

## BATAKO SEKAM PADI KOMPOSIT MORTAR SEMEN

Dedy Sumaryanto<sup>1)</sup>, Iman Satyarno<sup>2)</sup>, Kardiyono Tjokrodimulyo<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Bappeda Kab. Rejang Lebong Prop. Bengkulu, Jl. S. Sukowati No. 52 Curup

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jalan Grafika No. 2 Yogyakarta

### ABSTRACT

*Several previous construction material researches on exploiting rice husk as wall panel (concrete block), showed that rice husk mixed with construction material gave lighter weight but lower strength. This research attempted to improve the strength of the concrete block composite by giving cement mortar mixture as the outer layer.*

*The specimen of concrete block composite was made under the concrete principal method. The first step was to put the concrete block composite and rice husk into a mold in various thickness of required outer layer. Then cement mortar mixture was poured around it as the outer layer.*

*The results showed that the compressive strength of concrete block for various outer layer thickness without cord net ranging from 5 mm, 10 mm, and 15 mm were reached at 1,68 MPa, 5,16 MPa and 6,51 MPa, respectively and per m<sup>2</sup> wall weight of 102,44 kgs, 122,46 kgs, and 139,10 kgs, respectively. The compressive strength of concrete block with cord net for the same outer layer thickness variation were reached at 1,97 MPa, 5,72 MPa and 6,70 MPa, respectively and per m<sup>2</sup> wall weight of 120,40 kgs, 135,98 kgs, and 152,23 kgs. Water absorption of outer layer achieved were 2,01 % and 7,06 % after 10 minutes and 24 hours soaking, respectively. The optimum outer layer thickness without cord net of concrete block composite with rice husk was 10 mm, which met the requirements of minimum compressive strength, light weighted and economic cost aspects.*

*Keywords : concrete block, rice husk, cement mortar*

### PENDAHULUAN

Penggunaan bata dan batako sebagai bahan bangunan pembuat dinding sudah populer dan menjadi pilihan utama masyarakat di Indonesia sampai dengan saat ini, namun dari bahan-bahan bangunan ini mempunyai kelemahan tersendiri yaitu berat per meter kubiknya yang cukup besar sehingga berpengaruh terhadap besarnya beban mati yang bekerja pada struktur bangunan.

Beban mati pada struktur bangunan dapat diminimalkan dengan pengurangan berat sendiri yaitu dengan menggunakan bahan-bahan yang ringan. Berbagai macam cara ditempuh untuk mengantisipasi, yaitu penggunaan bahan-bahan alternatif berupa penggunaan bahan limbah dari jenis bahan organik dan anorganik. Salah satu jenis bahan limbah yang bersifat organik tersebut adalah sekam padi yang merupakan limbah yang terdapat pada lingkungan penggilingan padi yang saat ini belum optimal dalam pemanfaatannya.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai bahan bangunan dengan memanfaatkan beton sekam padi sebagai panel dinding (batako) memberikan hasil bahwa semakin besarnya penambahan proporsi sekam padi pada campuran menjadikan bahan bangunan lebih ringan, akan tetapi kekuatan yang didapat lebih rendah. Oleh karena itu, pada penelitian ini mencoba untuk melakukan peningkatan kekuatan secara komposit dengan memberikan lapisan luar berupa campuran semen dan pasir (mortar semen).

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Bahan dan Benda Uji

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi sebagai bahan pengisi campuran bagian dalam, pasir sebagai bahan pengisi campuran lapisan luar, bahan tambah *viscocrete* – 10, semen *portland* tipe I merek Semen Gresik 50 kg/kantong sebagai perekat, kawat ayam, dan air.

Benda uji batako panjang 400 mm, lebar 100 mm x 50 mm x 50 mm. Jumlah dan Pengkodean benda uji dapat dilihat pada Tabel 1. sampai dengan Tabel 3.

Tabel 1. Jumlah dan pengkodean/penomoran benda uji batako

Benda uji	No. benda uji	Kode benda uji	Jumlah variasi ketebalan (mm)			Jumlah benda uji
			5	10	15	
Batako non komposit (batako sekam)	1 sampai dengan 5	BNK 1-5	-	-	-	5
Batako sekam komposit tanpa kawat ayam	1 sampai dengan 5	BSP 1-5	5	5	5	15
Batako sekam komposit dengan kawat ayam	1 sampai dengan 5	BSPK 1-5	5	5	5	15
Jumlah keseluruhan benda uji batako						35

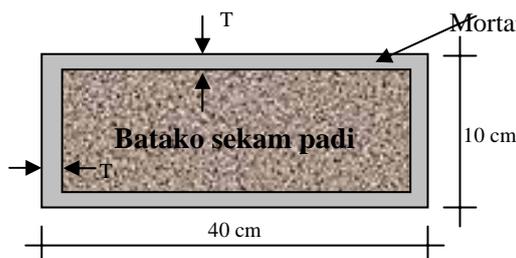
Tabel 2. Jumlah dan pengkodean/penomoran benda uji silinder beton sekam

Benda uji	fas rencana	Semen (kg)	Sekam (kg)	No. benda uji	Kode benda uji	Jumlah benda uji
Silinder beton	0,40	250	113	1 sampai dengan 3	SSP 1-3	3
Jumlah keseluruhan benda uji silinder beton						3

Tabel 3. Jumlah dan pengkodean/penomoran benda uji kubus mortar

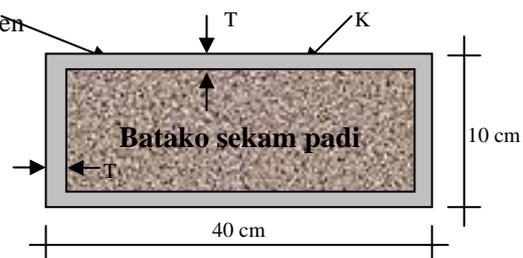
Benda uji	Variasi campuran Semen : Pasir	fas	No. benda uji	Kode benda uji	Jumlah benda uji
Kubus mortar	1 : 1,5	0,40	1 sampai dengan 10	MVIS 1-10	10
Jumlah keseluruhan benda uji kubus mortar					10

Sketsa rencana pembuatan benda uji dan ilustrasi batako sekam padi komposit mortar semen seperti terlihat pada Gambar 1.



