

Hibah Monodisiplin

Perjanjian No: III/LPPM/2013-3/28-P

**PENELITIAN BETON RINGAN NON-STRUKTURAL  
DENGAN AGREGAT STYROFOAM BEKAS**



**Tim Peneliti:**

**Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**Ir. Buen Sian, ST, MT**

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Katolik Parahyangan  
2013**

Hibah Monodisiplin

Perjanjian No: III/LPPM/2013-3/28-P

**PENELITIAN BETON RINGAN NON-STRUKTURAL  
DENGAN AGREGAT STYROFOAM BEKAS**



**Tim Peneliti:**

**Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**Ir. Buen Sian, ST, MT**

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Katolik Parahyangan  
2013**

# **BETON RINGAN NON-STRUKTURAL DENGAN AGREGAT STYROFOAM BEKAS**

Tim Peneliti

**Dr. Cecilia Lauw Giok Swan  
Ir. Buen Sian, ST, MT**

## **Abstrak**

Styrofoam berupa gabus putih yang sangat ringan dan murah, sehingga amat disukai untuk mengemas makanan dan berbagai keperluan lain. Namun penelitian membuktikan bahwa penggunaan styrofoam sebagai kemasan makanan memiliki pula dampak negatif yang luas. Styrofoam mempunyai efek merusak lingkungan hidup, karena sampah styrofoam di alam tanah nyaris tidak dapat terurai. Meski sangat mudah menyala tetapi sampah styrofoam terus meningkat volumenya karena tidak boleh dimusnahkan dengan cara dibakar, sebab styrofoam yang menyala melepaskan gas berbahaya yang bersifat karsinogen. Styrofoam bekas kemasan produk kondisinya cukup bersih sehingga dapat dikirim ke pabrik untuk dihancurkan dan selanjutnya didaur ulang menjadi produk styrofoam baru. Tetapi daur ulang styrofoam bekas kemasan makanan tidak menarik karena biasanya perlu dibersihkan lebih dulu.

Penelitian ini adalah solusi cepat untuk berkontribusi dalam gerakan daur ulang styrofoam bekas kotak makanan dengan volume yang signifikan. Cara yang dipilih adalah memproses dan memanfaatkannya sebagai agregat untuk membuat beton ringan non-struktural, karena sesuai prinsip bahwa fungsi agregat adalah *filler* di dalam campuran beton. Dalam jangka panjang, mengolah dan menggunakan styrofoam bekas sebagai agregat beton ringan non-struktural, dapat berarti ikut melestarikan batuan alam karena mengurangi kebutuhan untuk menambang agregat alami yaitu batu dan pasir.

Eksperimen dilaksanakan dengan potongan styrofoam ukuran maksimum 1 cm direncanakan sebagai substitusi sebagian agregat kasar dengan rasio volume absolut 20-80% dari volume agregat kasar total. Hasil uji menunjukkan kelecakan beton dipengaruhi oleh jumlah agregat styrofoam sehingga diperlukan bahan tambahan dan cara pemadatan khusus untuk mencegah segregasi. Disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar styrofoam berdampak pada kuat tekan beton yang semakin menurun. Pengukuran menunjukkan terjadinya pemampatan volume styrofoam sehingga berdampak pada berat isi beton yang menjadi lebih berat dari rencana. Meskipun demikian, pengaruh volume styrofoam pada kuat lentur beton ringan non struktural tidak signifikan. Akan tetapi, disarankan efek styrofoam dengan tipe dan berat jenis berbeda dari yang digunakan pada penelitian ini untuk diteliti secara khusus.

Kata kunci: *styrofoam, bekas kotak makanan, agregat ringan, beton non-struktural.*

## DAFTAR ISI

	Halaman
Abstrak	i
Daftar Tabel	iii
Daftar Gambar	iv
Bab I      Pendahuluan .....	1
Bab II     Tinjauan Pustaka .....	5
Bab III    Metode Penelitian .....	10
Bab IV     Hasil Uji Eksperimental .....	14
Bab V      Analisis dan Pembahasan .....	16
Bab VI     Kesimpulan dan Saran .....	17
DAFTAR PUSTAKA .....	18
Ucapan Terima Kasih .....	18
Lampiran-lampiran	

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1	Proporsi Volume Absolut Campuran Beton Sesuai % Volume Absolut Styrofoam terhadap Agregat Kasar Total	11
Tabel 2	Proporsi Berat Campuran Beton Rencana Sesuai % Volume Absolut Styrofoam Terhadap Agregat Kasar Total	11
Tabel 3	Jumlah Benda Uji Kubus Beton Sesuai % Volume Absolut Styrofoam Bekas Terhadap Agregat Kasar Total	12
Tabel 4	Jumlah Benda Uji Balok Beton Sesuai % Volume Absolut Styrofoam Bekas Terhadap Agregat Kasar Total	12
Tabel 5	Kuat Tekan Benda Uji Kubus Beton [ $\text{kg}/\text{cm}^2$ ] Sesuai % Volume Absolut Styrofoam Bekas Terhadap Agregat Kasar Total	14
Tabel 6	Kuat Lentur Balok Beton [ $\text{kg}/\text{cm}^2$ ] Sesuai % Volume Absolut Styrofoam Bekas Terhadap Agregat Kasar Total	15
Tabel 7	Berat Isi Beton Keras Aktual dan Rencana [ $\text{kg}/\text{cm}^2$ ] Sesuai % Volume Absolut Styrofoam Terhadap Agregat Kasar Total	15

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1	Kemasan butiran <i>expandable polystyrene</i> di PT BEP	1
Gambar 2	Ukuran butiran <i>expandable</i> dan <i>expanded polystyrene</i> produk PT BEP	2
Gambar 3	Gerakan PANTIIFOAM (Pantang Plastik dan Styrofoam)	3
Gambar 4	Semboyan Gerakan Pantikfoam	4
Gambar 5	Brosur bata ringan merk Hebel	5
Gambar 6	Tiga prinsip utama pembuatan beton ringan	7
Gambar 7	Pengelompokan beton ringan	7
Gambar 8	Penggunaan dan berat isi beton ringan	8
Gambar 9	Limbah styrofoam kemasan produk sebelum dan sesudah dicacah ulang di PT BEP	8
Gambar 10	Mesin pencacah limbah styrofoam kemasan produk di PT BEP	9
Gambar 11	Styrofoam tipis keras siap seduh 'Pop Mie'	9
Gambar 12	Potongan styrofoam bekas kotak makanan	10
Gambar 13	Kode-kode di bagian bawah styrofoam kotak makanan	10
Gambar 14	Uji slump beton dengan 80% styrofoam	12
Gambar 15	Uji kuat tekan kubus beton dengan styrofoam	13
Gambar 16	Uji kuat lentur balok beton dengan styrofoam	13
Gambar 17	Penampang balok beton styrofoam setelah uji kuat lentur	13
Gambar 18	Perkembangan Kuat Tekan Rata-rata Kubus Uji	14
Gambar 19	Perkembangan Kuat Lentur Kubus Uji	15

# **LAPORAN PENELITIAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

Beton (*concrete*) adalah batu buatan yang dibuat dari campuran homogen bahan-bahan dengan perbandingan tertentu, yang terdiri dari pasta semen (air dan semen) dan agregat (halus dan kasar). Campuran beton juga dapat ditambah dengan bahan tambahan (baik kimiawi maupun mineral) untuk menghasilkan efek tertentu yang diinginkan. Campuran yang semula berupa seperti bubur kental pelan-pelan menjadi kaku dan kemudian mengeras akibat terjadinya reaksi hidrasi antara semen dan air. Karena semula berupa bubur kental, maka beton dapat dicetak dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai yang direncanakan.

Beton adalah salah satu material bangunan yang utama, karena mudah dibuat dan awet sehingga dapat digunakan sebagai material elemen struktural utama pemikul beban (pondasi, kolom, balok, pelat lantai) maupun elemen non-struktural (misalnya dinding pembatas bukan pemikul beban). Berat isi beton normal cukup tinggi sehingga menyebabkan beban mati akibat elemen beton non-struktural cukup besar. Maka untuk mengurangi beban yang harus dipikul elemen struktur para ahli teknologi beton berupaya mengembangkan berbagai jenis beton non-struktural yang lebih ringan.

Salah satu cara klasik yang dapat digunakan untuk mengurangi berat isi beton adalah dengan menggunakan agregat ringan, bukan agregat normal dari batu dan pasir alam yang biasa. Persyaratan utama agar suatu bahan dapat digunakan sebagai agregat beton adalah tidak boleh ikut bereaksi bersama-sama dengan hidrasi antara semen dan air. Dengan tidak ikut bereaksi, maka agregat hanya berfungsi sebagai material pengisi (*filler*) untuk mencapai bentuk dan volume beton yang diinginkan, Persyaratan ini dapat dipenuhi oleh material styrofoam yang bersifat menolak air (*hydrophobic*).



Gambar 1. Kemasan butiran *expandable polystyrene* di PT BEP



Gambar 2. Ukuran butiran *expandable* dan *expanded polystyrene* produk PT BEP

Styrofoam yang berbentuk seperti gabus putih adalah nama dagang populer dari *expanded polystyrene* yang kini dapat digunakan untuk bermacam keperluan, terutama digunakan untuk membungkus barang elektronik dan makanan. Styrofoam adalah material yang sangat ringan, sehingga menggunakan styrofoam sebagai agregat beton akan berdampak langsung pada penurunan berat volume beton. Artinya, semakin banyak styrofoam yang dimasukkan di dalam beton maka berat volume beton akan semakin ringan pula. Keuntungan dari beton styrofoam bila digunakan sebagai dinding dan panel non-struktural antara lain: ringan akan tetapi cukup kuat, hemat biaya pemasangan karena ukuran blok dinding dapat dibuat lebih besar sehingga mempermudah dan mempercepat pemasangan, lebih kedap suara.

Pada penelitian ini beton ringan non-struktural dengan agregat styrofoam bekas dibuat dari: semen portland, air, pasir alam dan kombinasi antara agregat kasar alam dan potongan styrofoam bekas kotak makanan. Bentuk potongan styrofoam dan berat isinya yang sangat ringan sejak awal telah diprediksi akan menimbulkan kesulitan pada tahap pengadukan dan pencetakan benda uji beton, karena potongan styrofoam pasti cenderung tersegregasi dari mortar. Untuk mengatasi hal ini digunakan aditif mineral guna mengontrol homogenisasi dari adukan beton.

