

## BATAKO STYROFOAM KOMPOSIT MORTAR SEMEN

Ahmad Wancik<sup>1)</sup>, Iman Satyarno<sup>2)</sup>, Kardiyono Tjokrodumuljo<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Setda Kota Palembang – Jl. Merdeka No. 1 Palembang

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM – Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta

### ABSTRACT

*Research in construction material by exploiting styrofoam as lightweight concrete, gives result that a construction material will have a lighter weight if it is mixed with styrofoam, and achieve a lower strength. This research were try to improve the strength of styrofoam concrete block composite by giving cement mortar mixture as an outer layer.*

*The specimen of concrete block composite will be made with concrete method of preplaced concrete, where initially by putting down the concrete block composite with styrofoam into a mold according to various thickness of outer layer required, and mortar mixture as outer layer around it.*

*It was found that the compressive strength of concrete block with various outer layer thickness of 5, 10, and 15 mm without cord net were reached at 2.52 MPa, 5.44 MPa and 7.49 MPa respectively with weight per piece were 7.60 kgs, 9.06 kgs, and 10.23 kgs. The compressive strength of concrete block with cord net size 100 mm<sup>2</sup> were reached 3.27 MPa, 5.75 MPa and 8.58 MPa respectively with same various outer layer thickness and weigh per piece reached at 8.06 kgs, 9.15 kgs, and 10.28 kgs. Water absorption of outer layer were achieved 2,01 % and 7,06 % for soaking during 10 minutes and 24 hours respectively. Generally, the composite styrofoam concrete block with cement mortar outer layer thickness of 5 mm, 10 mm and 15 mm has meet a clauses of SNI requirements to solid concrete block for concrete block quality IV, quality III and quality II.*

*Keywords : Concrete block, Styrofoam, Cement mortar*

### PENDAHULUAN

Pada saat ini banyak penelitian yang dilakukan sebagai upaya pemecahan masalah dalam mengatasi pencemaran lingkungan yang diakibatkan antara lain oleh limbah. Jenis limbah yang telah dimanfaatkan antara lain limbah *styrofoam* yang telah diteliti sebagai bahan campuran untuk beton ringan.

Dari hasil penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dengan memanfaatkan *styrofoam* sebagai bahan campuran untuk beton ringan memberikan hasil semakin besar penggunaan *styrofoam* pada campuran menjadikan beton semakin ringan, akan tetapi kekuatannya semakin rendah.

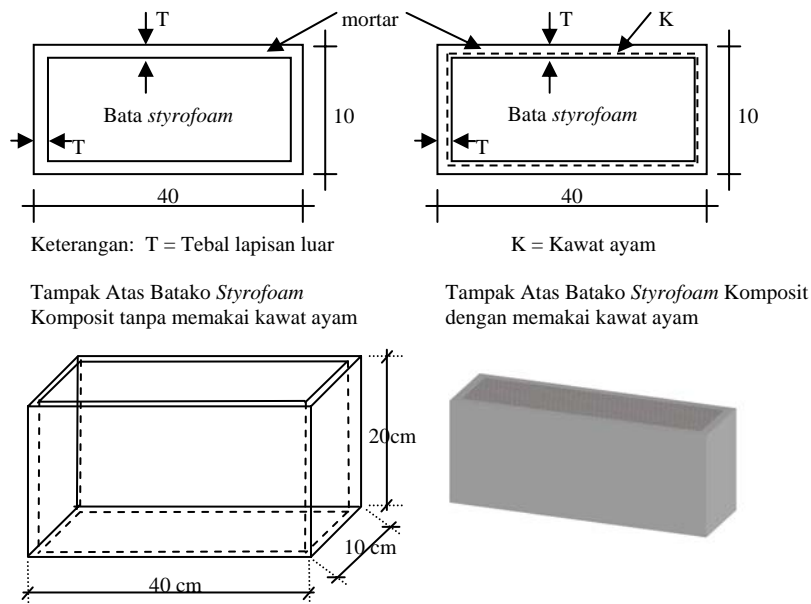
Penelitian ini dimaksudkan untuk memanfaatkan limbah *styrofoam* sebagai bahan dasar pembuat batako kemudian mencoba melakukan

peningkatan kekuatan secara komposit dengan memberikan lapisan pada bagian luarnya. Dengan perlakuan tersebut maka batako yang dihasilkan tentunya akan lebih ringan dan memiliki kekuatan yang setara dengan kekuatan batako pada umumnya.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Bahan dan Benda Uji

1. Bahan – bahan yang digunakan adalah *styrofoam*, air, semen tipe I, agregat halus (pasir), *viscocrete* dan kawat ayam ukuran 1 cm x 1 cm.
2. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah batako panjang 400 mm, lebar 200 mm dan tebal 100 mm (Gambar 1).



