Bahan Bangunan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dan F.A.S yang digunakan adalah 0,6
5. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
6. Tulangan memanjang menggunakan diameter tulangan polos (dp) 10 mm.
7. Tulangan begel menggunakan diameter tulangan polos (dp) 6 mm dan berjarak 60 mm.
8. Mutu beton rencana 20 MPa.
9. Metode perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan kolom sebelum diperkuat menggunakan metode *jacketing* menggunakan tulangan bambu dan sesudah diperkuat menggunakan metode *jacketing* menggunakan tulangan bambu.

## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui serta mempelajari cara membuat kolom dan perkuatan kolom dengan metode *jacketing* kemudian meng-aplikasikan pada kolom yang sebenarnya. Pada penelitian ini meliputi beberapa tahapan.

Tahap pertama mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan beton. Tahap kedua bahan penyusun beton yang telah disiapkan kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kualitas daripada bahan penyusun beton. Pemeriksaan agregat halus dan agregat kasar meliputi kandungan organik, kandungan lumpur dan keausan agregat dan untuk baja dilakukan pengujian kuat tarik.

Tahap ketiga yaitu perencanaan campuran dan pembuatan benda uji. Perencanaan campuran untuk beton normal menggunakan metode ACI dengan kuat tekan rencana 20 MPa dan fas 0,6. Pembuatan benda uji menggunakan mesin molen agar pencampuran bahan bisa lebih merata. Setelah bahan menjadi homogen, selanjutnya dilakukan pengujian *slump*, untuk mengetahui kekentalan campuran beton.

Setelah selesai, adukan beton dimasukan ke dalam cetakan silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Untuk cetakan berbentuk kolom, berdimensi 15x15x150 cm yang di dalam cetakan tersebut sudah ada besi tulangan.

Tahap keempat yaitu perawatan dan pengujian benda uji. Benda uji ditutup dengan karung basah selama 28 hari yang kemudian dilakukan pengujian beton, pada benda uji silinder dilakukan pengujian kuat tekan, dan pada benda uji kolom juga dilakukan pengujian kuat tekan. Dan setelah kolom dilakukan uji tekan kolom diperbaiki dengan metode *jacketing* menggunakan tulangan bambu, kemudian kolom ditutup dengan karung goni basah selama 28 hari. Setelah itu kolom yang sudah di *jacketing* diuji kuat tekan. Tahap terakhir, setelah tahap 1 sampai 4 selesai, maka hasil pengujian disimpulkan untuk mengetahui karakteristik dari pada kolom sebelum di *jacketing* menggunakan tulangan bambu dan setelah di *jacketing* menggunakan tulangan bambu.

## **3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data untuk mengetahui karakteristik daripada kolom beton sebelum di *jacketing* dan setelah di *jacketing* menggunakan tulangan bambu. Data diambil setelah dilakukan pengujian pada umur beton mencapai 28 hari. Pengujian yang dilakukan meliputi kuat tekan pada benda uji silinder dan kuat tekan pada benda uji kolom.

### 3.1. Pengujian agregat halus

Agregat halus didapat dari kaliworo yang berada di Klaten. Hasil pemeriksaan agregat halus yang telah dilaksanakan pada penelitian dapat dilihat pada Lampiran dan dituliskan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan agregat halus

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Persyaratan
Berat jenis bulk	2,43 t/m <sup>3</sup>	-
Berat jenis SSD	2,50 t/m <sup>3</sup>	-
Berat jenis semu	2,62 t/m <sup>3</sup>	-
<i>Absorpsi</i>	3,09%	-
<i>Saturated surface dry</i>	1,13 cm	-
Kandungan lumpur	2,525%	<5% (SNI 03-2461-2002)
Kandungan organik	Kuning muda	Rendah (SNI 03-2816-1992)
Modulus halus butir	2,98	-

(sumbe : hasil penelitian)

Dari tabel diatas bahwa material yang digunakan dalam pembuatan benda uji beton masih memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh SNI.