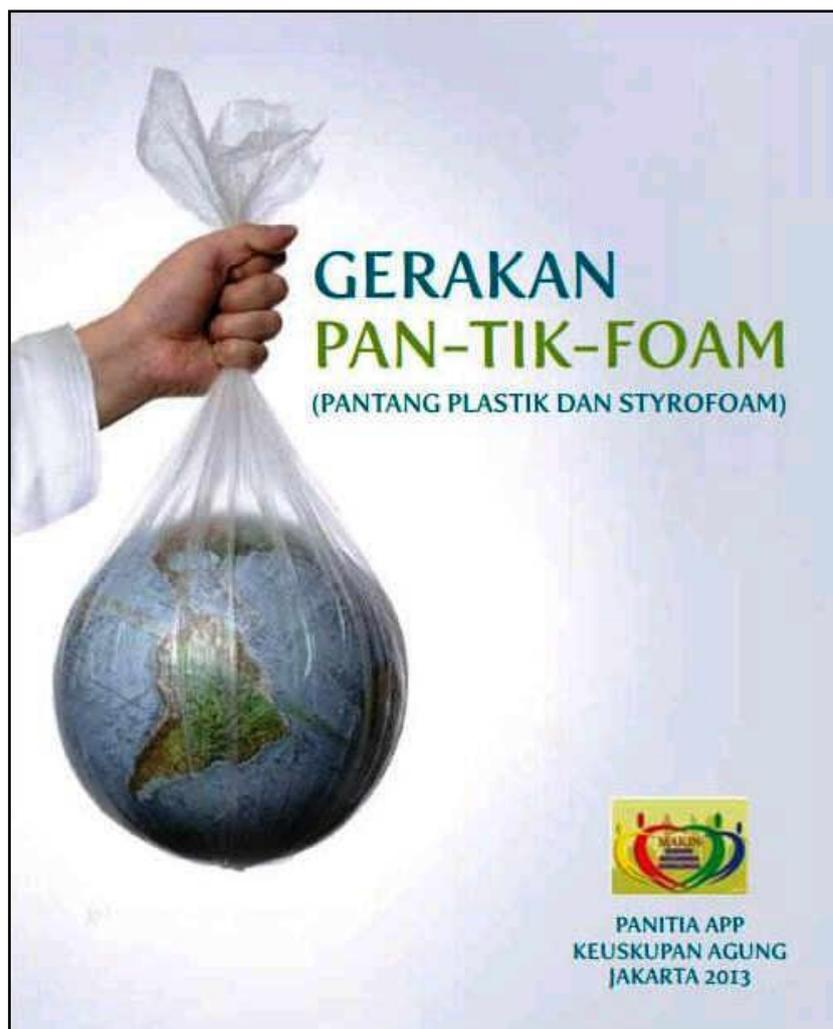
Dibuat 5 (lima) macam desain campuran beton berdasarkan perbandingan volume absolut bahan-bahan dasar (semen portland, air, pasir alam, batu pecah alam, potongan styrofoam bekas dan udara) yang diperlukan untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton. Desain campuran dirancang berdasarkan volume absolut mortar (semen, air, pasir) dan udara yang konstan, sedangkan volume absolut agregat styrofoam bekas divariasikan terhadap volume absolut agregat kasar batu pecah alam (split).

Untuk mempelajari pengaruh agregat potongan styrofoam sebagai pengganti sebagian agregat kasar, untuk setiap macam campuran beton, eksperimen dilaksanakan dengan benda-benda uji berbentuk kubus 15x15x15 cm yang diuji pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari dan balok 15x15x60 cm yang diuji pada umur 28 hari. Pada beton segar dilakukan pengukuran slump untuk mengamati kelecakan, dan pengukuran pada beton keras dilakukan pada berat isi, kuat

tekan dan kuat lentur. Bahan-bahan yang digunakan dibatasi pada semen portland Tipe I merk Tiga Roda, air sumur bor di kampus UNPAR, pasir Galunggung, batu pecah ukuran maksimum 20 mm, potongan styrofoam bekas kotak makanan ukuran maksimum 1 cm dan bahan tambahan mineral.

Target keluaran penelitian yang telah dicapai adalah makalah yang telah dipresentasikan pada The 2nd Indonesian Structural Engineering and Materials Symposium pada tanggal 7-8 November 2013 di Bandung. Publikasi selanjutnya direncanakan berbentuk makalah berisi metode pembuatan beton ringan non-struktural dengan agregat styrofoam bekas, sebagai sumbangsih Universitas Katolik Parahyangan kepada masyarakat, khususnya dalam upaya mengatasi sebagian masalah yang ditimbulkan oleh semakin banyaknya sampah styrofoam bekas kotak makanan. Sampah styrofoam sangat sulit terdegradasi secara alami, akan tetapi meski sangat mudah menyala tidak boleh dimusnahkan dengan dibakar karena mengeluarkan gas-gas yang sangat berbahaya bagi lingkungan.

Semoga hasil penelitian ini, yang dapat meningkatkan nilai tambah styrofoam bekas kotak makanan, dapat menarik minat masyarakat untuk melaksanakannya.



Gambar 3. Gerakan PANTI-KFOAM (Pantang Plastik dan Styrofoam)

Penelitian ini diusulkan hampir bersamaan dengan dicanangkannya Gerakan PANTIKFOAM yang merupakan singkatan dari PANtang Plastik dan StyroFOAM oleh Keuskupan Agung Jakarta pada 6 Februari 2013. Gerakan ini bertujuan mengajak masyarakat supaya tidak melakukan perbuatan yang dapat merusak kelestarian lingkungan hidup bumi, dengan cara mendorong masyarakat memperhatikan kelestarian semua makhluk hidup di bumi dengan pantang menggunakan plastik dan styrofoam.



Gambar 4. Semboyan Gerakan PANTIKFOAM

Pada penelitian ini, Tim Peneliti bukan sekedar mendukung gerakan pantang menggunakan kemasan styrofoam, melainkan juga mengupayakan teknologi tepat guna yang kelak dapat mudah diaplikasikan oleh masyarakat umum untuk mengubah sampah styrofoam bekas kotak makanan dengan memanfaatkannya menjadi berbagai produk beton ringan non-struktural yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan.

## BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

1. Beton ringan non-struktural yang saat ini sangat populer dan semakin meluas penggunaannya adalah jenis *autoclaved aerated concrete* (AAC) yang disebut juga beton busa (*foam concrete*). Di bawah ini adalah salah satu merk yang sangat terkenal, yaitu Hebel, yang memperkenalkan konsep baru dalam membangun tembok secara praktis, cepat dan rapi dengan semboyan “*Building with common sense*”. Paradigma bahwa tembok rumah harus sekuat pasangan bata merah konvensional dengan cepat luntur, karena kemudahan pengerjaan yang dijanjikan oleh beton busa ini, meski kuat tekan yang dijanjikan hanya 4 MPa.

### Blok & Jumbo Blok





Building with common sense

Hotline Service: **021-6126712**  
SMS Customer Care: **0815-9480008**  
[www.hebel.co.id](http://www.hebel.co.id)

### AAC Hebel

Autoclaved Aerated Concrete (AAC) hebel adalah beton ringan terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi, diproduksi dengan teknologi Jerman dan standar Deutsche Industrie Norm (DIN).

AAC hebel diproduksi oleh PT. Hebel Indonesia yang merupakan produsen beton ringan yang terbesar dan terlengkap di Indonesia.

AAC hebel memberikan kemudahan, kecepatan, serta kerapian dalam membangun rumah tinggal, gedung komersial, dan bangunan Industri.

#### Spesifikasi Blok Hebel B-2

Panjang, l (mm)	: 600					
Tinggi, h (mm)	: 200					
Tebal, t	: 75; 100; 125; 150; 175; 200					
Berat jenis kering, ρ (kg/m <sup>3</sup> )	: 500					
Berat jenis normal, ρ (kg/m <sup>3</sup> )	: 575					
Kuat tekan, σ (N/mm <sup>2</sup> )	: 4,0					
Konduktifitas termis, λ (W,mK)	: 0,16					



Dimensi kemasan : panjang x lebar x (m) : 0,80 x 1,20

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Volume / Palet	m <sup>3</sup>	1.80	1.80	1.80	1.80	1.68	1.68
Jumlah Blok / Palet	blok	200	150	120	100	80	70
Luas Dinding / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Berat / Palet (termasuk palet)	kg	1,059	1,059	1,059	1,059	990	990
Jumlah blok / m <sup>3</sup>	blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67
Tinggi Kemasan (termasuk palet)	m	1.63	1.63	1.63	1.63	1.53	1.53

#### Spesifikasi Jumbo Blok Hebel B-2

Panjang, l (mm)	: 600					
Tinggi, h (mm)	: 400					
Tebal, t	: 75; 100; 125; 150; 175; 200					
Berat jenis kering, ρ (kg/m <sup>3</sup> )	: 500					
Berat jenis normal, ρ (kg/m <sup>3</sup> )	: 575					
Kuat tekan, σ (N/mm <sup>2</sup> )	: 4,0					
Konduktifitas termis, λ (W,mK)	: 0,16					



Dimensi kemasan : panjang x lebar x (m) : 1,00 x 1,20

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Volume / Palet	m <sup>3</sup>	1.44	1.44	1.44	1.44	1.34	1.34
Jumlah Blok / Palet	blok	80	60	48	40	32	28
Luas Dinding / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Berat / Palet (termasuk palet)	kg	852	852	852	852	796	796
Jumlah blok / m <sup>3</sup>	blok	55.56	41.67	33.33	27.78	23.81	20.83
Tinggi Kemasan (termasuk palet)	m	1.63	1.63	1.63	1.63	1.53	1.53

Gambar 5. Brosur bata ringan merk Hebel

2. Ukuran, jenis dan kualitas batu bata konvensional (bata merah tanah liat bakar dan bata pasir-kapur) yang beredar dipasaran saat ini bervariasi baik produk hasil pabrikasi maupun hasil industri rumah tangga. Untuk bangunan, ukuran standard yang biasa adalah: panjang 230- 240 mm, lebar 110-115 mm dan tebal 50-52 mm. Penyimpangan yang diijinkan: panjang  $\leq 3\%$ , lebar  $\leq 4\%$  dan tebal  $\leq 5\%$ .

Klasifikasi berdasarkan kuat tekan rata-rata: Kelas I  $\geq 10$  MPa, Kelas II : 8 – 10 MPa dan Kelas III : 6– 8 MPa. Atau, jika berdasarkan kuat tekan kondisi jenuh air: Kelas A  $\geq 6,9$  MPa (absorpsi  $\leq 4,5\%$ ) dan Kelas B  $\geq 4,85$  MPa (absorpsi  $\leq 7\%$ ).