Gambar 1. Sketsa rencana pembuatan benda uji batako styrofoam komposit mortar semen

B. Peralatan

1. Peralatan pemeriksaan bahan dasar: gelas ukur, ayakan, mesin penggetar ayakan, timbangan, oven, kerucut abrasi, bejana, pinometer.
2. Peralatan pembuatan benda uji: cetakan batako, cetakan kubus mortar, timbangan, stopwatch, gelas ukur, ember, mesin aduk (mixer), tongkat besi.
3. peralatan pengujian batako: mesin uji tekan, ember, stopwatch, timbangan.

C. Cara Penelitian

1. Persiapan bahan dan alat.
2. Pemeriksaan bahan dasar.
3. Perancangan campuran dan penghitungan kebutuhan bahan.

Kebutuhan bahan batako styrofoam per m<sup>3</sup> yaitu semen 250 kg, styrofoam 14.6 kg, dengan faktor air semen (fas) 0.488. Kebutuhan bahan lapisan luar batako (mortar semen) per m<sup>3</sup> nya yaitu dengan menggunakan perbandingan volume yaitu 1 semen: 1.5 pasir, visocrete-10 1.5 % dari jumlah semen dan fas sebesar 0.40.

4. Pembuatan benda uji

Tahap pembuatan benda uji terdiri dari pencetakan batako styrofoam (non komposit), silinder beton sebanyak 3 buah, pencetakan bagian dalam batako (bata styrofoam), pemberian kawat ayam pada bata styrofoam, pelapisan bagian luar batako dan pencetakan kubus mortar 10 buah untuk benda uji lapisan luar batako.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Batako untuk setiap variasi ketebalan

Benda uji	Jumlah benda uji setiap variasi ketebalan				Jumlah (biji)
	0 mm	5 mm	10 mm	15 mm	
Batako non komposit	5	-	-	-	5
Batako Styrofoam komposit mortar semen tanpa kawat	-	5	5	5	15
Batako Styrofoam komposit mortar semen dengan kawat	-	5	5	5	15
Jumlah benda uji					35

5. Pemeriksaan benda uji
  - a. Pengujian silinder beton *styrofoam* meliputi berat beton per m<sup>3</sup>, kuat tekan dan modulus elastisitas
  - b. Pengujian batako meliputi berat dan kuat tekan.
  - c. Pengujian kubus mortar meliputi berat jenis, kuat tekan dan serapan air.

#### D. Analisis Data Hasil Pengujian

1. Analisa berat beton *styrofoam* untuk mengetahui berat beton per m<sup>3</sup>.
2. Perhitungan kuat tekan beton untuk mendapatkan kuat tekan maksimum.
3. Modulus elastisitas beton dihitung dengan menggunakan modulus sekan (*secant modulus*) dari kurva tegangan regangan beton.
4. Analisa berat batako untuk mengetahui berat batako per biji.
5. Perhitungan kuat tekan batako untuk mendapatkan kuat tekan maksimum.
6. Analisa berat jenis mortar.
7. Perhitungan kuat tekan mortar untuk mendapatkan kuat tekan maksimum.
8. Serapan air mortar setelah perendaman dalam air selama 10 menit dan 24 jam.

$$\text{Serapan air (P)} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

dimana :

$P$  = presentase air terserap (%)

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

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

#### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### A. Hasil Pemeriksaan Bahan Dasar

###### 1. Pasir

Agregat halus (pasir) asal Sungai Boyong mempunyai berat jenis sebesar 2.62 dan berat jenis pasir SSD sebesar 2.69, daya serap air sebesar 2.65 %, kandungan lumpur 4.25 % dan berat satuan 1.58 gr/cm<sup>3</sup>, modulus halus butir 2.86 dan pasir termasuk pasir agak kasar.