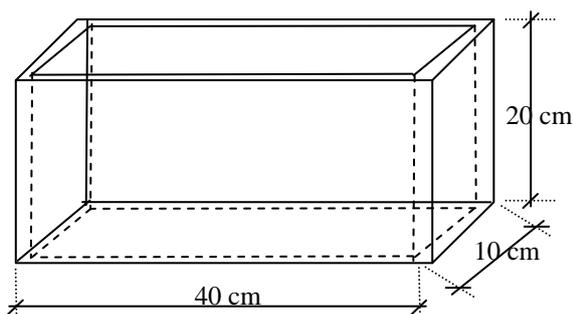
Keterangan: T = Tebal lapisan luar = 5 mm; 10 mm; 15 mm.

Tampak atas batako sekam padi komposit tanpa kawat ayam



K = Kawat ayam ukuran 1 cm x 1 cm

Tampak atas batako sekam padi komposit menggunakan kawat ayam



Gambar 1. Sketsa rencana pembuatan dan ilustrasi benda uji batako sekam padi komposit mortar semen

## B. Peralatan

Peralatan pemeriksaan bahan dasar, pembuatan dan pengujian benda uji.

## C. Proses Penelitian

1. Persiapan bahan dan alat
2. Pemeriksaan dan pengujian bahan dasar
3. Perancangan campuran dan perhitungan kebutuhan bahan
4. Pembuatan benda uji

- a. Penimbangan bahan
- b. Proses pencampuran adukan dan pencetakan benda uji

Proses dilakukan secara berurutan dengan menggunakan prinsip metode beton praletak (*preplaced concrete*), dimana meletakkan terlebih dahulu campuran beton sekam padi yang sudah berbentuk batako kedalam cetakan batako sesuai dengan variasi ketebalan lapisan luar yang dibutuhkan, selanjutnya dimasukkan campuran adukan semen dan pasir sebagai lapisan luar disekelilingnya. Adapun langkah-langkahnya dilakukan 2 tahap, yaitu:

- 1) tahap pencampuran adukan dan pencetakan bagian dalam
- 2) tahap pencampuran adukan dan pencetakan lapisan luar

- c. Perawatan benda uji

Dilakukan dengan menaruh benda uji didalam ruangan lembab di laboratorium.

5. Pengujian batako sekam padi komposit mortar semen, meliputi :
  - a. Pemeriksaan berat jenis beton sekam, mortar, dan batako
  - b. Kuat tekan silinder beton sekam, mortar, dan batako

- c. Modulus elastisitas beton sekam

- d. Serapan air mortar

6. Pengolahan dan analisis data
7. Perhitungan kebutuhan bahan
8. Perhitungan kebutuhan harga bahan dan harga batako
9. Pemilihan tebal optimum dan perbandingan harga batako sekam komposit

## D. Analisis

1. Pemeriksaan berat rerata beton sekam per m<sup>3</sup>
2. Kuat tekan beton, batako, dan mortar
3. Modulus elastisitas merupakan Angka konstanta proporsionalitas yang menunjukkan arah kemiringan kurva tegangan-regangan didalam daerah elastis linier (modulus sekan). SNI 03-4169-1996 mendefinisikan modulus elastisitas beton sebagai besarnya nilai perbandingan antara tegangan dengan regangan, yang diukur dalam kondisi elastis, dan tegangan yang terukur hanya 40 % dari tegangan maksimum dengan persamaan:

$$E_c = \frac{f'_c}{\epsilon_c} \quad \text{Persamaan (1)}$$

$E_c$  = modulus sekan beton tekan, MPa

$f'_c$  = kuat tekan beton =  $f_2 = 0,4 \cdot \text{MPa}$

$\epsilon_c$  = regangan beton saat beton mencapai  $f'_{ci}$

4. Serapan air

$$P = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \quad \text{Persamaan (2)}$$

$P$  = persentase air terserap (%)

$W_1$  = berat benda uji setelah direndam air (gram)

$W_2$  = berat benda uji kering oven (gram).

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

## A. Pengujian Bahan Dasar

## 1. Pasir (agregat halus)

Tabel 3. Hasil pengujian pasir

Sifat teknis agregat halus		Data hasil uji	Standar teknis	Kategori
Berat Jenis	Kering mutlak	2,62	2,5 – 2,7	Agregat halus normal
	SSD	2,69		Agregat halus normal
Serapan Air (%)		2,65	-	Agregat halus normal
Berat Satuan (kg/m <sup>3</sup> )		1.580	1,200 – 1,600	
Gradasi ukuran pasir		Daerah II	-	Agak kasar
Modulus Halus Butir		2,86	2,50 – 3,80	Agregat halus normal
Kandungan Lumpur (%)		4,25	Max 5 %	Memenuhi syarat
Kandungan Zat Organik		warna lebih muda	Tidak gelap	Memenuhi syarat

## 2. Sekam padi

Tabel 4. Hasil pengujian sekam padi

Sifat teknis agregat halus	Data hasil uji
Berat Satuan (kg/m <sup>3</sup> )	113
Kadar Air (%)	21,14

## B. Perhitungan kebutuhan bahan berdasarkan nilai sebar

Tabel 5. Perancangan kebutuhan bahan beton sekam padi per m<sup>3</sup>

Jumlah kebutuhan bahan per m <sup>3</sup>	fas	Semen (kg)	Sekam (kg)	Air (lt)	Berat per m <sup>3</sup> (kg)
		0,6	250	113	150

Tabel 6. Perancangan kebutuhan bahan lapisan luar per m<sup>3</sup>

fas	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (litr)	Viscocrete-10 (litr)	Berat per m <sup>3</sup> (kg)
0,40	666,99	1.266,21	266,80	10,00	2.200

## C. Hasil Pengujian

## 1. Silinder beton sekam

Kuat tekan rerata beton sekam 1,12 MPa yang diperoleh dapat diklasifikasikan sebagai beton dengan kuat tekan yang rendah. Berdasarkan pemeriksaan berat beton yang diperoleh sebesar 799,72 kg/m<sup>3</sup>, dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan dengan kuat tekan yang dipenuhi, menurut Dobrowolski (1998) kuat tekan antara 0,35 MPa sampai dengan 6,9 MPa, menurut Neville and Brooks (1987) kuat tekan antara 0,7 MPa sampai dengan 7 MPa, dan untuk struktur sangat ringan sebagai isolasi menurut SNI 03-3449-2002.