<http://khedanta.wordpress.com/2011/08/08/ukuran-jenis-dan-kualitas-batu-bata/>

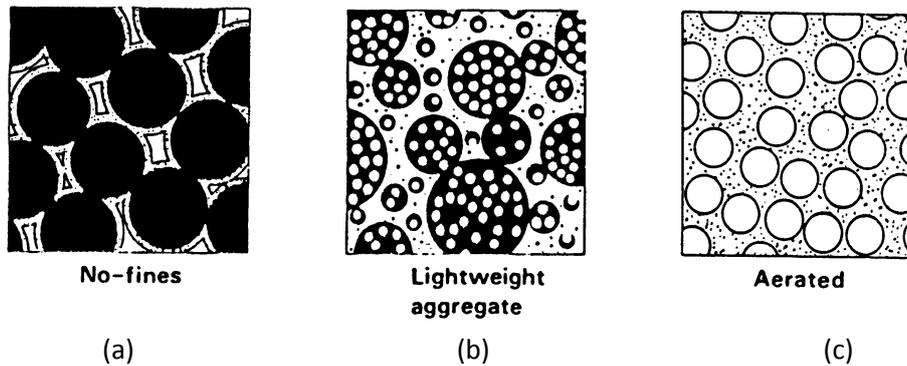
3. Jika dibuat perbandingan antara bata merah dan bata ringan Hebel, kelebihan bata merah adalah pemasangannya tidak memerlukan keahlian khusus, ukurannya kecil sehingga memudahkan pengangkutan, mudah untuk membentuk bidang kecil, murah harganya, mudah mendapatkannya, tidak perlu perekat yang khusus, tahan panas sehingga dapat menjadi perlindungan terhadap api. Kekurangan bata merah adalah kesulitan untuk membuat pasangan bata yang rapi, menyerap panas dan dingin sesuai kondisi lingkungan sehingga suhu ruang tidak stabil. Siarnya besar-besar cenderung boros dalam penggunaan mortar perekatnya. Kualitas yang kurang seragam dan ukuran kurang presisi membuat *waste*-nya cukup banyak. Karena sulit mendapatkan pasangan yang cukup rapi, maka dibutuhkan pelsteran yang cukup tebal untuk menghasilkan dinding yang cukup rata. Waktu pemasangan lebih lama dibandingkan bata Hebel. Bobotnya berat, sehingga membebani struktur yang menopangnya.

Bata ringan Hebel permukaannya halus dan rata, cukup kuat, tahan terhadap air dan api, awet (*durable*) yang dibuat di pabrik dengan mesin, meringankan beban struktur dan mempercepat pelaksanaan, sisa material sedikit, hemat perekat (khusus, umumnya semen siap pakai) karena siar lebih tipis, pasangan dinding lebih rapi, kedap air, kedap suara baik, kuat tekan cukup tinggi. Perlu tukang terlatih untuk memasangnya, jika diplester sebelum benar-benar kering membutuhkan waktu yang lebih lama dari bata biasa dan jika dipaksakan diplester sebelum kering maka akan timbul bercak kuning. Harga relatif lebih mahal daripada bata merah dan hanya toko material besar yang menjual bata ringan ini dengan penjualan dalam volume besar. Perbandingan harga bahan untuk dinding tanpa plester dan tanpa menghitung upah pekerja menghasilkan bahwa bata ringan lebih mahal  $\pm 2$  kali lipat dari bata merah.

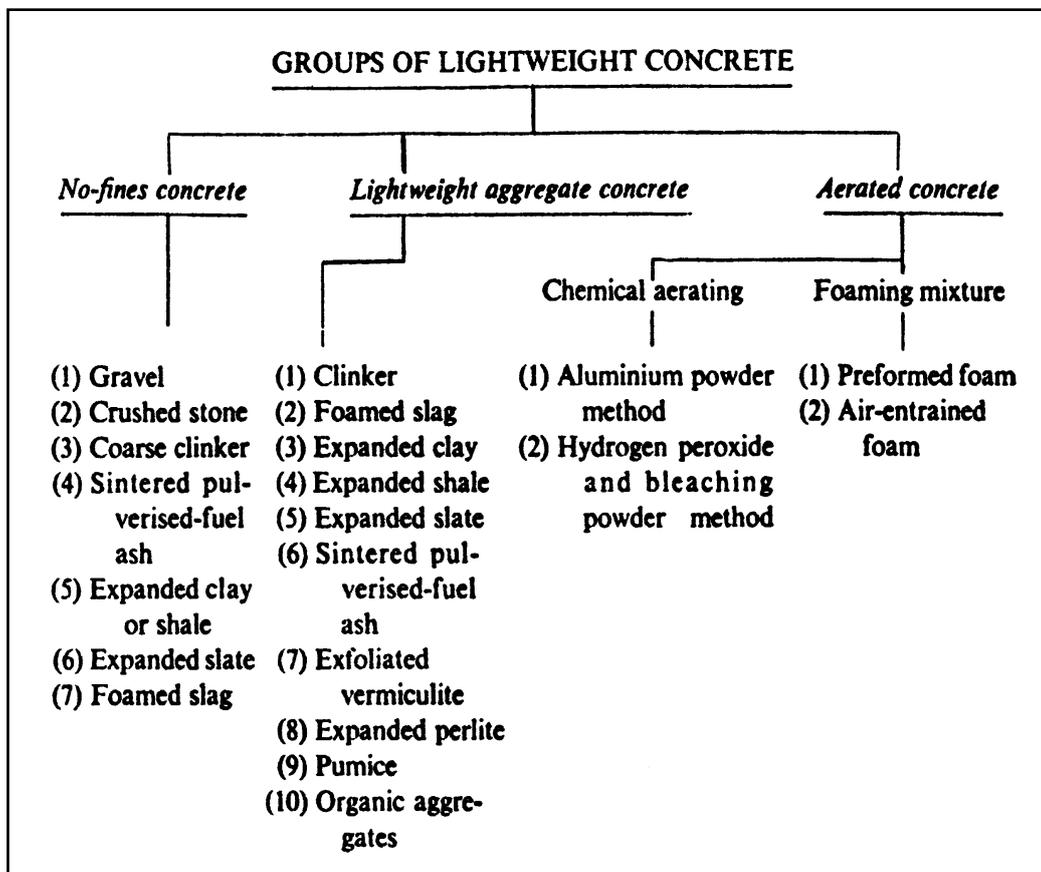
Bata ringan memiliki bobot lebih ringan namun memerlukan biaya lebih, sedangkan bata merah meski lebih berat namun biaya pekerjaannya murah dan lebih kuat. Jadi bisa ditarik kesimpulan bahwa untuk pembangunan bangunan rendah seperti rumah tinggal pemakaian bata merah lebih ekonomis. Sedangkan untuk proyek bangunan tinggi disarankan memakai material bata ringan untuk pasangan dinding, karena bobotnya yang ringan dapat mengurangi beban yang mati struktur sehingga dapat mengurangi biaya keseluruhan yang dibutuhkan oleh struktur bangunan.

<http://www.rumahayah.com/content/perbandingan-bata-merah-dan-hebelbata-ringan>

4. Pada prinsipnya hanya ada **satu jalan** untuk membuat beton menjadi ringan yaitu dengan meningkatkan porositas beton, yang dapat dicapai melalui tiga prinsip utama : a) tidak menggunakan agregat halus, sehingga beton disebut **no-fines concrete**; b) mengganti agregat kasar alami yang berat jenisnya  $\approx 2.6$  dengan agregat yang poreous dengan berat jenis yang lebih rendah, sehingga beton disebut **lightweight aggregate concrete**. c) membuat gelembung-gelembung udara halus di dalam pasta semen supaya setelah terjadi pengikatan terbentuk struktur selular yang menyerupai koral, sehingga beton disebut **aerated concrete**.

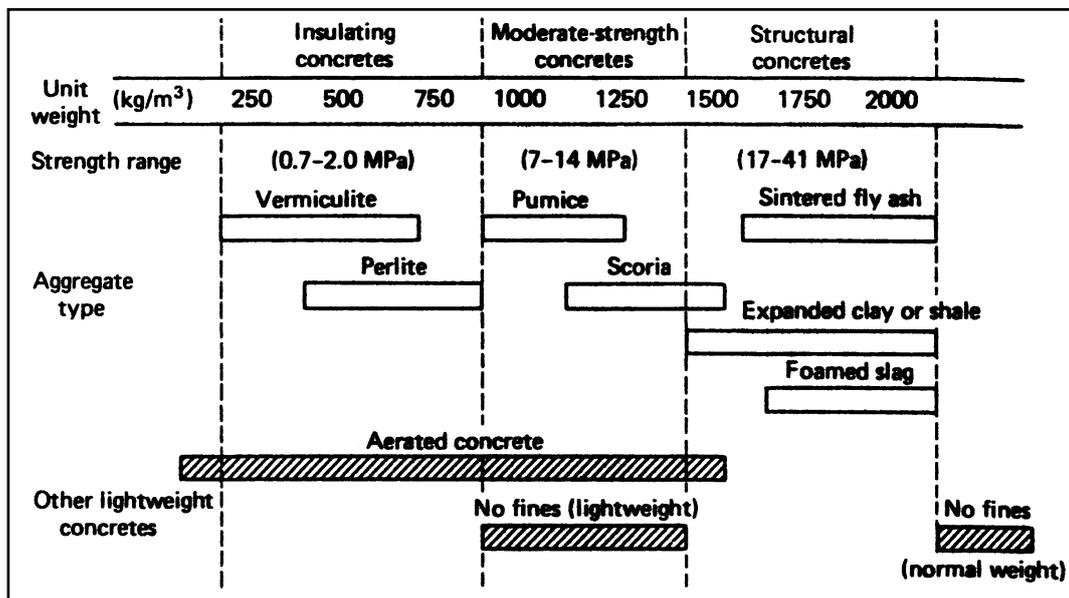


Gambar 6. Tiga prinsip utama pembuatan beton ringan (Short dan Kinniburgh, 1978)



Gambar 7. Pengelompokan beton ringan (Short dan Kinniburgh, 1978)

Beton ringan juga dapat diklasifikasikan menurut tingkat kekuatan tekan dan berat isi beton serta penggunaannya :



Gambar 8. Penggunaan dan berat isi beton ringan (Mindess dan Young, 1981)

Jadi, berdasarkan Gambar 5 maka yang realistis menjadi tujuan dari penelitian ini adalah beton ringan dengan berat isi 1000-1500 kg/m<sup>3</sup> dengan menggunakan sebagian agregat ringan dari potongan styrofoam bekas kotak makanan. Karena styrofoam sangat ringan, maka yang dapat diharapkan adalah beton ringan dengan kuat tekan non struktural 7-14 MPa.

#### 5. Rangkuman hasil tinjauan pustaka:

Setelah mempertimbangkan berbagai kemungkinan yang dapat timbul sebagai akibat dari sifat-sifat karakteristik material styrofoam, Penulis memutuskan untuk merancang penelitian teknologi tepat guna monodisiplin dengan mengikuti cara b) dari Short. Penelitian ini juga dirancang khusus dengan menggunakan potongan styrofoam bekas kotak makanan yang berat jenisnya 0.039 sebagai substitusi untuk sebagian agregat kasar batu pecah.