###### 2. Styrofoam

*Styrofoam* yang digunakan dari limbah *styrofoam* berasal dari Dusun Sukunan, Sleman, Yogyakarta mempunyai berat satuan 14.6 kg/m<sup>3</sup> dengan ukuran butiran yang tidak beraturan ada yang kasar dan ada yang halus.

##### B. Hasil Pemeriksaan Benda Uji

###### 1. Beton styrofoam

###### a. Berat beton per m<sup>3</sup>

Berat beton *styrofoam* pada umur 28 hari adalah sebesar 683.30 kg/m<sup>3</sup>. Bila dilihat dari beratnya yang lebih kecil daripada berat jenis air, memungkinkan beton tersebut dapat mengapung di dalam air.

Bila dilihat dari batasan-batasan yang tersebut pada Tabel 2, beton *styrofoam* dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan.

###### b. Kuat tekan

Kuat tekan rerata beton *styrofoam* yang diperoleh sebesar 0.67 MPa. Berdasarkan berat jenis dan kuat tekannya, beton *styrofoam* dapat diklasifikasikan sebagai beton dengan berat jenis rendah (Dobrowolski, 1998) dan beton ringan untuk non-struktur (Satyarno, 2004).

Tabel 2. Pembagian beton ringan menurut penggunaan dan persyaratannya

Pustaka	Dobrowolski (1998)	SNI 03-3449-2002	Satyarno (2004)	Peneliti (2008)
Jenis beton ringan	beton dengan berat jenis rendah	Beton ringan untuk Struktur sangat ringan	beton ringan untuk nonstruktur	-
Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	240-800	< 800	240 – 800	683.30
Kuat Tekan (MPa)	0.35-6.9	-	0.35-7	0.67

c. Modulus elastisitas beton

Hasil pengujian terhadap silinder beton *styrofoam* diperoleh nilai modulus elastisitas rerata sebesar 54.54 MPa.

2. Batako *styrofoam* (non komposit)

Hasil pemeriksaan berat batako *styrofoam* rerata per biji 5.34 kg dan kuat tekan rerata batako sebesar 0.69 MPa. Berat batako *styrofoam* bila dibandingkan dengan batako pejal dari mortar semen yang dijual dipasaran (14.4 kg/biji) maka beratnya lebih ringan 62.92 %.

Berdasarkan berat dan kuat tekan beton, batako *styrofoam* dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan untuk non-struktur (Satyarno, 2004) dan beton dengan berat jenis rendah (Dobrowolski, 1998). Dengan demikian batako *styrofoam* ini dapat diaplikasikan untuk konstruksi yang tidak memikul beban atau dinding penyekat.

3. Batako *styrofoam* komposit mortar semen

a. Berat batako (kg)

Hasil pemeriksaan berat batako *styrofoam* komposit mortar semen baik yang memakai dan tidak memakai kawat ayam memperlihatkan semakin tebal lapisan luar yang diberikan pada batako *styrofoam* maka berat batako akan semakin besar (Gambar 2).

Bila dibandingkan dengan berat batako pejal dari mortar semen yang dijual dipasaran,

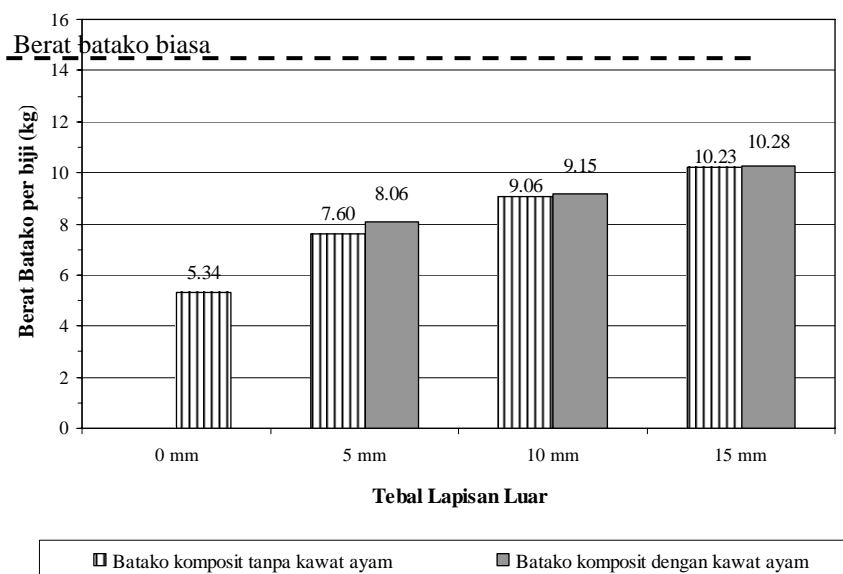
batako *styrofoam* komposit mortar semen lebih ringan 28.61 % sampai 47.22 %.