### 3.2. Pemeriksaan agregat kasar

Hasil pemeriksaan agregat kasar yang telah dilaksanakan pada penelitian dapat dilihat pada lampiran atau tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat kasar

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Persyaratan
Berat jenis bulk	2,37 t/m <sup>3</sup>	-
Berat jenis SSD	2,42 t/m <sup>3</sup>	-
Berat jenis semu	2,49 t/m <sup>3</sup>	-
<i>Absorpsi</i>	2,01%	-
Keausan agregat	34,28%	<40% (SNI 2417-2008)
Berat satuan kerikil	1,49 t/m <sup>3</sup>	-
Kandungan lumpur	0,00%	<1% (SNI 03-2461-2002)

(sumber : hasil pengujian)



### 3.3. HASIL PENGUJIAN *SLUMP*

Pada penelitian ini nilai *slump* digunakan untuk mengetahui tingkat kekentalan campuran.

Tabel 3. Pengujian nilai *slump* dengan fas 0,6 tahap 1

Metode	Sampel	Nilai	Nilai <i>Slump</i>
		<i>Slump</i> (%)	Rata-rata (cm)
ACI	1	12	11,33
	2	11	
	3	11	

(sumber : hasil pengujian)

Tabel 4. Pengujian nilai *slump* dengan fas 0,6 tahap 2

Metode	Sampel	Nilai	Nilai <i>Slump</i>
		<i>Slump</i> (%)	Rata-rata (cm)
ACI	1	11,5	1,4
	2	11,3	

Dari hasil pengujian *slump*, nilai *slump* dengan fas 0,6 adalah 11,33 cm dan 11,4 cm dan sesuai dengan batas nilai *slump* untuk balok, kolom, dan dinding dengan batas antara 7,5-15,0 cm.

### 3.4. HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BAJA

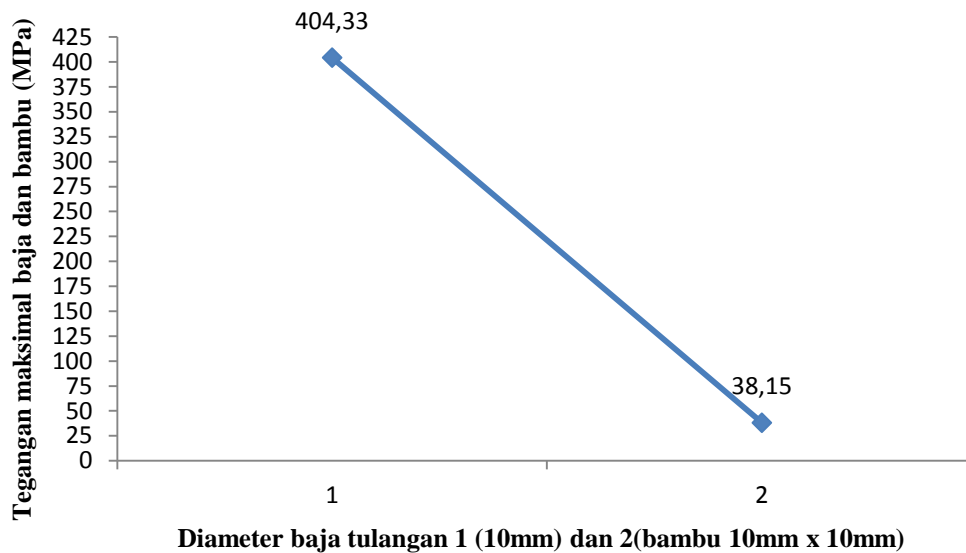
Hasil pengujian kuat tarik baja dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Pengujian kuat tarik baja diameter 10 mm

Kode	$\phi$	A	P <sub>leleh</sub>	P <sub>maks</sub>	f <sub>y</sub>	f <sub>maks</sub>	f <sub>y</sub>	f <sub>maks</sub>
Sampel	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	Rata-rata	Rata-rata
							(MPa)	(MPa)
BJ101	10	78,5	20800	31800	264,97	405,09	264,84	404,33
BJ102	10	78,5	20780	31680	264,71	403,57		