Gambar 9. Limbah styrofoam kemasan produk sebelum dan sesudah dicacah di PT BEP



Gambar 10. Mesin pencacah limbah styrofoam kemasan produk di PT BEP

Styrofoam tebal bekas kemasan produk tidak menarik minat Peneliti karena sudah berhasil diperoleh informasi bahwa limbahnya dapat diterima kembali untuk didaur ulang langsung oleh pabrik styrofoam. Demikian pula styrofoam tipis keras seperti untuk wadah atau cangkir 'Pop Mie' siap seduh tidak ditinjau dalam penelitian ini karena kepadatannya yang tinggi sehingga menyebabkan berat jenisnya jauh lebih tinggi dari styrofoam kotak makanan dan di samping itu dijumpai kesulitan untuk mendapatkannya dalam jumlah yang cukup untuk penelitian eksperimental, sehingga disimpulkan efek buruknya masih kurang signifikan.



Gambar 11. Styrofoam tipis keras siap seduh 'Pop Mie'

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 1. Perencanaan Proporsi Campuran Beton Dengan Styrofoam Bekas

Styrofoam untuk kotak makanan ternyata tebalnya bervariasi 1-3 mm, bersifat lentur, rapat air dan memiliki tekstur permukaan yang halus. Permukaan atas kotak makanan biasa digunakan untuk mencantumkan merk dagang penjual, sehingga berbagai kode tentang kotak styrofoamnya biasa dipasang di bagian bawah. Setelah dibersihkan dari kotoran sisa makanan yang melekat, dilakukan pemotongan dengan ukuran maksimum 1 cm. Pemeriksaan berat jenis styrofoam kotak makanan (dengan piknometer) menghasilkan nilai = 0.039. Berat jenis ini berbeda cukup besar dengan styrofoam baru bentuk bulat maupun styrofoam sisa-sisa kemasan produk dan sampah papan dekorasi.



Gambar 12. Potongan styrofoam bekas kotak makanan



Gambar 13. Kode-kode dibagian bawah styrofoam kotak makanan

Untuk meneliti efek volume styrofoam bekas pada kekuatan beton, proporsi campuran direncanakan berdasarkan perbandingan volume absolut material penyusun beton, dengan lima macam variasi volume absolut styrofoam, yaitu sebesar 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% dari volume absolut agregat kasar total. Volume air, semen dan pasir diambil konstan, yaitu sebesar 190 dan 276 liter per m<sup>3</sup> campuran beton, sedangkan rongga udara diasumsikan 20 liter/m<sup>3</sup>. Total volume absolut agregat kasar split dan styrofoam juga ditetapkan konstan 40% dari volume beton. Untuk semua proporsi campuran beton nilai w/c = 0.53 (konstan).

Digunakan air sumur bor dan semen portland tipe I merk Tiga Roda dengan berat jenis 3,15. Pada kondisi ssd, berat jenis pasir Galunggung 2,443 dengan absorpsi 7% dan modulus kehalusan 2,804. Batu pecah yang digunakan ukuran butir maksimum 20 mm, modulus kehalusan butir 7,217 dengan berat jenis 2,485 dan absorpsi 2,8%. Analisis ayak menunjukkan gradasi agregat halus dan agregat kasar memenuhi batas-batas gradasi sesuai ASTM C33<sup>3)</sup> dan Road Note No.4 ukuran maks 19 mm.

Tabel 1. Proporsi Volume Absolut Campuran Beton Sesuai % Volume Absolut Styrofoam terhadap Agregat Kasar Total

Bahan [liter]	0%	20%	40%	60%	80%
Air	190	190	190	190	190
Semen	114	114	114	114	114
Split (ssd)	400	320	240	160	80
Styrofoam	0	80	160	240	320
Pasir (ssd)	276	276	276	276	276
Void	20	20	20	20	20
Berat Isi [kg/m <sup>3</sup> ]	2217	2018	1819	1621	1422
Bentonit [kg]	-	4	4	4	4

Tabel 2. Proporsi Berat Campuran Beton Rencana Sesuai % Volume Absolut Styrofoam terhadap Agregat Kasar Total

Bahan [liter]	0%	20%	40%	60%	80%
Air	190	190	190	190	190
Semen	359	359	359	359	359
Split (ssd)	994	795	596	398	199
Styrofoam	0	3.12	6.24	9.36	12.48
Pasir (ssd)	674	674	674	674	674
Void	0	0	0	0	0
Bentonit	0	4	4	4	4
Berat Isi *) [kg/m <sup>3</sup> ]	2220	2025	1830	1635	1440

\*) dengan pembulatan

## 2. Jenis Pengujian dan Jumlah Benda Uji

Pada campuran beton segar dilakukan uji slump dengan kerucut terpancung Abrams untuk memeriksa pengaruh agregat styrofoam pada kelecakan beton segar sebelum dilakukan pencetakan benda-benda uji.



Gambar 14. Uji slump beton dengan 80% Styrofoam

Uji kuat tekan beton keras dilakukan pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari masing-masing dengan 3 (tiga) benda uji kubus beton ukuran 15x15x15 cm per umur uji kuat tekan. Maka jumlah kubus uji beton seluruhnya 60 buah.

Uji kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari, masing-masing dengan 2 (dua) benda uji balok beton ukuran 10x20x60 cm. Maka jumlah balok uji beton seluruhnya 10 buah.

Tabel 3. Jumlah Benda Uji Kubus Beton Sesuai % Volume Absolut Styrofoam Bekas Terhadap Agregat Kasar Total

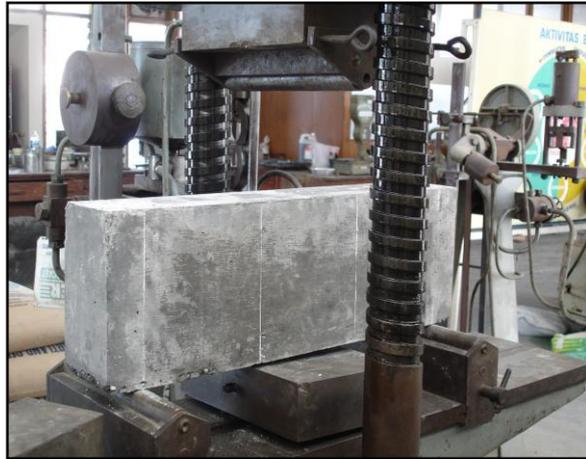
Umur uji [hari]	0%	20%	40%	60%	80%
7	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3
21	3	3	3	3	3
28	3	3	3	3	3

Tabel 4. Jumlah Benda Uji Balok Beton Sesuai % Volume Absolut Styrofoam Bekas Terhadap Agregat Kasar Total

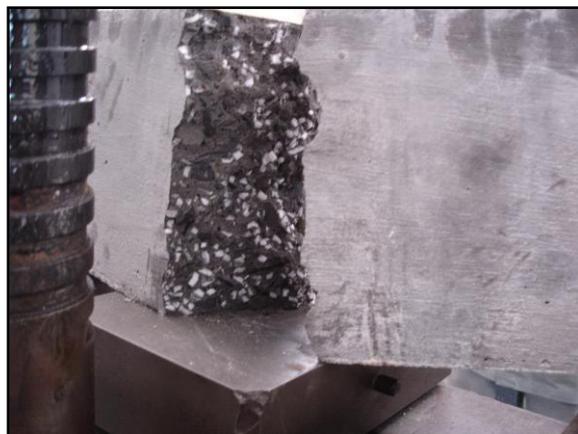
Umur uji [hari]	0%	20%	40%	60%	80%
28	2	2	2	2	2



Gambar 15. Uji kuat tekan kubus beton dengan styrofoam



Gambar 16. Uji kuat lentur balok beton dengan styrofoam



Gambar 17. Penampang balok beton styrofoam setelah uji kuat lentur

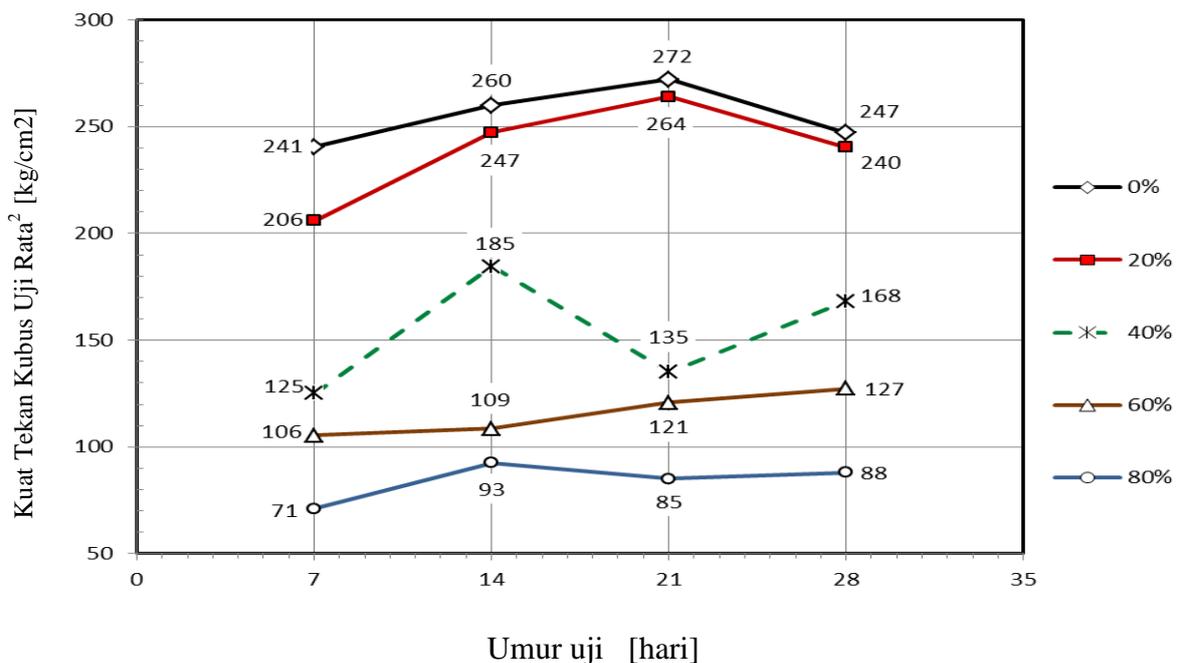
## BAB IV

### HASIL UJI EKSPERIMENTAL

1. Pengukuran slump untuk campuran beton segar sebelum pencetakan benda-benda uji dengan rasio 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% volume absolut styrofoam terhadap volume agregat kasar total menghasilkan nilai slump 4,5 cm, 2,9 cm, 0,5 cm, 0,8 cm dan 0 cm.
2. Hasil uji kuat tekan kubus beton yang dilakukan terhadap 5 (lima) macam campuran beton dan masing-masing diuji pada 4 (empat) umur uji disusun dalam Tabel 4.