Modulus elastisitas yang dicapai sebesar 84,79 MPa. Proporsi sekam padi 100 % dalam campuran beton mengakibatkan tegangan beton yang dicapai rendah tetapi mengakibatkan nilai regangan beton meningkat, jauh lebih besar dibandingkan beton normal (0,002 – 0,003). Hal ini berarti penggunaan sekam akan membuat beton menjadi lebih *compressible* dan daktail tetapi dengan nilai modulus elastisitas yang rendah dapat diartikan bahwa beton sekam ini akan relatif mudah mengalami pemendekan akibat beban tekan.

## 2. Lapisan luar

Berat jenis mortar dalam penelitian ini diperoleh sebesar  $2.293,76 \text{ kg/m}^3$  yang berarti mortar semen tersebut sangat padat (pori-porinya lebih sedikit/kecil), sehingga daya serap airnya menjadi kecil dan kuat tekannya tinggi sebesar  $79,01 \text{ MPa}$ .

Nilai serapan air yang diperoleh dalam penelitian ini adalah rendah sebesar  $2,01 \%$  untuk perendaman selama 10 menit dan nilai serapan air rerata sebesar  $7,06 \%$  untuk perendaman selama 24 jam. Jika dibandingkan dengan SNI 3-0349-1989, nilai serapan air lebih kecil dari syarat penyerapan air maksimum  $25 \%$  untuk batako mutu I. Hal ini disebabkan karena berat jenisnya yang besar, dimana dapat diartikan bahwa mortar semen tersebut sangat padat (pori-porinya lebih sedikit/kecil), karena adanya penambahan bahan tambah *viscocrete-10* dalam campuran, selain berfungsi sebagai *superplastisizer*, bahan tambah tersebut juga mempunyai fungsi untuk mengurangi sifat permeabilitas, sehingga daya serap airnya menjadi kecil dan kuat tekannya besar dibandingkan hasil penelitian Timuranto (2001). Hal ini juga disebabkan oleh perbandingan volume antara bahan-bahan penyusun yang digunakan adalah 1 semen : 1,5 pasir dengan nilai fas 0,4 yang memperlihatkan kuat tekan dipengaruhi oleh dua hal yang saling berhubungan, yaitu perbandingan adukan dan faktor air semen yang digunakan.

Besarnya kuat tekan ini pula lebih dipengaruhi oleh jumlah bahan ikat yang dipergunakan

dalam adukan, dalam hal ini semakin banyak bahan ikat/semen yang digunakan, maka kuat tekannya juga semakin besar. Sesuai dengan pernyataan Tjokrodinuljo (1996) yang menyebutkan bahwa semakin rendah nilai faktor air semen, semakin tinggi kuat tekan beton/mortar, namun pada suatu nilai faktor air semen tertentu, semakin rendah nilai faktor air semen, kuat tekan beton/mortar semakin rendah pula, hal ini disebabkan karena jika faktor air semen terlalu rendah, adukan beton/mortar sulit untuk dipadatkan, sehingga menghasilkan mortar yang tidak rapat/padat dan berpori banyak, padahal sebagaimana benda padat lainnya, kuat tekan beton/mortar sangat dipengaruhi oleh besarnya pori-pori tersebut.

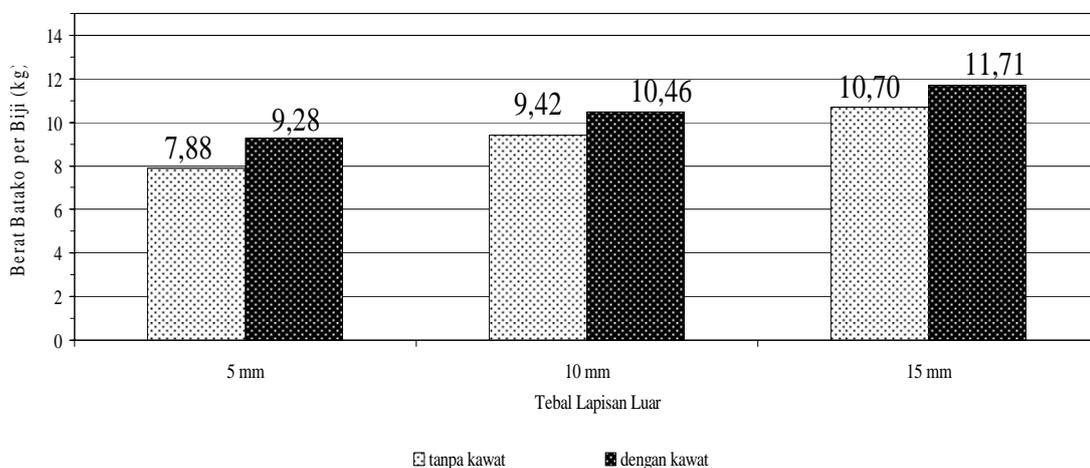
## 3. Batako

### a. Batako non komposit

Pemeriksaan berat rerata per biji batako non komposit (batako sekam) dalam penelitian, diperoleh sebesar  $4,93 \text{ kg}$  dengan nilai kuat tekan yang rendah sebesar  $0,48 \text{ MPa}$ . Jika dibandingkan dengan hasil uji kuat tekan silinder beton sekam diatas, terdapat perbedaan hasil. Perbedaan hasil ini selain disebabkan oleh faktor pemadatan, juga disebabkan oleh faktor luas penampang yang berbeda dari benda uji.