b. Kuat tekan

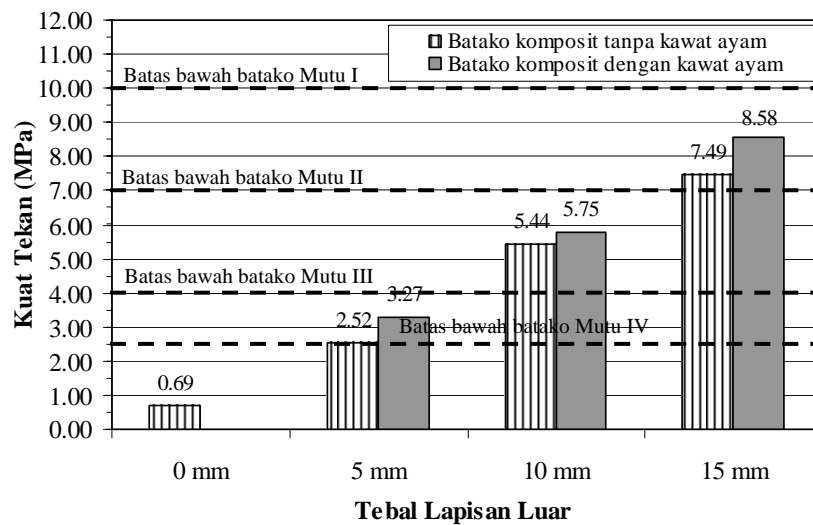
Hasil pengujian kuat tekan batako *styrofoam* komposit mortar semen baik yang memakai dan tidak memakai kawat ayam memperlihatkan semakin tebal lapisan yang diberikan pada batako *styrofoam* maka kuat tekan batako akan semakin tinggi (Gambar 3).

Menurut persyaratan kuat tekan minimum batako pejal (SNI-3-0349-1989), batako *styrofoam* komposit mortar semen dengan tebal lapisan 5 mm, 10 mm, 15 mm baik yang memakai dan tidak memakai kawat ayam telah memenuhi persyaratan batako pejal yaitu mutu IV, mutu III dan mutu II.

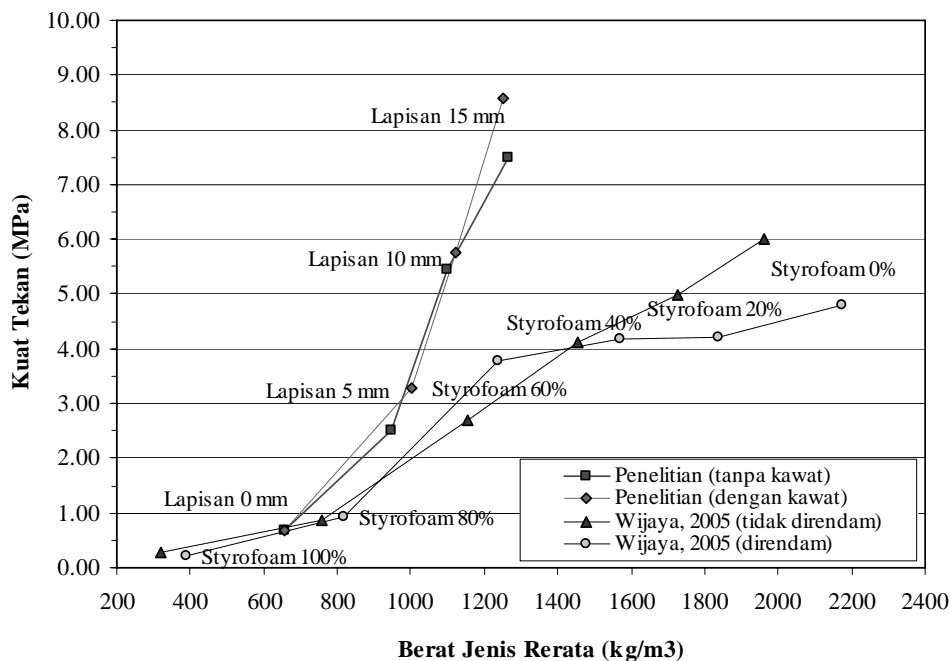
Bila dibandingkan dengan penggunaan pasir pada variasi campuran beton *styrofoam* dari hasil penelitian yang dilakukan Wijaya (2005), memperlihatkan bahwa pemberian lapisan luar pada batako *styrofoam* dapat menggantikan prosentase pemakaian pasir pada beton. Pada Gambar 4 diperlihatkan bahwa dengan nilai kuat tekan yang sama, pemberian lapisan luar pada batako *styrofoam* diperoleh berat jenis yang lebih rendah daripada penggunaan pasir pada campuran beton *styrofoam*.