Tabel 5. Kuat Tekan Benda Uji Kubus Beton [ $\text{kg}/\text{cm}^2$ ] sesuai % Volume Absolut Styrofoam Bekas Terhadap Agregat Kasar Total

Umur uji [hari]	0%	20%	40%	60%	80%
7	234,5	205,0	133,0	102,1	73,3
	252,7	210,9	89,6	106,3	74,3
	234,6	202,1	152,7	108,2	65,9
14	270,2	250,4	192,2	105,9	91,6
	240,7	258,2	179,7	108,2	99,2
	269,0	233,1	181,9	111,9	86,7
21	281,8	241,5	122,6	108,1	82,6
	284,5	304,2	122,0	117,9	81,8
	250,3	246,3	160,5	136,2	90,8
28	237,4	245,3	162,0	123,9	94,3
	256,9	234,3	153,6	128,1	79,1
	247,0	240,9	188,9	129,9	90,7

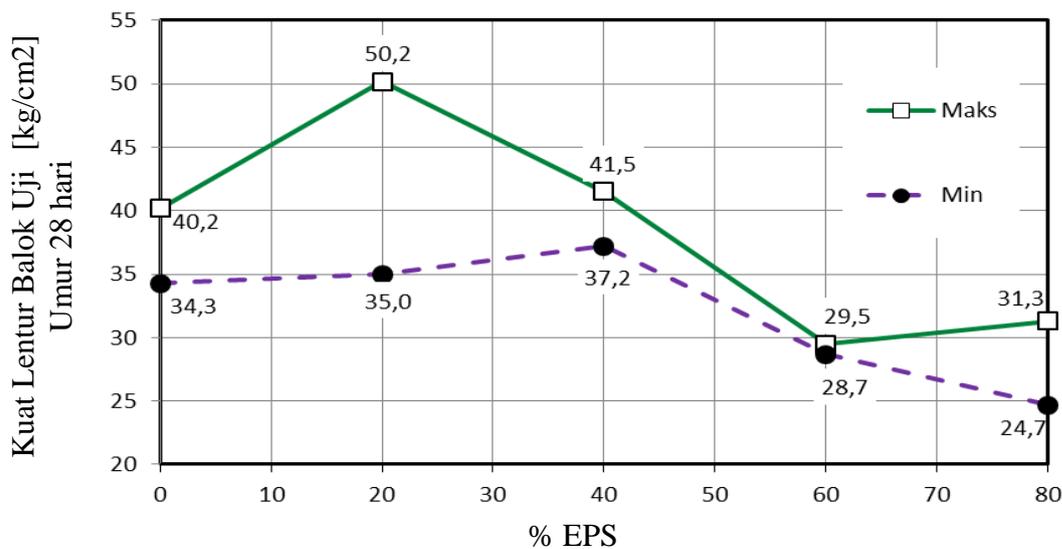


Gambar 18. Perkembangan Kuat Tekan Rata-rata Kubus Uji

3. Hasil uji kuat lentur balok beton yang dilakukan terhadap 5 (lima) macam campuran beton dan masing-masing diuji pada umur uji 28 hari disusun dalam Tabel 5.

Tabel 6. Kuat Lentur Balok Beton [ $\text{kg/cm}^2$ ] sesuai % Volume Absolut Styrofoam Bekas Terhadap Agregat Kasar Total

Umur uji [hari]	0%	20%	40%	60%	80%
28	40,2	50,2	41,5	29,5	31,3
	34,3	35,0	37,2	28,7	24,7



Gambar 19. Perkembangan Kuat Lentur Kubus Uji

4. Hasil pemeriksaan berat isi beton menunjukkan bahwa untuk beton dengan substitusi agregat styrofoam, berat isi beton keras aktual selalu lebih tinggi dari berat isi beton rencananya

Tabel 7. Berat Isi Beton Keras Aktual dan Rencana [ $\text{kg/m}^3$ ] Sesuai % Volume Absolut Styrofoam terhadap Agregat Kasar Total

% Styrofoam	0%	20%	40%	60%	80%
Berat isi beton keras	2211	2199	1960	1818	1635
Berat isi rencana*)	2220	2025	1830	1635	1440
Selisih [%]	---	+8.6	+7.1	+11.2	+13.5

\*) dengan pembulatan

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Potongan styrofoam bekas kotak makanan secara teoritis dapat difungsikan untuk menggantikan sebagian split (batu pecah alam) konvensional sebagai agregat kasar beton, karena styrofoam tidak ikut bereaksi dengan pasta semen sehingga dapat berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*). Meskipun demikian, perbedaan berat jenis yang besar maupun bentuk potongan styrofoam yang sangat berbeda dengan bentuk batu pecah dengan sendirinya mempengaruhi kemudahan pengerjaan adukan beton, yaitu menjadi lebih sulit untuk diaduk merata dan juga sulit dipadatkan.
2. Semakin besar % volume substitusi styrofoam terhadap agregat kasar maka semakin meningkat pula kesulitan yang dirasakan. Pada penelitian ini, untuk  $w/c = 0.53$  yang konstan nilainya, kesulitan pengerjaan adukan beton dapat diatasi dengan cara menggunakan bahan campuran tambahan bentonit dengan dosis  $4 \text{ kg/m}^3$  beton.
3. Pengamatan visual menunjukkan bahwa adukan beton dapat tercampur merata. Hal ini menunjukkan bahwa bahan tambahan mineral bentonit (yang tidak perlu digunakan pada beton normal) dapat berfungsi sesuai yang diharapkan yaitu mampu mencegah terjadinya pemisahan antara potongan styrofoam dari mortar.
4. Seiring dengan peningkatan % styrofoam maka berat isi beton segar rencana semakin berkurang. Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa mulai kadar  $\pm 30\%$  styrofoam dapat diestimasi (jika tidak terjadi pemadatan pada agregat styrofoam) bahwa berat isi beton akan beralih dari beton normal menjadi beton ringan.
5. Slump sebesar 2,9 cm pada beton dengan rasio 20% styrofoam menunjukkan adukan masih cukup lecek. Akan tetapi pengukuran slump dan pembuatan benda uji dengan cara sesuai prosedur standar pada 40%, 60% dan 80% styrofoam menunjukkan hasil yang kurang rasional. Pengalaman ini menimbulkan ide sehingga pembuatan benda uji selanjutnya dengan 60% dan 80% styrofoam tidak lagi menggunakan cara standar pemadatan (yaitu cara ditusuk-tusuk) akan tetapi pencetakan dan pemadatan benda uji dilaksanakan dengan cara adukan beton diberi tekanan ringan.
6. Tabel 7 menunjukkan bahwa untuk beton dengan substitusi agregat styrofoam, berat isi beton keras senantiasa lebih besar dari berat isi beton rencana. Hal ini disebabkan bahwa styrofoam sebagai material yang cukup lunak dan fleksibel logis jika akan mengalami proses pemadatan sehingga volume absolutnya berkurang dan kemudian digantikan oleh volume mortar dan agregat kasar yang ada dalam campuran yang bersangkutan. Maka estimasi semula bahwa batas peralihan dari beton normal ke beton ringan pada terjadi pada kadar 30% styrofoam menjadi bergeser ke kadar 50% styrofoam .

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **Kesimpulan**

1. Daur ulang sampah styrofoam kotak makanan dapat dilakukan melalui rangkaian proses : pembersihan, dipotong-potong dan kemudian diaplikasikan untuk mensubstitusi sebagian atau seluruh agregat kasar beton.
2. Semakin tinggi % volume styrofoam substitusi, maka adukan beton menjadi terasa lebih kasar dan juga lebih sulit dikerjakan (dicetak dan dipadatkan) sehingga diperlukan bahan campuran tambahan yang jenis dan dosisnya harus sesuai dengan tingkat w/c dari pasta semen.
3. Semakin tinggi % volume styrofoam substitusi, maka kuat tekan maupun kuat lentur beton menjadi semakin rendah.
4. Berat isi beton keras dengan substitusi styrofoam mengikuti kecenderungan logis untuk berkurang seiring dengan bertambahnya volume styrofoam di dalam beton. Akan tetapi, eksperimen membuktikan bahwa berat isi beton keras aktual senantiasa lebih tinggi dari berat isi beton rencana.
5. Batas perubahan dari beton normal ke beton ringan tidak terjadi pada 30% volume styrofoam substitusi (sesuai rencana) akan tetapi (aktual) terjadi pada beton keras dengan 50% volume styrofoam substitusi.
6. Pada pembuatan benda-benda uji, hasil yang lebih baik terbukti dapat dicapai dengan menggunakan cara penekanan ringan dan bukan cara penusukan dan penggetaran, yaitu pada 60% dan 80% volume styrofoam substitusi.

#### **Saran**

1. Tahap pembersihan dan pemotongan styrofoam bekas kotak makanan jika dilaksanakan secara manual merupakan pekerjaan yang sangat merepotkan dan memakan banyak waktu, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan Laboratorium Teknik Struktur untuk dapat dilengkapi dengan alat atau mesin 'pencacah' styrofoam.
2. Penelitian sangat baik jika dapat dikembangkan lebih lanjut untuk nilai-nilai w/c dan % volume styrofoam substitusi yang lebih bervariasi supaya fenomena pemampatan volume styrofoam dapat dipelajari mekanismenya dengan lebih baik.
3. Perlu dicari jenis dari bahan campuran tambahan yang paling fungsional dalam upaya mendapatkan kelecakan adukan beton styrofoam yang baik dengan biaya yang ekonomis.

## DAFTAR PUSTAKA

- 1) *Material Recycling – Trends and Perspectives*, Editor: Dimitris S. Achillias, Chapter 4, *Chemical recycling of polystyrene*, ISBN 978-953-51-0327-1, Copyright © 2012 InTech, Croatia.
- 2) Short A. and Kinniburgh, *Lightweight Concrete*, 3rd Ed., Applied Science Publishers, Essex, 1978.
- 3) Mindess, S. and Young, J.F., *Concrete*, Prentice-Hall, Inc. 1981.
- 4) ACI 213.R-89, *Guide for Structural Lightweight Aggregate Concrete*, 1989.
- 5) Bellis, M., *The Invention of Polystyrene and Styrofoam*, <http://en.polytsyrene.org>
- 6) *Building With Styrofoam, The Marriage of Styrofoam and Concrete*, <http://www.performwall.com>
- 7) <http://inventors.about.com/od/pstartinventions/a/styrofoam.htm>
- 8) <http://khedanta.wordpress.com/2011/08/08/ukuran-jenis-dan-kualitas-batu-bata/>
- 9) <http://www.rumahayah.com/content/perbandingan-bata-merah-dan-hebelbata- ringan>
- 10) Layanan Daur Ulang Sisa Limbah EPS (Styrofoam) dari Agen dan Distributor <http://b-foam.com/article-2013-layanan-daur-ulang-sisa-limbah-eps%28styrofoam%29.php>

## Ucapan Terima Kasih

Dengan berakhirnya satu tahap penelitian styrofoam ini, dengan setulusnya Tim Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Katolik Parahyangan atas tersedianya dana untuk pelaksanaan penelitian monodisiplin ini.
2. Kepala Laboratorium Teknik Struktur di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan atas dukungan selama pelaksanaan penelitian di laboratorium.
3. Para mahasiswa Laura A.N. Timotius dan Mugni Gozali, laboran Teguh F. N. Iman, ST dan teknisi Cuncun Priatna atas bantuan selama pelaksanaan penelitian ini.
4. PT Beton Elemenindo Putra (BEP) yang pada 16 Juli 2013 telah memberi kesempatan berharga kepada dosen dan mahasiswa untuk meninjau pabriknya yang memproduksi *expanded polystyrene* dan berbagai produk lainnya yang dibuat dari styrofoam.