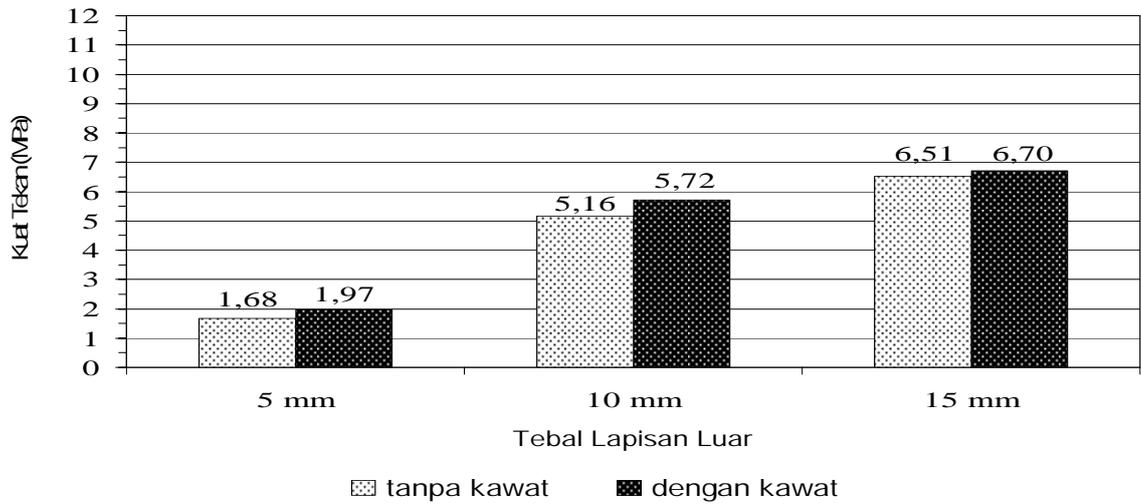
### b. Batako sekam padi komposit tanpa kawat ayam dan menggunakan kawat ayam

#### 1) Berat batako



Gambar 2. Grafik hubungan antara tebal lapisan luar dengan berat batako sekam padi komposit mortar semen tanpa kawat ayam dan menggunakan kawat ayam

2) Kuat tekan batako

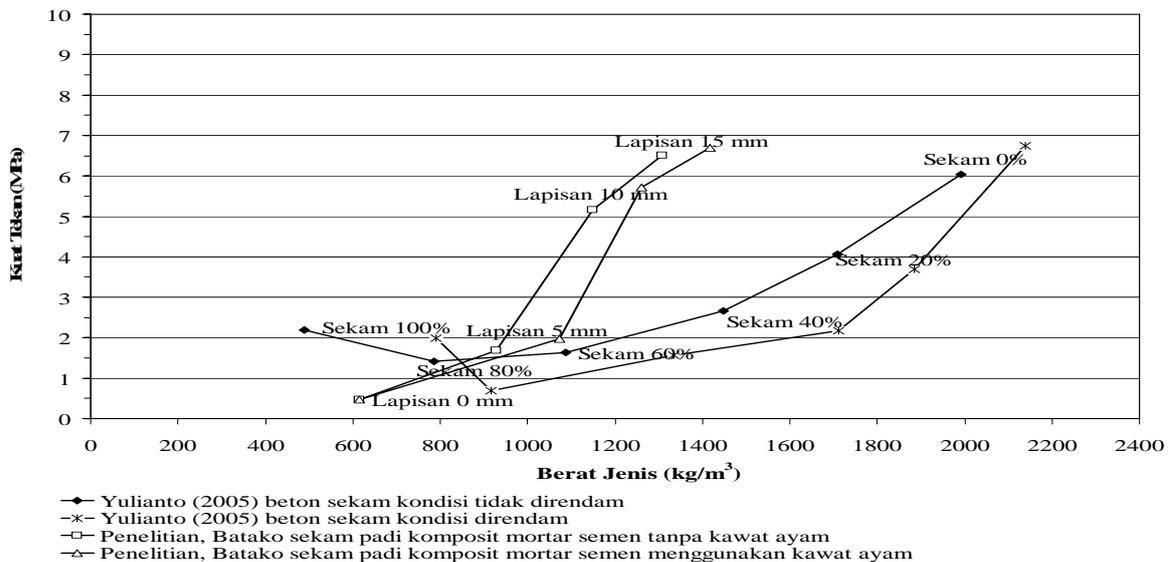


Gambar 3. Grafik hubungan antara tebal lapisan luar dengan kuat tekan batako sekam padi komposit mortar semen tanpa kawat ayam dan menggunakan kawat ayam

Dari Gambar 2. dan Gambar 3. dapat dilihat bahwa semakin tebal lapisan yang diberikan pada batako sekam padi maka kuat tekannya akan semakin tinggi, begitu juga untuk beratnya akan semakin besar. Disisi lain pemakaian kawat ayam pada batako sekam padi komposit juga memberikan penambahan berat. Hal ini sebanding dengan nilai kuat tekan yang dihasilkan. Untuk perhitungan berat per biji dihitung berdasarkan berat rerata dari masing-masing variasi batako sekam padi komposit. Sedangkan untuk berat per m<sup>2</sup> luas dinding adalah perhitungan dari berat per biji dikalikan dengan jumlah batako untuk 1 m<sup>2</sup> (±

13 batako). Berat per biji dan per m<sup>2</sup> luas dinding dari masing-masing variasi batako sekam komposit

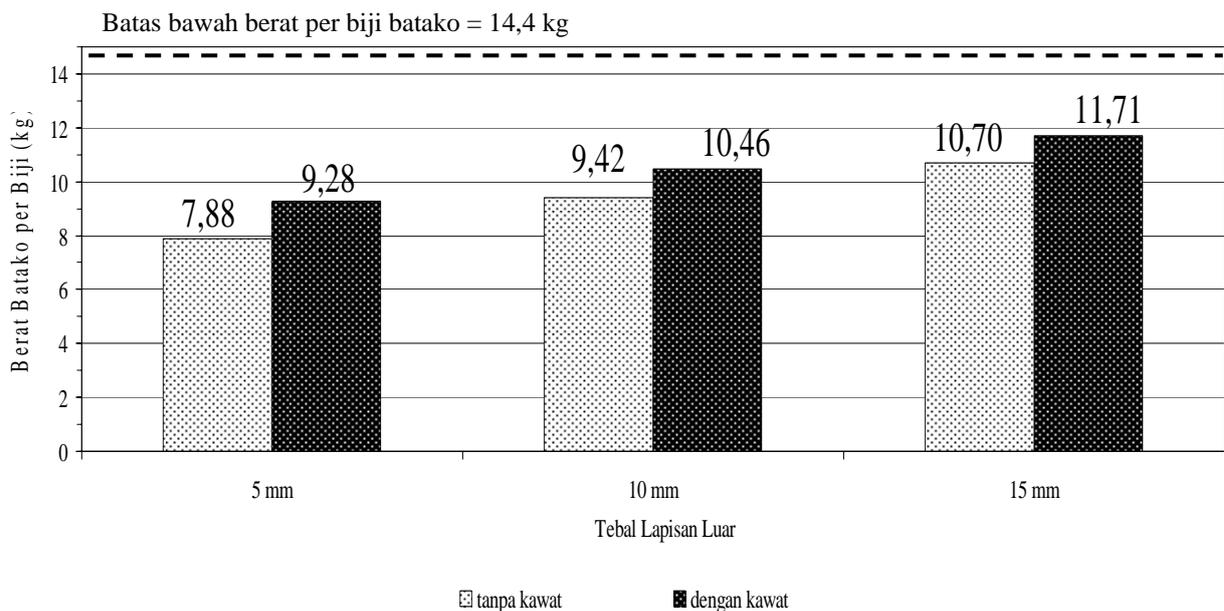
Dari hasil penelitian ini, jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Yulianto (2005) mengenai beton sekam pada kondisi tidak direndam maupun yang direndam, kuat tekan dan berat jenis batako sekam padi komposit, baik tanpa kawat maupun yang menggunakan ayam mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dan berat jenis yang lebih ringan. seperti terlihat pada Gambar 4.