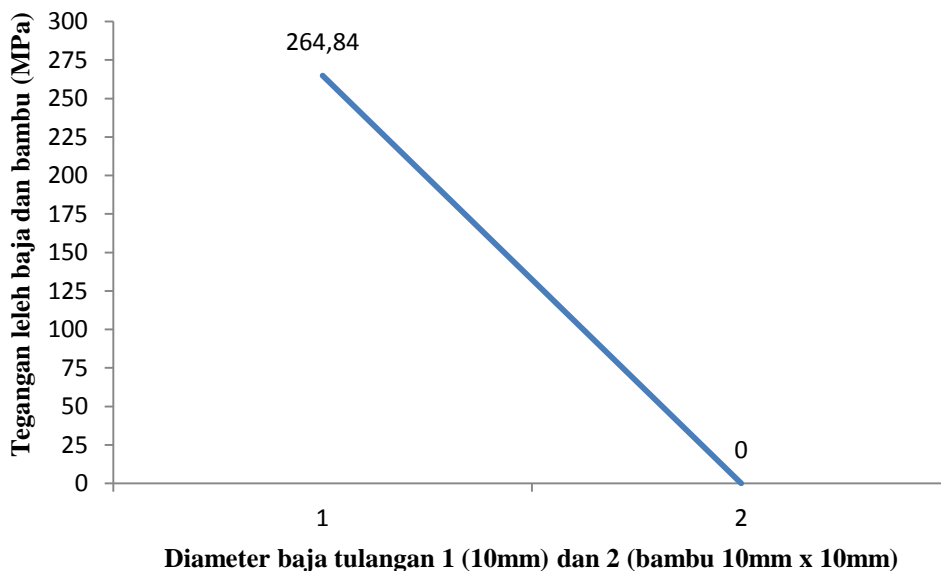
Tabel 6. Pengujian kuat tarik bambu ori diameter 10 mm x 10 mm

Kode	$\phi$	A	P <sub>leleh</sub>	P <sub>maks</sub>	f <sub>y</sub>	f <sub>maks</sub>	f <sub>y</sub>	f <sub>maks</sub>
Sampel	(mm)	(10x10)	(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	Rata-rata	Rata-rata
							(MPa)	(MPa)
BO1	10	100	0	3800	0	38	0	38,15
BO2	10	100	0	3830	0	38,3		



**Grafik perbandingan tegangan maksimal baja tulangan 10 mm dengan tulangan bambu 10 mm x 10 mm**

Gambar 1. Perbandingan tegangan maksimal baja dengan tulangan bambu  
 Dapat dilihat pada grafik diatas tegangan maksimal baja lebih besar yaitu 404,33 MPa dari pada bambu 38,15 MPa.



**Grafik perbandingan tegangan leleh baja tulangan 10 mm dengan tulangan bambu 10 mm x 10 mm**

Gambar 2. Perbandingan tegangan leleh baja dengan tulangan bambu  
 Dapat dilihat pada grafik diatas tegangan leleh baja lebih besar yaitu 264,84 MPa dari pada bambu ori 0 MPa.