## **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

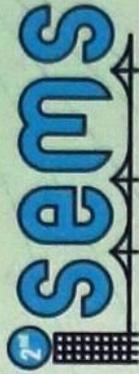
- 1. Sertifikat Pembicara di 2<sup>nd</sup> ISEMS**
- 2. Makalah di 2<sup>nd</sup> ISEMS**
- 3. Powerpoint di 2<sup>nd</sup> ISEMS**
- 4. Formulir F-04 Bukti Pelaksanaan Seminar**
- 5. Formulir F-06 Monev Pelaksanaan Penelitian**
- 6. Formulir F-09 Penyelesaian Kegiatan Penelitian**

**Sertifikat Pembicara di 2<sup>nd</sup> ISEMS**

**Bandung, 7-8 November 2013**

**The 2nd Indonesian Structural Engineering and Materials Symposium  
Bandung, 7-8 November 2013**

# SERTIFIKAT



diberikan kepada

**Cecilia Lauw**

sebagai **PEMBICARA**

**The 2<sup>nd</sup> INDONESIAN STRUCTURAL ENGINEERING  
AND MATERIALS SYMPOSIUM**

**Bandung, 7-8 November 2013**

diselenggarakan oleh:

**Jurusan Teknik Sipil - Universitas Katolik Parahyangan**



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Doddl Yudianto'.

**Doddl Yudianto, Ph.D**

Ketua Jurusan Teknik Sipil



**The 2nd Indonesian Structural Engineering and Materials Symposium  
Bandung, 7-8 November 2013**

**Makalah di 2<sup>nd</sup> ISEMS**

**Bandung, 7-8 November 2013**

**The 2nd Indonesian Structural Engineering and Materials Symposium**

**Bandung, 7-8 November 2013**

## EFEK STYROFOAM BEKAS KOTAK MAKANAN SEBAGAI AGREGAT BETON

Cecilia Lauw Giok Swan<sup>1</sup> and Laura Angelina Noviyanti Timotius<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Civil Engineering, Parahyangan Catholic University, Bandung  
e-mail: [cecilauw@indosat.net.id](mailto:cecilauw@indosat.net.id)

<sup>2</sup> Alumni, Department of Civil Engineering, Parahyangan Catholic University, Bandung

### ABSTRAK

Styrofoam (EPS) memiliki karakteristik yang sangat cocok untuk difungsikan sebagai kotak makanan. Tidak dapat terdegradasi secara alami, volume sampah EPS kotak makanan terus meningkat signifikan karena meski mudah menyala tetapi tidak boleh dimusnahkan dengan cara dibakar. Biaya produksi EPS baru sangat murah, sehingga menyebabkan upaya *reduce* dan *reuse* sampah EPS tidak menarik secara ekonomis. Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk *recycle* sampah EPS adalah digunakan sebagai agregat beton, karena upaya ini sesuai prinsip bahwa fungsi agregat adalah *filler* di dalam campuran beton. Sebelum dipotong-potong, sampah EPS dibersihkan dulu jika perlu. Pada penelitian ini potongan EPS ukuran  $\pm 1$  cm digunakan untuk mensubstitusi sebagian agregat kasar dengan rasio volume absolut 20-80% dari volume agregat kasar total. Hasil uji menunjukkan kelecakan beton dipengaruhi oleh agregat EPS sehingga diperlukan bahan tambahan khusus untuk mencegah terjadinya segregasi. Hasil eksperimen memperlihatkan rasio volume EPS  $>20\%$  mulai menimbulkan penurunan kuat tekan beton secara signifikan, sedangkan rasio volume 30% EPS merupakan peralihan antara beton normal dan beton ringan. Pengaruh EPS pada kuat lentur beton tidak terlalu signifikan. Efek EPS dengan tipe dan berat jenis berbeda dari kotak makanan serta semen jenis lain dari yang digunakan pada penelitian ini perlu diteliti ulang secara khusus.

**Kata kunci :** styrofoam (expanded polystyrene, EPS), bekas kotak makanan, agregat beton

### 1. Pendahuluan

Expanded Polystyrene (EPS) lebih populer dengan nama 'styrofoam' yaitu merk dagang dari 'polystyrene foam' yang diproduksi oleh Dow Chemical Company. Lambat laun EPS terbukti menjadi sampah abadi karena tidak dapat terdegradasi secara alami. Meski sangat mudah menyala, sampah EPS sulit ditangani karena tidak boleh dimusnahkan dengan cara dibakar apalagi untuk difungsikan sebagai bahan bakar, sebab ketika menyala EPS melepaskan gas-gas yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Untuk mereduksi volume sampah EPS dapat dilakukan upaya daur ulang melalui proses dilarutkan (*dissolved*), dipanaskan (*heated*) dan dihaluskan (*pulverized*).<sup>1)</sup>

Biaya produksi EPS baru dari butiran padat expandable polystyrene (eps) relatif sangat murah, sehingga upaya untuk *Reduce* dan *Reuse* sampah EPS tidak menghasilkan keuntungan yang berarti. Fenomena ini mendesak dilakukan upaya *Recycle* khusus, supaya selain mencapai tujuan utama mengurangi laju peningkatan volume sampah EPS, juga menghasilkan keuntungan bagi yang bersedia melaksanakannya. Upaya daur ulang sampah EPS untuk mengubahnya menjadi produk baru meliputi empat tahap utama yaitu pengumpulan, penyortiran, pembersihan dan proses produksi. Pada umumnya, jika dibandingkan dengan EPS bekas kotak makanan, sampah EPS sisa-sisa pelindung kemasan produk maupun papan dekorasi relatif sudah bersih, sehingga mudah diproses langsung tanpa perlu disortir dan dibersihkan.

Melaksanakan daur ulang EPS kurang menguntungkan, maka pihak penyedia jasa daur ulang EPS biasa menerapkan standar tertentu supaya sampah EPS dapat diterima. Sebagai contoh adalah PT Beton Elemenindo Putra produsen b-panel® dan b-foam® yang menyadari pentingnya berpartisipasi mendaur

ulang limbah EPS untuk mengurangi dampak buruk yang timbul pada lingkungan. Bekerjasama dengan agen, distributor, dan pelanggan, sisa-sisa EPS diproses dengan mesin khusus menjadi *Crush EPS* yang dapat dimanfaatkan sebagai campuran pada produksi balok EPS *recycled blend* dengan kadar 10% EPS daur ulang. *Crush EPS* juga dapat digunakan untuk berbagai keperluan lain atau diolah lagi menjadi *pellet PS* seukuran beras lalu digunakan sebagai campuran pembuatan bermacam produk plastik.<sup>2)</sup>

Sampah EPS kotak makanan cukup sulit didaur ulang karena seringkali kotor berminyak sehingga perlu dibersihkan lebih dulu. Bentuk kotak EPS yang relatif besar memicu keinginan orang untuk membuangnya secepat mungkin. Nilainya sangat rendah sehingga tidak menarik minat pemulung. Sampah EPS kemudian banyak yang terkumpul di selokan, sungai, pantai dan dapat tersangkut di pintu-pintu air. Salah satu cara mengurangi sampah EPS adalah memanfaatkannya menjadi bermacam produk yang nilai tambahnya tinggi. Meskipun demikian, pada makalah ini hanya akan dipaparkan hasil eksperimen pemanfaatan potongan EPS bekas kotak makanan sebagai pengganti sebagian agregat kasar untuk membuat beton.

## 2. Perencanaan Proporsi Campuran Beton Dengan EPS Bekas

EPS kotak makanan tebalnya bervariasi 1-3 mm, bersifat lentur, rapat air dan memiliki tekstur permukaan yang halus. Permukaan atas kotak makanan biasa digunakan untuk mencantumkan merk dagang penjual, sehingga berbagai kode tentang kotak EPS-nya biasa dipasang di bagian bawah. Setelah dibersihkan dari kotoran yang melekat, dilakukan pemotongan dengan ukuran maksimum 1 cm. Pemeriksaan berat jenis EPS kotak makanan menghasilkan nilai = 0.039. Berat jenis ini berbeda cukup besar dengan EPS bentuk bulat maupun EPS sisa-sisa kemasan produk dan sampah papan dekorasi.



**Gambar 1. Potongan EPS dan kode-kode di bagian bawah kotak makanan**

Untuk meneliti efek volume EPS pada kekuatan beton, proporsi campuran direncanakan berdasarkan perbandingan volume absolut material penyusun beton, dengan lima macam variasi volume absolut EPS, yaitu sebesar 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% dari volume absolut agregat kasar total. Volume air, semen dan pasir diambil konstan, yaitu sebesar 190, 114 dan 276 liter/m<sup>3</sup> campuran beton, sedangkan rongga udara diasumsikan 20 liter/m<sup>3</sup>. Total volume absolut agregat kasar split dan EPS juga ditetapkan konstan sebesar 40% dari volume beton. Untuk semua proporsi campuran beton nilai w/c = 0.53 (konstan).

**Tabel 1. Proporsi Volume Absolut Campuran Beton Sesuai % EPS**

Bahan [liter]	0%	20%	40%	60%	80%
Air	190	190	190	190	190
Semen	114	114	114	114	114
Split (ssd)	400	320	240	160	80
EPS	0	80	160	240	320
Pasir (ssd)	276	276	276	276	276
Void	20	20	20	20	20
Berat Isi [kg/m <sup>3</sup> ]	2217	2018	1819	1621	1422
Bentonit [kg]	-	4	4	4	4

Digunakan air sumur bor dan semen portland tipe I merk Tiga Roda dengan berat jenis 3,15. Pada kondisi ssd, berat jenis pasir Galunggung 2,443 dengan absorpsi 7% dan modulus kehalusan 2,804. Batu pecah yang digunakan ukuran butir maksimum 20 mm, modulus kehalusan butir 7,217 dengan berat jenis 2,485 dan absorpsi 2,8%. Analisis ayak menunjukkan gradasi agregat halus dan agregat kasar memenuhi batas-batas gradasi sesuai ASTM C33<sup>3)</sup> dan Road Note No.4 ukuran maks 19 mm.<sup>4)</sup>

### 3. Jenis Pengujian dan Jumlah Benda Uji

Pada campuran beton segar dilakukan uji slump sebelum pencetakan benda-benda uji. Sedangkan uji kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari masing-masing dengan 3 (tiga) benda uji kubus beton ukuran 15x15x15 cm per umur uji. Jumlah kubus beton seluruhnya 60 buah. Uji kuat lentur beton dilakukan pada umur 28 hari, masing-masing dengan 2 (dua) benda uji balok beton ukuran 10x20x60 cm. Jumlah balok beton seluruhnya 10 buah.