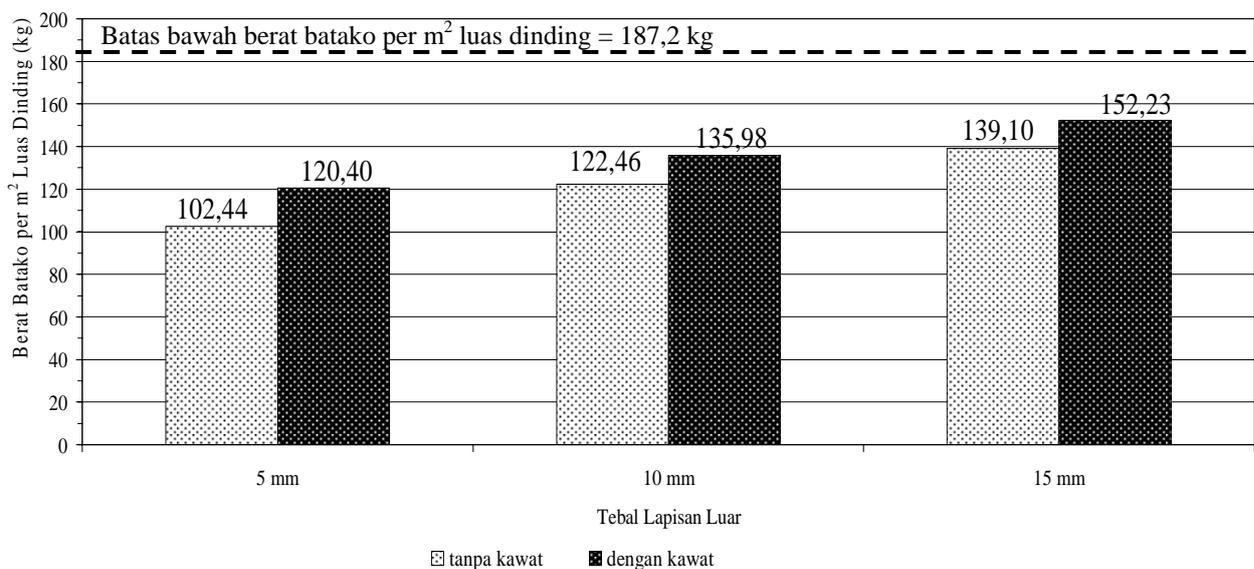
Gambar 4. Grafik perbandingan kuat tekan dan berat jenis batako sekam padi komposit mortar semen tanpa kawat dan menggunakan ayam dengan beton sekam kondisi tidak direndam dan kondisi direndam (Yulianto, 2005)

Hubungan hasil pemeriksaan berat dan pengujian kuat tekan dari batako sekam komposit tanpa menggunakan kawat maupun yang menggunakan kawat ayam berdasarkan masing-masing variasi ketebalan lapisan luar, ditinjau dari berat per biji batako yang ada secara umum dan menurut persyaratan kuat tekan minimum batako pejal (SNI 03-0349-1989) dapat dilihat pada Gambar 5. sampai dengan Gambar 7.

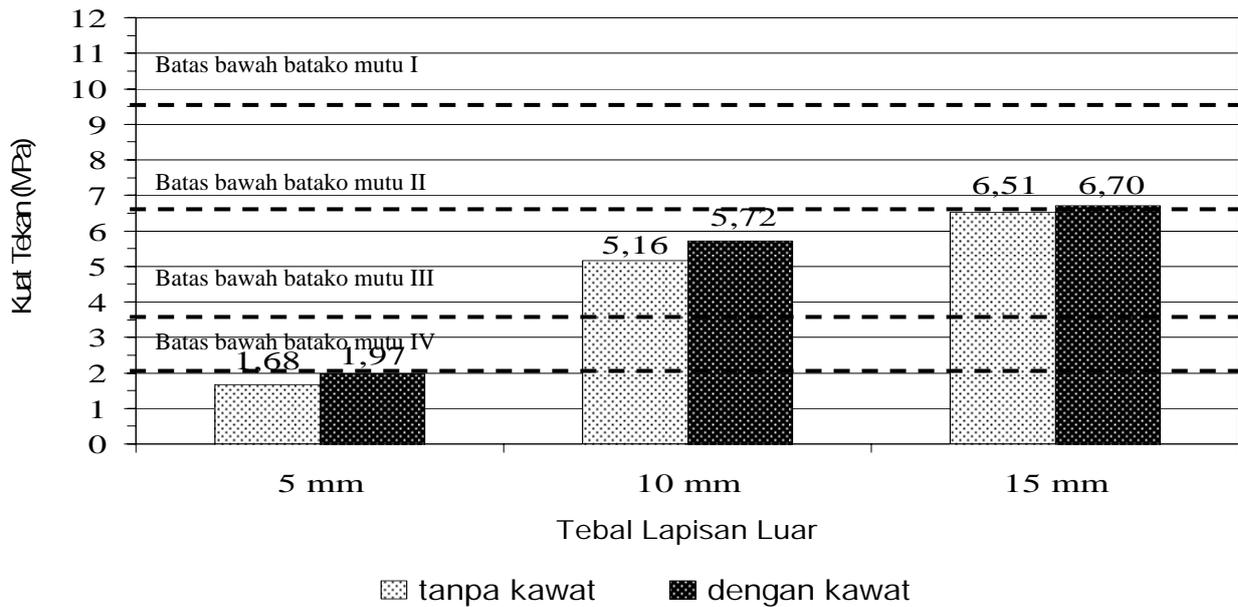
Pada Gambar 5 dan Gambar 6 berat per biji dan berat per m<sup>2</sup> luas dinding batako sekam komposit tanpa kawat untuk setiap variasi tebal lapisan luar lebih ringan daripada yang menggunakan kawat ayam. Secara umum, berat per biji dan berat per m<sup>2</sup> luas dinding dari batako sekam komposit lebih ringan daripada batako pejal yang ada di pasaran, dimana berat per biji sekitar 14,4 kg atau berat per m<sup>2</sup> luas dinding sekitar 187,2 kg.