Gambar 2. Grafik hubungan antara tebal lapisan luar dan berat per biji batako *styrofoam* komposit mortar semen yang memakai dan tidak memakai kawat ayam



Gambar 3. Grafik hubungan tebal lapisan luar dan kuat tekan batako *styrofoam* komposit mortar semen yang memakai kawat dan tidak memakai kawat menurut SNI-3-0349-1989



Gambar 4. Grafik perbandingan berat jenis dan kuat tekan antara beton *styrofoam* yang tidak direndam dan yang direndam (Wijaya, 2005) dengan batako *styrofoam* komposit

Pada batako *styrofoam* komposit mortar semen dengan tebal lapisan luar 15 mm, berat jenis batako lebih ringan 36.30% sampai 42.45% daripada beton dengan kandungan *styrofoam* 0%, sedangkan kuat tekan batako lebih tinggi 30.06% sampai 43.93% daripada beton dengan kandungan *styrofoam* 0%.

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

##### a. Tekstur permukaan bata *styrofoam*

Hasil pengamatan yang dilakukan pada bata *styrofoam* memperlihatkan tekstur permukaan yang agak kasar seperti terlihat pada Gambar 5.

Tekstur permukaan bata *styrofoam* yang agak kasar dapat disebabkan adanya rongga udara pada butiran *styrofoam* yang tidak terisi pasta. Tekstur permukaan bata *styrofoam* ini kemungkinan dapat mempe-

ngaruhi ikatan lapisan luar (mortar semen) terhadap kuat tekan batako. Namun dengan sifat bata *styrofoam* yang lebih daktail (*compressible*) maka kuat tekan batako lebih bertumpu pada kekuatan dari mortar semen saja.

b. Pola keruntuhan benda uji

Dari hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pola keruntuhan pada batako *styrofoam* komposit seperti terlihat pada Gambar 6.

Pada Gambar 6 memperlihatkan keruntuhan yang terjadi berupa keruntuhan pada

lapisan luarnya. Hal ini dimungkinkan karena perbedaan sifat antara bata *styrofoam* dengan lapisan luar (mortar semen).