### 4. Rangkuman Hasil Uji

Pengukuran slump untuk campuran beton segar sebelum pencetakan benda-benda uji dengan rasio 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% volume absolut EPS terhadap volume agregat kasar total menghasilkan nilai slump 4,5 cm, 2,9 cm, 0,5 cm, 0,8 cm dan 0 cm.



Gambar 2. Uji slump beton dengan 80% EPS

Tabel 2. Kuat Tekan Kubus Beton [kg/cm<sup>2</sup>] sesuai % EPS

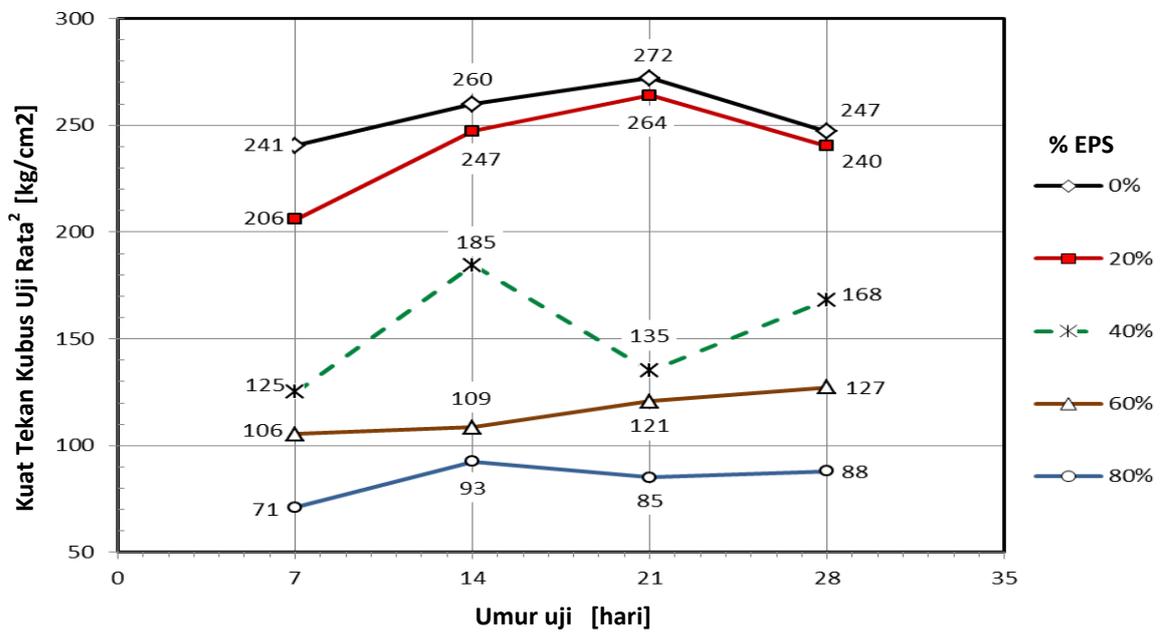
Umur uji [hari]	0%	20%	40%	60%	80%
7	234,5	205,0	133,0	102,1	73,3
	252,7	210,9	89,6	106,3	74,3
	234,6	202,1	152,7	108,2	65,9
14	270,2	250,4	192,2	105,9	91,6
	240,7	258,2	179,7	108,2	99,2
	269,0	233,1	181,9	111,9	86,7
21	281,8	241,5	122,6	108,1	82,6
	284,5	304,2	122,0	117,9	81,8
	250,3	246,3	160,5	136,2	90,8
28	237,4	245,3	162,0	123,9	94,3
	256,9	234,3	153,6	128,1	79,1
	247,0	240,9	188,9	129,9	90,7

**Tabel 3. Kuat Lentur Balok Beton [kg/cm<sup>2</sup>] sesuai % EPS**

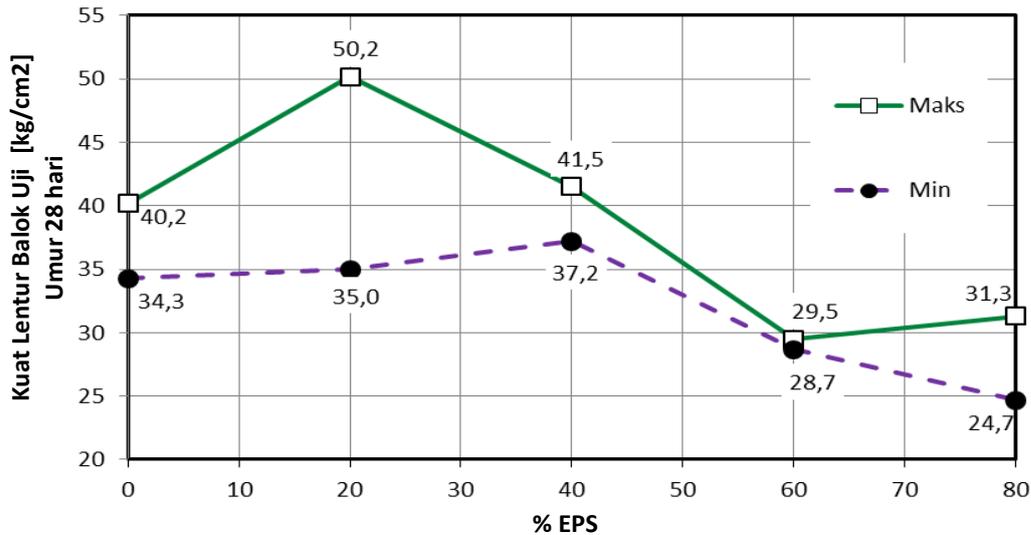
Umur uji [hari]	0%	20%	40%	60%	80%
28	40,2	50,2	41,5	29,5	31,3
	34,3	35,0	37,2	28,7	24,7



**Gambar 3. Kubus uji, balok uji dan penampang balok setelah uji lentur**



**Gambar 4. Perkembangan Kuat Tekan Rata2 Kubus Uji**



Gambar 5. Perkembangan Kuat Lentur Balok Uji

## 5. Diskusi Hasil Uji

Potongan styrofoam (EPS) bekas kotak makanan secara teoritis dapat difungsikan untuk menggantikan sebagian split (batu pecah) konvensional sebagai agregat kasar beton, karena EPS tidak ikut bereaksi dengan pasta semen sehingga dapat berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*). Meskipun demikian, perbedaan berat jenis yang besar maupun bentuk potongan EPS yang sangat berbeda dengan batu pecah dengan sendirinya mempengaruhi kemudahan pengerjaan adukan beton, yaitu sulit untuk diaduk merata dan juga sulit dipadatkan. Semakin besar % EPS semakin meningkat pula kesulitan yang dirasakan. Pada penelitian ini, untuk  $w/c = 0.53$  yang konstan nilainya, kesulitan pengerjaan adukan beton dapat diatasi dengan cara menggunakan bahan campuran tambahan bentonit dengan dosis  $4 \text{ kg/m}^3$  beton.

Seiring dengan peningkatan % EPS maka berat isi beton segar semakin berkurang. Tabel 1 menunjukkan bahwa dapat diestimasi mulai kadar 30% EPS berat isi beton beralih dari beton normal menjadi beton ringan. Slump sebesar 2,9 cm pada beton dengan rasio 20% EPS menunjukkan adukan masih cukup lecah. Tetapi pengukuran slump dan pembuatan benda uji dengan cara sesuai prosedur standar pada 40%, 60% dan 80% EPS menunjukkan hasil yang kurang rasional. Pengalaman ini menimbulkan ide dan pembuatan benda uji selanjutnya dengan 60% dan 80% EPS tidak lagi menggunakan cara standar ditusuk-tusuk tetapi dilaksanakan dengan cara adukan ditekan ringan.

## 6. Kesimpulan dan Saran

- Daur ulang sampah EPS kotak makanan dapat dilakukan melalui cara pembersihan, dipotong-potong dan kemudian digunakan untuk mensubstitusi sebagian atau seluruh agregat kasar beton.
- Semakin tinggi % EPS adukan beton lebih terasa kasar dan sulit dikerjakan, maka diperlukan bahan campuran tambahan yang sesuai dengan tingkat  $w/c$ .
- Semakin tinggi % EPS baik kuat tekan, kuat lentur maupun berat isi beton semakin rendah.
- Pada pembuatan benda-benda uji hasil yang lebih baik dapat dicapai dengan menggunakan cara penekanan bukan cara penusukan dan penggetaran.
- Penelitian perlu dikembangkan lebih lanjut dengan nilai  $w/c$  dan % EPS yang lebih bervariasi.
- Perlu dicari jenis bahan campuran tambahan yang paling sesuai dan ekonomis.

## 7. Referensi

- Material Recycling – Trends and Perspectives, Edited by Dimitris S. Achillias, Chapter 4, Chemical recycling of polystyrene, ISBN 978-953-51-0327-1, Copyright © 2012 InTech, Croatia.
- Layanan Daur Ulang Sisa Limbah EPS (Styrofoam) dari Agen dan Distributor  
<http://b-foam.com/article-2013-layanan-daur-ulang-sisa-limbah-eps-%28styrofoam%29.php>

## **Powerpoint Makalah di 2<sup>nd</sup> ISEMS**

**Bandung, 7-8 November 2013**

**The 2nd Indonesian Structural Engineering and Materials Symposium  
Bandung, 7-8 November 2013**



The 2<sup>nd</sup> INDONESIA STRUCTURAL ENGINEERING AND MATERIALS SYMPOSIUM  
Department of Civil Engineering - Parahyangan Catholic University  
Bandung, 7-8 November 2013

# EFEK STYROFOAM BEKAS KOTAK MAKANAN SEBAGAI AGREGAT BETON

Cecilia Lauw Glok Swan  
Laura A.N. Timotius

1

## Pendahuluan

- ⦿ Expanded Polystyrene (EPS) yaitu 'polystyrene foam' yang diproduksi oleh Dow Chemical Company lebih populer dengan nama STYROFOAM.
- ⦿ Lambat laun EPS terbukti menjadi sampah abadi karena tidak dapat terdegradasi secara alami.
- ⦿ Masalahnya: sampah EPS tidak boleh dimusnahkan dengan cara dibakar apalagi untuk digunakan sebagai bahan bakar, sebab ketika menyala EPS melepaskan gas-gas yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.
- ⦿ Untuk mereduksi volume sampah EPS sebenarnya dapat dilakukan upaya daur ulang melalui proses dilarutkan (*dissolved*), dipanaskan (*heated*) dan dihaluskan (*pulverized*).<sup>1)</sup>

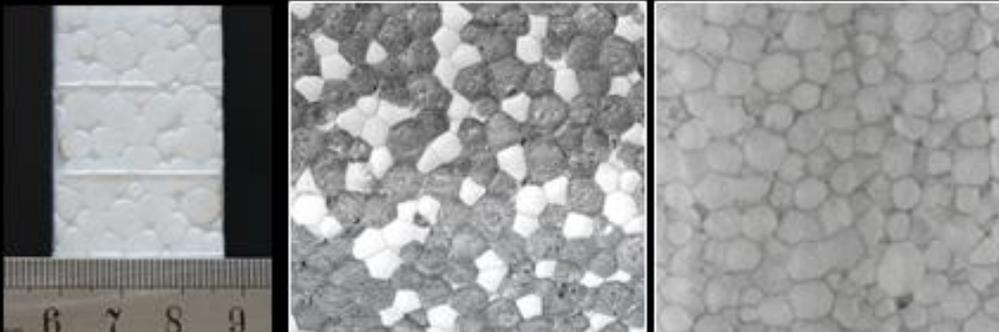
2

- ⊙ Tetapi biaya produksi EPS baru dari butiran kecil padat *expandable polystyrene (eps)* relatif sangat murah, sehingga upaya untuk *Reduce* dan *Reuse* sampah EPS tidak menarik.