Gambar 5. Grafik hubungan berat per biji dan tebal lapisan batako sekam padi komposit mortar semen dengan berat per biji batako yang ada secara umum



Gambar 6. Grafik hubungan berat per m<sup>2</sup> luas dinding dan tebal lapisan batako sekam padi komposit mortar semen



Gambar 7. Grafik hubungan kuat tekan dengan tebal lapisan batako sekam padi komposit mortar semen dengan persyaratan kuat tekan minimum berdasarkan SNI 03-0349-1989

Gambar 7. menunjukkan bahwa batako sekam komposit dengan variasi ketebalan lapisan luar tanpa kawat maupun yang menggunakan kawat ayam, ditinjau menurut persyaratan kuat tekan minimum batako pejal (SNI-3-0349-1989) sebagai bahan bangunan dinding, batako sekam komposit tanpa kawat maupun yang menggunakan kawat ayam, untuk variasi tebal lapisan 5 mm tidak memenuhi syarat kuat tekan minimum rerata maupun syarat kuat tekan masing-masing benda uji. Sedangkan untuk variasi tebal lapisan 10 mm dan 15 mm memenuhi syarat kuat tekan minimum rerata dan syarat kuat tekan masing-masing benda uji untuk batako mutu III.

#### D. Tekstur Permukaan dan Pola Keruntuhan Batako

##### 1. Tekstur permukaan

Hasil pengamatan yang dilakukan pada batako sekam padi memperlihatkan tekstur permukaan yang agak kasar seperti terlihat pada Gambar 8.

Tekstur permukaan yang agak kasar pada Gambar 8. menunjukkan adanya rongga pada permukaan batako, yang disebabkan oleh ikatan antar agregat sekam dengan fraksi yang seragam. Tekstur permukaan yang agak kasar ini akan mempengaruhi rekatan antara batako sekam dengan lapisan luar (mortar semen) dan kuat tekan batako sekam komposit.



Gambar 8. Tekstur permukaan batako sekam padi

## 2. Pola keruntuhan

Dari hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pola keruntuhan pada batako sekam komposit seperti terlihat pada Gambar 9.

Pada Gambar 9. memperlihatkan keruntuhan yang terjadi bersifat setempat (lokal) pada bidang sisi tengah dan sisi sudut lapisan luar batako, sedangkan bagian dalam (batako sekam) tetap utuh. Hal ini dimungkinkan karena perbedaan sifat antara batako sekam dengan lapisan luar (mortar semen), dimana bagian dalam (batako sekam) mempunyai sifat perilaku lebih *compressible* dan daktail dengan modulus elastisitas yang rendah sehingga relatif mudah mengalami pemendekan akibat beban atau dimungkinkan pula karena sifat kekuatan agregat sekam yang lemah sehingga tidak mampu menahan rekatan dengan lapisan luar apabila diberi beban, walaupun tekstur permukaan batako yang berongga dan agak kasar dapat memberikan rekatan yang baik dengan lapisan luar.

### E. Kebutuhan Bahan dan Biaya dalam 1 m<sup>3</sup> Batako Sekam Komposit Mortar Semen

Perancangan campuran dan kebutuhan batako sekam per m<sup>3</sup> digunakan jumlah semen 250 kg,

sekam 113 kg, dan air 150 lt dengan fas 0,60 hasil dari uji sebar. Faktor koreksi yang diperoleh 1,56 dari berat perancangan sebesar 513 kg dan berat dilapangan 799,72 kg.

Sedangkan perancangan campuran dan kebutuhan bahan lapisan luar per m<sup>3</sup> digunakan jumlah semen 666,99 kg, pasir 1.266,21 kg, air 266,80 lt, dan bahan tambah *viscocrete-10* sebesar 10,00 lt dengan fas 0,40. Faktor koreksi yang diperoleh 1,043 dari berat perancangan sebesar 2.200 kg dan berat dilapangan 2.293,76 kg.

Untuk kebutuhan biaya bahan batako sekam padi per m<sup>3</sup> dibutuhkan jumlah semen 389,73 kg dengan kebutuhan biaya Rp. 311.784,-. Kebutuhan sekam 176,76 kg dengan kebutuhan biaya Rp. 8.838,-. Total kebutuhan biaya bahan batako sekam padi per m<sup>3</sup> Rp. 320.622,-. Sedangkan kebutuhan biaya bahan lapisan luar per m<sup>3</sup> dibutuhkan jumlah semen 695,42 kg dengan kebutuhan biaya Rp. 556.336,-. Kebutuhan pasir 1320,18 kg dengan kebutuhan biaya Rp. 73.027,-. Kebutuhan bahan tambah *viscocrete-10* sebesar 10,43 lt dengan kebutuhan biaya Rp. 521.500,-. Total kebutuhan biaya bahan lapisan luar per m<sup>3</sup> Rp. 1.150.930,-. Dengan asumsi harga satuan dibawah ini:



Gambar 9. Pola-pola keruntuhan benda uji batako sekam komposit

Asumsi harga :

Semen	= Rp. 800,-/kg
Sekam padi	= Rp. 50,-/kg
Pasir	= Rp. 87.500,- / m <sup>3</sup>
	= Rp. 55,32 / kg
Viscocrete-10	= Rp. 50.000,-/ltr
Kawat ayam	= Rp. 7.000,-/m' (dibagi menjadi 4 bagian dari lebar/per 20 cm)
	= Rp. 1.750,-/m')