### 3.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

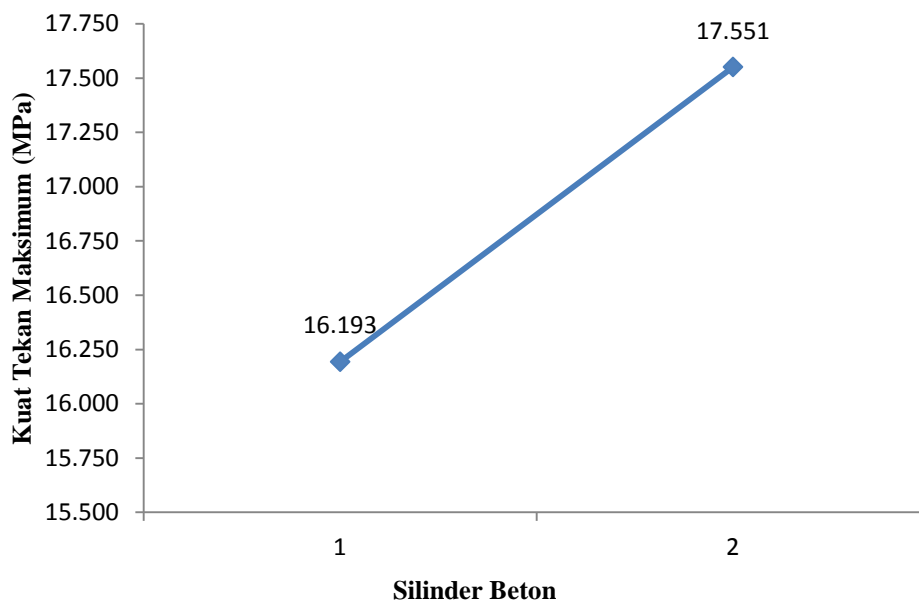
Pelaksanaan pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine* setelah mengetahui luas penampang dan tinggi benda uji. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel

Tabel 7. Data hasil perhitungan dan pengujian kuat tekan beton.

No	Berat beton (Kg)	Beban Maks (kN)	Beban Maks (N)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Maks (MPa)	Kuat Tekan Maks (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Maks Rata-rata (MPa)
1	11,480	286	286000	17662,5	16,193	161,93	16,872
2	11,385	310	310000	17662,5	17,551	175,51	

Tabel 8. Data hasil perhitungan dan pengujian kuat tekan beton.

No	Berat beton (Kg)	Beban Maks (kN)	Beban Maks (N)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Maks (MPa)	Kuat Tekan Maks (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Maks Rata-rata (MPa)
3	11,753	274	274000	17662,5	15,513	155,13	17,155
4	11,532	332	332000	17662,5	18,797	187,97	



**Perbandingan kuat tekan silinder beton**

Gambar 3. Perbandingan kuat tekan silinder beton

Dapat dilihat pada grafik diatas, silinder beton 1 mempunyai nilai 16,193 MPa lebih kecil dari pada silinder beton 2 yang nilainya 17,551 MPa.

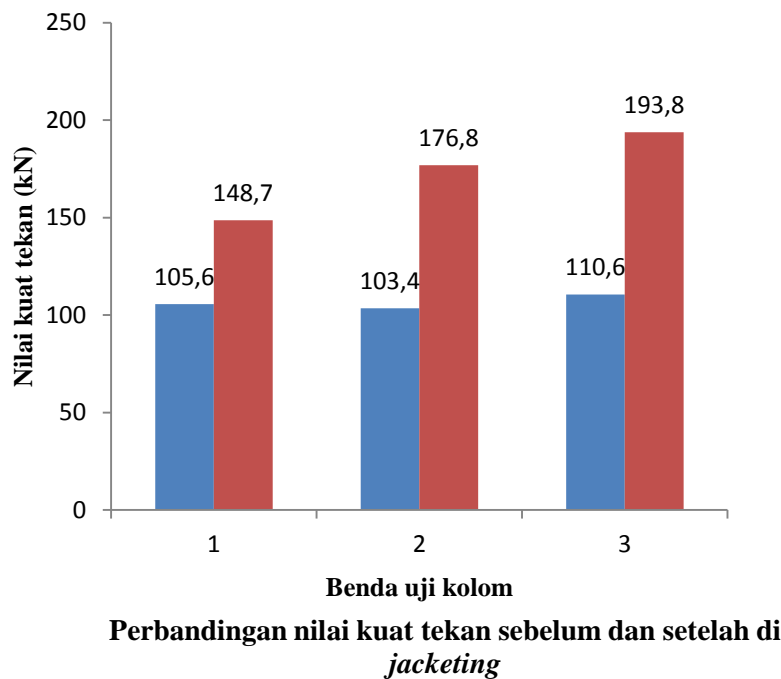
### 3.6. Pengujian Kuat Tekan Kolom Beton