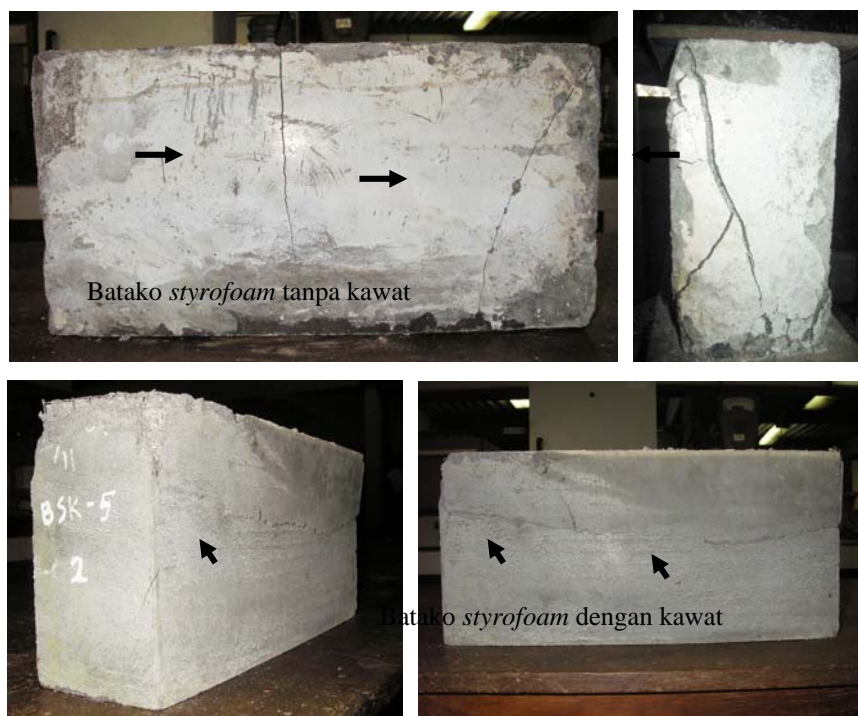
5. Hasil Pengujian Lapisan Luar Batako

a. Berat jenis

Berat jenis mortar yang diperoleh 2.29 gr/cm<sup>3</sup> sedikit diatas rata-rata berat jenis mortar semen, hal ini bisa disebabkan penggunaan bahan tambah *viscocrete* untuk *Self Compacting Concrete* (SCC) yang membuat mortar lebih padat.



Gambar 5. Tekstur permukaan bata *styrofoam*



Gambar 6. Pola keruntuhan benda uji batako komposit

### b. Kuat tekan

Kuat tekan mortar rerata sebesar 79.01 MPa. Nilai kuat tekan mortar yang tinggi tersebut dapat disebabkan dari komposisi campuran dengan perbandingan volume 1 : 1.5 dan nilai fas 0.4, pemakaian pasir lolos ayakan 2.4 mm mempunyai keuntungan mortar yang dihasilkan lebih mudah masuk kedalam rongga, dan penggunaan bahan tambah *viscocrete* untuk kemudahan dalam pengerjaan (menjadikan mortar dapat mengalir dan memadat sendiri, mengurangi pemakaian air, menurunkan permeabilitas).

Mortar mempunyai kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusunnya dan perbandingan antara bahan-bahan penyusunnya (Kardiyono, 2004).

### c. Serapan air

Hasil pengujian serapan air mortar untuk lapisan luar batako diperoleh nilai serapan air untuk perendaman di dalam air selama 10 menit dan 24 jam berturut-turut sebesar 2.01% dan 7.06%. Bila dilihat dari syarat penyerapan air menurut SNI 3-0349-1989, nilai serapan air untuk lapisan luar batako lebih kecil daripada syarat penyerapan air maksimum batako pejal mutu I yaitu 25%. Dengan demikian batako

*styrofoam* komposit mortar semen dapat digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindungi (untuk konstruksi di luar atap).

### C. Kebutuhan Biaya Bahan Batako

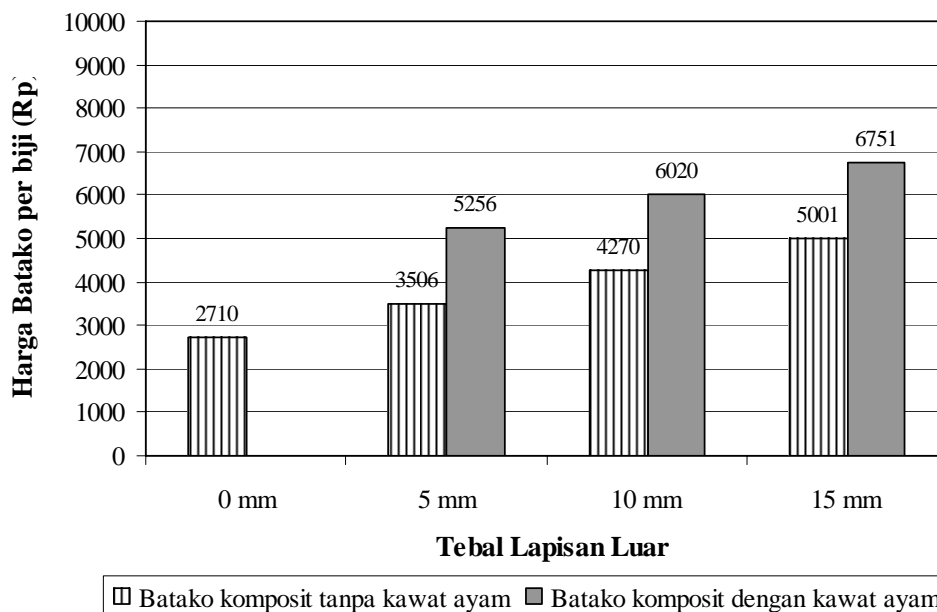
Hasil perhitungan kebutuhan biaya bahan batako per biji disajikan pada Gambar 7.