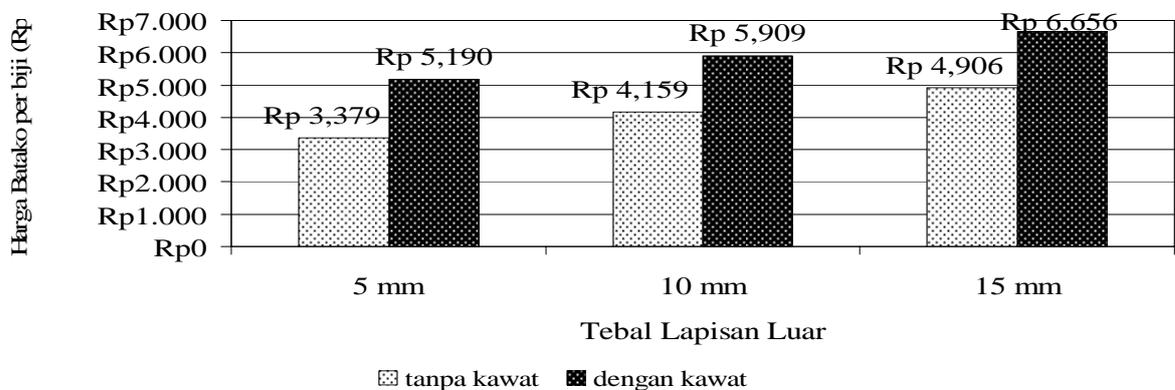
#### F. Harga Batako Sekam Padi Komposit per biji dan per m<sup>2</sup> Luas Dinding

Untuk perhitungan harga per biji batako sekam komposit dihitung berdasarkan volume dari masing-masing batako yang dikalikan dengan harga per m<sup>3</sup> bahan. Sedangkan untuk harga per m<sup>2</sup> luas dinding (1 m<sup>2</sup> luas dinding = ± 13 biji batako) dihitung berdasarkan harga per biji batako dikalikan jumlah batako untuk 1 m<sup>2</sup> luas dinding.

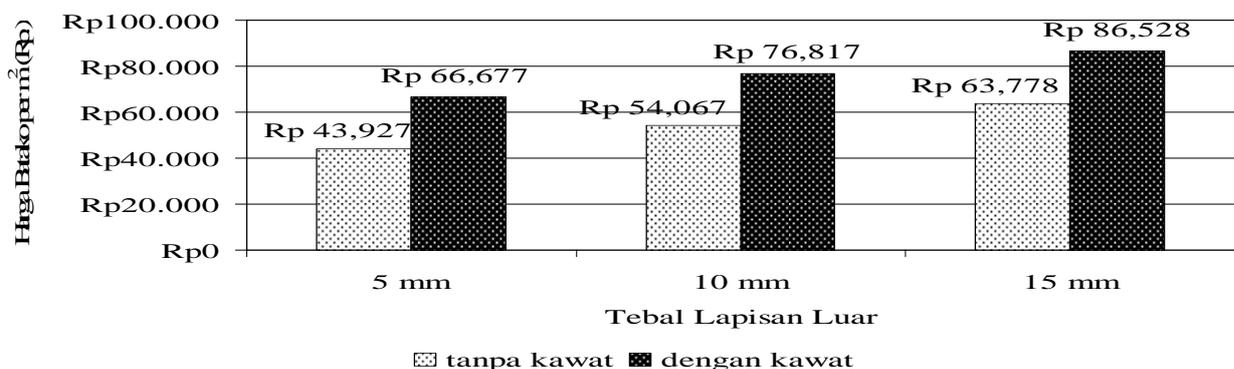
Perhitungan harga batako per biji dan per m<sup>2</sup> luas dinding batako sekam padi (batako non komposit) adalah dengan mengalikan volume batako sekam sebesar 0,008 m<sup>3</sup> dengan harga semen dan sekam per kg, didapat harga batako per biji Rp. 2.565,- dan harga per m<sup>2</sup> luas dinding Rp. 33.345,-. Sedangkan untuk harga batako sekam komposit, baik tanpa kawat maupun dengan kawat ayam dari masing-masing variasi ketebalan lapisan dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.

Pada Gambar 10 sampai dengan Gambar 11 dapat dilihat bahwa semakin tebal lapisan yang diberikan pada batako maka semakin besar pula harga untuk per biji dan untuk setiap m<sup>2</sup> luas dinding.

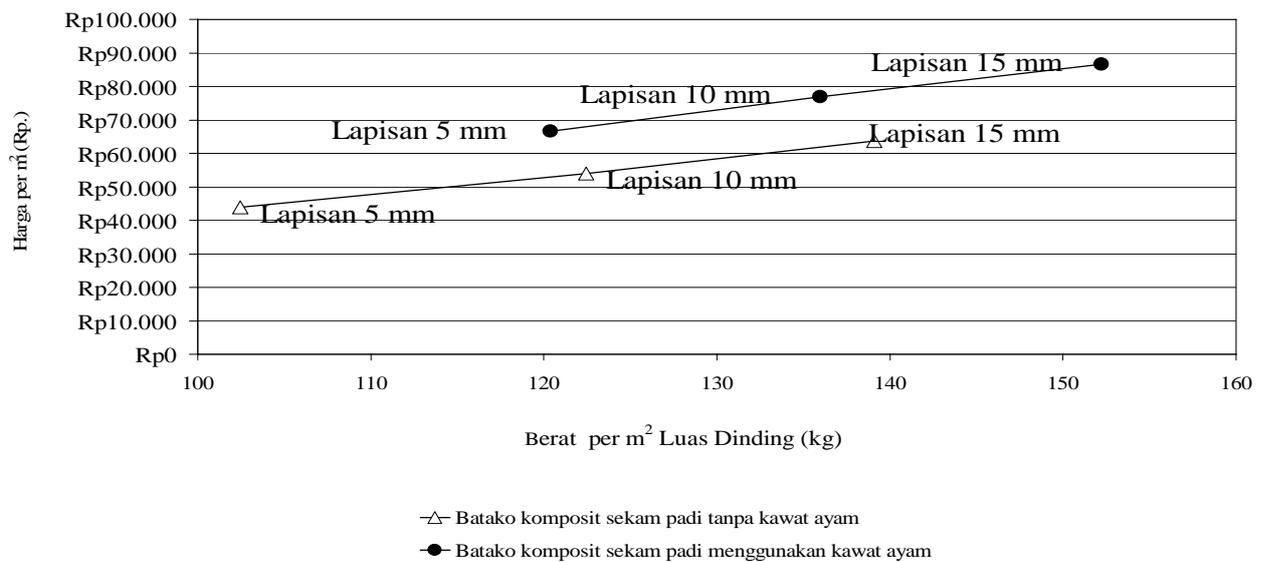
Bila ditinjau dari segi biaya dan berat batako, menunjukkan bahwa semakin kecil berat per m<sup>2</sup> luas dinding, maka semakin kecil pula harga batako per m<sup>2</sup> nya. Hal ini sebanding dengan nilai kuat tekan yang dihasilkan, dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 10. Grafik hubungan harga batako per biji dan tebal lapisan batako sekam padi komposit mortar semen