Hasil pengujian kuat tekan kolom beton sebelum dan sesudah di *jacketing* menggunakan tulangan bambu yang dilaksanakan dilaboratorium dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 9. Kuat tekan kolom beton sebelum dan sesudah di *jacketing* menggunakan tulangan bambu

No	Kode	A (sebelum di <i>jacketing</i> (0,2x0,2) (m <sup>2</sup> )	P (sebelum di <i>jacketing</i> ) (kN)	A (setelah di <i>jacketing</i> ) (0,22x0,22) (m <sup>2</sup> )	P (setelah di <i>jacketing</i> ) (kN)	P (rata-rata) (sebelum di <i>jacketing</i> ) (kN)	P (rata-rata) (setelah di <i>jacketing</i> ) (kN)	P teoritis (kN)
1	KB	0,04	105,6	0,0484	148,7			
2	KB	0,04	103,4	0,0484	176,8	106,533	173,1	290,01
3	KB	0,04	110,6	0,0484	148,7			

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kolom yang sudah di *jacketing* mempunyai beban maksimal (P) lebih besar dari pada kolom yang belum di *jacketing*.



Gambar 4. Perbandingan kuat tekan kolom sebelum dan sesudah di *jacketing*

Dapat dilihat dari grafik diatas, bahwa kolom yang sudah di *jacketing* dapat menahan beban lebih besar dari pada kolom yang belum di *jacketing*.

Tabel 10. Hasil perbandingan kuat tekan kolom beton menggunakan begel berdiameter tulangan 6 mm dengan tulangan memanjang berdiameter 10 mm sebelum di *jacketing* dan setelah di *jacketing* menggunakan tulangan memanjang bambu ori.

No	Jenis Kolom	Sempel	A (m <sup>2</sup> )	P (kN)	Kuat Tekan (kN/m <sup>2</sup> )	Selisih Kuat Tekan (kN/m <sup>2</sup> )	Prosentase Selisih Kuat Tekan (%)	Kuat Tekan rata-rata (kN/m <sup>2</sup> )
1	Kolom beton menggunakan begel biasa berdiameter tulangan 6 mm dan tulangan memanjang berdiameter 10 mm sebelum di <i>jacketing</i>	1	A(0,20x0,20) 0,04	105,6	2640,0000			2663,3333
		2	0,04	103,4	2585,0000			
		3	0,04	110,6	2765,0000			
2	Kolom beton menggunakan begel biasa berdiameter tulangan 6 mm setelah di <i>jacketing</i> menggunakan tulangan memanjang bambu ori	1	A(0,22x0,22) 0,0484	148,7	3072,3140	432,3140	16,3755	3576,4463
		2	0,0484	176,8	3652,8926	1067,8926	41,3111	
		3	0,0484	193,8	4004,1322	1239,1322	44,8149	

Dari tabel diatas dapat dilihat, bahwa kolom beton yang sudah di *jacketing* mempunyai kuat tekan lebih besar dari pada kolom yang belum di *jacketing*. Dengan kuat tekan rata-rata kolom beton yang belum di *jacketing* sebesar 2663,333 kN/m<sup>2</sup> dan kuat tekan rata-rata kolom beton yang sudah di *jacketing* sebesar 3578,446 kN/m<sup>2</sup>. Sedangkan prosentase selisih kuat tekan kolom beton sebelum dan sesudah di *jacketing* sebesar (16-44)%.