Dari grafik di atas diperlihatkan semakin tipis lapisan luar yang diberikan pada batako *styrofoam*, maka biaya pembuatan batako akan semakin rendah. Hal ini setara dengan nilai kuat tekan yang diperoleh.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Agregat halus (pasir) asal Sungai Boyong mempunyai berat jenis sebesar 2.62 dan berat jenis pasir SSD sebesar 2.69, daya serap air sebesar 2.65 %, kandungan lumpur 4.25 % dan berat satuan 1.58 gr/cm<sup>3</sup>, modulus halus butir 2.86 dan pasir termasuk pasir agak kasar.
2. *Styrofoam* yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai berat satuan sebesar 14.6 kg/m<sup>3</sup>.



Gambar 7. Grafik hubungan tebal lapisan luar dan harga batako per biji

3. Berdasarkan nilai kuat tekan beton, batako *styrofoam* dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan untuk non-struktur (Satyarno, 2004) dan beton dengan berat jenis rendah (Dobrowolski, 1998). Batako *styrofoam* dapat diaplikasikan untuk konstruksi yang tidak memikul beban atau dinding penyekat.
4. Berdasarkan nilai kuat tekan batako menurut SNI 3-0349-1989, batako *styrofoam* komposit mortar semen yang tidak menggunakan kawat ayam dan yang menggunakan kawat ayam untuk tebal lapisan 5 mm, 10 mm, 15 mm masing-masing telah memenuhi persyaratan menurut kuat tekan minimum batako pejal yaitu mutu IV, mutu III dan mutu II.
5. Nilai serapan air untuk lapisan luar batako sebesar 7.06% lebih kecil dari syarat penyerapan air maksimum batako pejal menurut SNI 3-0349-1989 yaitu sebesar 25 % untuk batako mutu I. Dengan demikian Batako *styrofoam* komposit mortar semen dapat digunakan untuk konstruksi yang tidak terlindung (untuk konstruksi di luar atap).
6. Semakin ringan batako *styrofoam* komposit mortar semen yang dihasilkan maka semakin rendah biaya kebutuhan bahan, begitu pula dengan kuat tekannya akan semakin rendah. Harga batako per biji tertinggi senilai Rp. 6,751.00,- didapat dari batako *styrofoam* komposit memakai kawat ayam dengan tebal lapisan luar 15 mm, sedangkan harga batako per biji terendah senilai Rp. 2,710.00,- didapat dari batako *styrofoam* non komposit.

#### B. Saran

1. Dalam pembuatan batako *styrofoam* komposit mortar semen sebaiknya dipilih ketebalan lapisan yang sesuai untuk mendapatkan mutu batako yang diinginkan.
2. Bila dilihat dari segi ekonomis dan berat batako, sebaiknya penggunaan kawat ayam pada batako *styrofoam* komposit tidak perlu dilakukan lagi. Selain beratnya bertambah dan kuat tekan yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan batako *styrofoam* komposit mortar semen yang tidak memakai kawat ayam dan telah memenuhi persyaratan batako menurut SNI.

3. 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.
4. Perlu dipertimbangkan pemakaian pasir yang lebih halus seperti pasir yang lolos ayakan 1.2 mm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R., 2007, *Bahan Bangunan Sebagai Dasar Pengetahuan*, Jakarta.
- Departemen P.U., 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Departemen P.U., 1989, *SNI 03-0348-1989 Metode Pengujian dan Spesifikasi Bata Beton*, Balitbang, Jakarta.
- Departemen P.U., 1989, *SNI 03-0349-1989 Bata Beton untuk Pasangan Dinding*, Balitbang, Jakarta.
- Departemen P.U., 2002, *SNI 03-3449-2002 Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Kimpraswil, Bandung.
- Dobrowolski, A.J., 1998, *Concrete Construction Hand Book*, The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- 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.
- Satyarno, I, 2004, *Penggunaan Semen Putih untuk Beton Styrofoam Ringan (Batafoam)*, Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 2004, *Teknologi Beton*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wijaya, S.N., 2005, *Efek Perendaman Beton Styrofoam Ringan Dengan Semen Portland Abu-Abu 250 kg/m<sup>3</sup>*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.