Gambar 11. Grafik hubungan harga per m<sup>2</sup> luas dinding dan tebal lapisan batako sekam padi komposit mortar semen



Gambar 12. Grafik hubungan berat dan harga per m<sup>2</sup> luas dinding batako sekam padi komposit mortar semen

Pada Gambar 12 dapat disimpulkan bahwa tebal lapisan luar optimum dari batako sekam komposit ditinjau dari hasil kuat tekan minimum yang telah memenuhi persyaratan, berat yang ringan dan segi biaya yang ekonomis adalah batako dengan variasi tebal lapisan luar 10 mm tanpa kawat ayam.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini, berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis, berat satuan, gradasi, kandungan lumpur, dan kadar zat organik memenuhi syarat sebagai bahan penyusun campuran mortar semen untuk lapisan luar batako sekam padi.
2. Sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai berat satuan bahan sebesar 113 kg/m<sup>3</sup> dan kadar air sekam sebesar 21,14 %.
3. Nilai serapan air lapisan luar diperoleh sebesar 2,01 % untuk perendaman selama 10 menit dan sebesar 7,06 % untuk perendaman selama 24 jam. Nilai persentase serapan air ini memenuhi syarat dari SNI 03-0349-1989 tentang bata beton, dimana nilai serapan air lebih kecil dari syarat penyerapan air maksimum 25 % untuk batako mutu I.
4. Kuat tekan batako sekam komposit untuk variasi ketebalan 5 mm, 10 mm, dan 15 mm

tanpa kawat ayam, berturut-turut adalah 1,68 MPa, 5,16 MPa, dan 6,51 MPa. Sedangkan menggunakan kawat ayam, berturut-turut adalah 1,97 MPa, 5,72 MPa, dan 6,70 MPa.

5. Klasifikasi mutu dan kuat tekan minimum yang disyaratkan dari SNI 03-0349-1989, hanya batako sekam komposit variasi ketebalan 10 mm dan 15 mm, baik tanpa kawat maupun yang menggunakan kawat ayam yang memenuhi syarat batako mutu III.
6. Berat jenis batako sekam komposit variasi ketebalan 5 mm, 10 mm, dan 15 mm tanpa kawat ayam yang dihasilkan berturut-turut 929,01 kg/m<sup>3</sup>, 1149,62 kg/m<sup>3</sup>, dan 1307,62 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan menggunakan kawat ayam yang dihasilkan berturut-turut 1072,32 kg/m<sup>3</sup>, 1260,55 kg/m<sup>3</sup>, 1417,54 kg/m<sup>3</sup>.
7. Berat per biji batako sekam komposit variasi ketebalan 5 mm, 10 mm, dan 15 mm tanpa kawat ayam dihasilkan berturut-turut 7,88 kg, 9,42 kg, dan 10,70 kg. Sedangkan menggunakan kawat ayam dihasilkan berturut-turut 9,28 kg, 10,46 kg, dan 11,71 kg.
8. Berat per m<sup>2</sup> luas dinding batako sekam komposit variasi ketebalan 5 mm, 10 mm, dan 15 mm tanpa kawat ayam antara dihasilkan berturut-turut 102,44 kg, 122,46 kg, dan 139,10 kg. Sedangkan menggunakan kawat ayam antara dihasilkan berturut-turut 120,40 kg, 135,98 kg, dan 152,23 kg.

9. Untuk tebal lapisan luar optimum adalah batako sekam komposit variasi tebal lapisan luar 10 mm tanpa kawat ayam yang ditinjau dari hasil kuat tekan minimum yang telah memenuhi persyaratan, berat yang ringan dan segi biaya yang ekonomis.

#### B. Saran

1. Pada saat penuangan adukan mortar semen untuk pencetakan lapisan luar batako ketebalan 5 mm harus dilakukan secara cermat agar adukan menyebar dengan baik dan merata.
2. Perlu dipertimbangkan pemakaian pasir yang lebih halus seperti pasir yang lolos ayakan 1,2 mm.
3. Bila dilihat dari segi ekonomis dan berat batako, sebaiknya penggunaan kawat ayam pada batako sekam komposit tidak perlu dilakukan lagi. Selain berat batakonya bertambah, kuat tekan yang diperoleh relatif tidak jauh berbeda dengan batako sekam komposit variasi tanpa kawat, dimana masing-masing batako sekam komposit mortar semen variasi tebal lapisan 10 mm dan 15 mm tanpa kawat ayam telah memenuhi persyaratan kuat tekan minimum batako menurut SNI 03-0349-1989.
4. Perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai sifat durabilitas batako terhadap benturan (utilitas dinding, misalnya bila dinding dipaku) dan ketahanan dalam bentuk dinding bangunan terhadap gaya lateral.

#### DAFTAR PUSTAKA

- NSPM Kimpraswil, 2002, *Metode, Spesifikasi dan Tata Cara (Bagian 3 : Beton, Semen, Perkerasan Beton Semen)*, Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung.
- SNI 03-0348-1989, *Metode Pengujian dan Spesifikasi Bata Beton*, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-0349-1989, *Bata Beton untuk Pasangan Dinding*, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Balitbang Departemen Kimpraswil, Jakarta.
- SNI 03-6433-2000, *Metode Pengujian Serapan Air pada Beton*, Balitbang Departemen Kimpraswil, Jakarta.
- SNI 03-6825-2002, *Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar*, Balitbang Departemen Kimpraswil, Jakarta.
- SNI 03-6861.1-2002, *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*, Balitbang Departemen Kimpraswil, Jakarta
- Tjokrodinuljo, K., 2004, *Teknologi Beton*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yulianto, I., 2005, *Perilaku Mekanik Beton Ringan Sekam Padi dengan Kandungan Semen Portland 250 kg/m<sup>3</sup>, 300 kg/m<sup>3</sup>, dan 350 kg/m<sup>3</sup>*, Tesis, Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.