#### 4. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan serta pada saat pelaksanaan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil kuat tekan rata-rata pengujian kolom beton sebelum diperbaiki menggunakan metode *jacketing* adalah 2663,333 kN/m<sup>2</sup>. Sedangkan untuk kolom beton sesudah diperbaiki menggunakan metode *jacketing* adalah 3576,446 kN/m<sup>2</sup>.
2. Nilai rata-rata kuat tekan silinder beton sebelum diperbaiki menggunakan metode *jacketing* sebesar 16,872 Mpa dan nilai rata-rata kuat tekan silinder beton untuk perbaikan dengan metode *jacketing* sebesar 17,155 Mpa. Dalam pengujian kuat tekan silinder beton ini dapat disimpulkan bahwa beton dengan agregat batu pecah dengan FAS 0,6 termasuk beton mutu sedang.
3. Nilai rata-rata pengujian kuat tarik baja diameter 10 mm adalah  $f_{max}$  404,33 Mpa sedangkan nilai rata-rata kuat tarik bambu diameter 10 mm x 10 mm adalah  $f_{max}$  38,15 Mpa. Dalam penelitian pengujian tarik baja tulangan diameter 10 mm polos memiliki nilai  $P_{putus}$  lebih tinggi dari pada tulangan bambu. Tegangan putus antara tulangan diameter 10 mm dan tulangan bambu tidak jauh berbeda, dikarenakan luas penampang yang dijadikan pembagi tulangan bambu lebih besar.
4. Nilai prosentase selisih kuat tekan antara kolom beton sebelum diperbaiki menggunakan metode *jacketing* dan setelah diperbaiki menggunakan metode *jacketing* adalah untuk benda uji 1 sebesar 16,3755%, benda uji 2 sebesar 41,3111%, dan untuk benda uji 3 sebesar 44,8149%. Jadi kolom beton yang sudah di *jacketing* mempunyai kuat tekan sebesar 16% - 44%.
5. Hasil perbandingan kekuatan tekan pada kolom beton sebelum diperbaiki menggunakan metode *jacketing* dan setelah diperbaiki menggunakan metode *jacketing* didapat bahwa kolom yang di *jacketing* bisa menahan kuat tekan lebih besar dibandingkan kolom beton sebelum diperbaiki menggunakan metode *jacketing*.
6. Pada hasil yang didapat nilai  $P_{teoritis}$  lebih besar dari pada  $P_{pengujian}$ .

Untuk penelitian selanjutnya dapat dicoba dengan dimensi kolom yang lebih besar atau pun lebih kecil dan juga dengan modifikasi perencanaan, agar dapat komposisi yang lebih efektif. Dapat juga dikembangkan penggunaan bambu sebagai pengganti tulangan.

#### PERSANTUNAN

Terimakasih kepada laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dan juga teman teman seangkatan 2010 yang senasib dan juga seperjuangan, juga tak lupa kepada dosen pembimbing yang telah membantu menyelesaikan penelitian sehingga dapat berjalan sebagaimana mestinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Asroni, A., 2010, *Kolom fondasi & balok beton bertulang*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Asroni, A., 2010, *Struktur Beton I (Balok dan Plat Beton Bertulang)*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- <http://dokterbeton.blogspot.com/2012/03/perbaikan-dan-perkuatan-struktur-beton.html>
- <http://jeffryfrankytumatar.blogspot.com/2010/03/perbaikan-dan-perkuatan-struktur-beton.html>
- <http://www.ferryndalle.com/2011/07/beberapa-hasil-penelitian-dari-bambu.html>.
- Mulyono, T., 2005. *Teknologi Beton*, Andy Offset, Yogyakarta.
- Sianipar, M. T. (2009). *Analisa Kolom Beton Bertulang Yang Diperkuat Dengan Carbon fiber Reinforced Polymer (CFRP)*, Tugas Akhir, Bidang Studi Struktur, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Sumaryono. (2012). *Dinding Panel Bertulang Bambu Dengan Bahan Pasir, Semen Dan Kapur*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Surakarta: Universitas Muhammadiyah
- Tjokrodinuljo, K., 1995. *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [www.en.wikipedia.org/wiki/seismic\\_retrofit](http://www.en.wikipedia.org/wiki/seismic_retrofit)
- Yuliawan, B., 2015. *Perbandingan Kekuatan Balok Beton Menggunakan Begel Model Rangka Dengan Balok Beton Menggunakan Begel Biasa*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.