- ⊙ Maka perlu dilakukan berbagai upaya *Recycle* khusus, yang dapat mengurangi laju peningkatan volume sampah EPS, tetapi juga menguntungkan bagi yang melaksanakannya.

3



- ⊙ Proses daur ulang sampah EPS meliputi:
  - pengumpulan
  - penyortiran
  - pembersihan
  - proses produksi
- ⊙ Sampah EPS kemasan produk maupun papan dekorasi umumnya relatif bersih → dapat diproses langsung tanpa disortir / dibersihkan

4



Crush EPS White dapat digunakan lagi untuk bermacam keperluan



Layanan Daur Ulang Limbah EPS (STYROFOAM) oleh PT Beton Elemenindo Putra (BEP)

5



- ⦿ Daur ulang sampah styrofoam kotak makanan merepotkan karena umumnya memerlukan pembersihan.
- ⦿ Nilainya sangat rendah, tidak menarik minat pemulung.
- ⦿ Sampah styrofoam kemudian banyak yang mengotori selokan, sungai, pantai dan tersangkut di pintu-pintu air.
- ⦿ Salah satu cara mengurangi sampah EPS: memanfaatkannya menjadi produk yang nilai tambahnya tinggi.
- ⦿ Makalah ini hanya memaparkan hasil eksperimen pemanfaatan potongan styrofoam bekas kotak makanan sebagai pengganti sebagian agregat kasar untuk membuat beton.

6

## Beton styrofoam bekas kotak makanan

- ⦿ Tebal styrofoam 1-3 mm
- ⦿ Lentur, rapat air dengan tekstur permukaan halus
- ⦿ Kode-kode biasanya dipasang di bagian bawah
- ⦿ Perlu dipotong-potong ukuran maks 1 cm
- ⦿ Berat jenis styrofoam kotak makanan 0.039 → berbeda dengan styrofoam bulat, kemasan produk dan papan dekorasi
- ⦿ Proporsi campuran beton berdasarkan:
  - volume absolut dan  $w/c = 0,53$
  - lima macam variasi kadar styrofoam: 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dari agregat kasar total
  - volume air, semen dan pasir konstan: sebesar 190, 114 dan 276 liter/m<sup>3</sup>
  - volume udara diasumsikan 20 liter/m<sup>3</sup>

7

- ⦿ semen tipe I merk Tiga Roda
- ⦿ pasir Galunggung b.j. 2,443 dengan absorpsi 7% dan FM = 2,804
- ⦿ split maks 20 mm, FM = 7,217 dan b.j. = 2,485 dan absorpsi 2,8%
- ⦿ gradasi agregat memenuhi ASTM C33<sup>3)</sup> dan Road Note No.4

Tabel 1. Proporsi Campuran Beton Sesuai % EPS

Bahan [liter]	0%	20%	40%	60%	80%
Air	190	190	190	190	190
Semen	114	114	114	114	114
Split (ssd)	400	320	240	160	80
EPS	0	80	160	240	320
Pasir (ssd)	276	276	276	276	276
Void	20	20	20	20	20
Berat Isi [kg/m <sup>3</sup> ]	2217	2018	1819	1621	1422
Bentonit [kg]	-	4	4	4	4

8

### Jenis Pengujian dan Jumlah Benda Uji

- ◎ Uji slump per proporsi campuran beton:  
4,5 cm, 2,9 cm, 0,5 cm, 0,8 cm dan 0 cm



- ◎ Uji kuat tekan beton umur 7, 14, 21 dan 28 hari:  
3 (tiga) benda uji kubus 15x15x15 cm per umur uji  
Jumlah kubus beton = 60 buah
- ◎ Uji kuat lentur beton umur 28 hari:  
2 (dua) benda uji balok 10x20x60 cm  
Jumlah balok beton = 10 buah

9



Uji Kuat Tekan

Uji Kuat Lentur

10

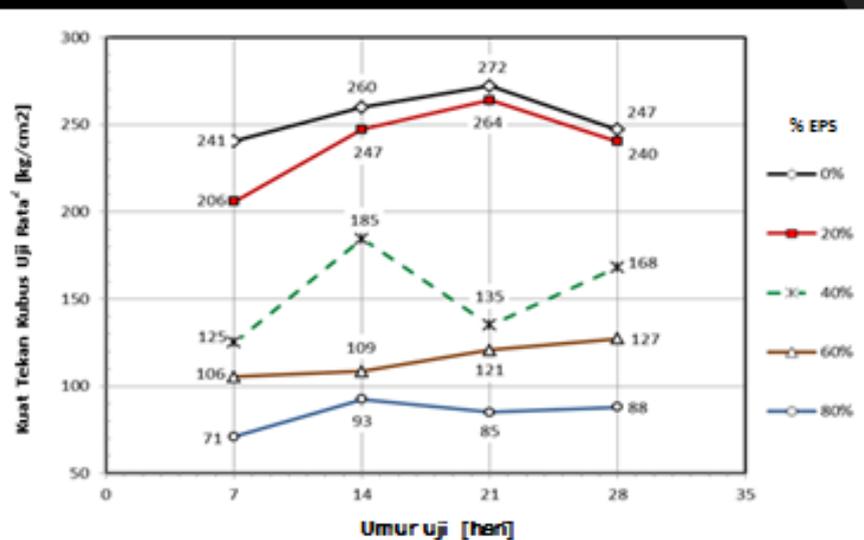
Tabel 2. Kuat Tekan Kubus Beton [kg/cm<sup>2</sup>] sesuai % EPS

Umur uji [hari]	0%	20%	40%	60%	80%
7	234,5	205,0	133,0	102,1	73,3
	252,7	210,9	89,6	106,3	74,3
	234,6	202,1	152,7	108,2	65,9
14	270,2	250,4	192,2	105,9	91,6
	240,7	258,2	179,7	108,2	99,2
	269,0	233,1	181,9	111,9	86,7
21	281,8	241,5	122,6	108,1	82,6
	284,5	304,2	122,0	117,9	81,8
	250,3	246,3	160,5	136,2	90,8
28	237,4	245,3	162,0	123,9	94,3
	256,9	234,3	153,6	128,1	79,1
	247,0	240,9	188,9	129,9	90,7

Tabel 3. Kuat Lentur Balok Beton [kg/cm<sup>2</sup>] sesuai % EPS

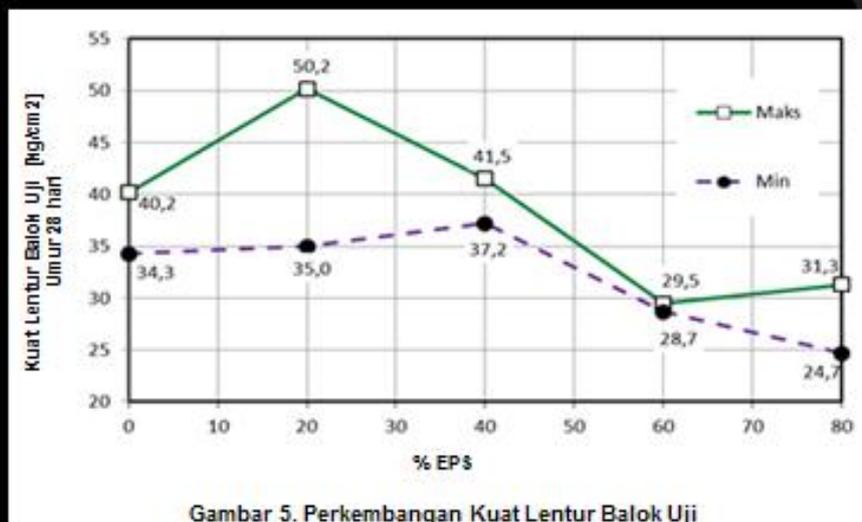
Umur uji [hari]	0%	20%	40%	60%	80%
28	40,2	50,2	41,5	29,5	31,3
	34,3	35,0	37,2	28,7	24,7

11



Gambar 4. Perkembangan Kuat Tekan Rata² Kubus Uji

12



Gambar 5. Perkembangan Kuat Lentur Balok Uji

13

### Diskusi

- ⦿ Berat jenis rendah dan bentuk styrofoam berakibat pada kelecakan yang menurun. Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan kadar bentonit 4 kg/m<sup>3</sup> beton.
- ⦿ Kadar 30% styrofoam dari volume agregat kasar total merupakan peralihan dari beton normal ke ringan.
- ⦿ Slump 2,9 cm pada 20% styrofoam dinilai masih cukup lecah.
- ⦿ Slump dan pembuatan benda uji sesuai prosedur standar untuk 40%, 60% dan 80% styrofoam hasilnya kurang baik. Maka untuk 60% dan 80% pencetakan menggunakan cara penekanan.
- ⦿ Beton ringan dengan volume absolut styrofoam bekas kotak makanan 320 liter/m<sup>3</sup> menghasilkan kuat tekan dan kuat lentur masih cukup untuk membuat elemen beton non struktural.
- ⦿ Upaya daur ulang styrofoam bekas kotak makanan dengan memanfaatkannya sebagai agregat beton merupakan solusi yang cukup baik dan patut dipertimbangkan termasuk dari aspek ekonomisnya.

14

## Kesimpulan dan Saran

- ⦿ Daur ulang sampah styrofoam kotak makanan dapat dilakukan melalui cara pembersihan, dipotong-potong dan kemudian digunakan untuk mensubstitusi sebagian agregat kasar beton.
- ⦿ Semakin tinggi % styrofoam adukan beton terasa lebih kasar, lebih sulit dikerjakan, sehingga diperlukan bahan tambahan yang sesuai dengan tingkat w/c dari pasta semen, sedangkan kuat tekan, kuat lentur maupun berat isi beton semakin rendah.
- ⦿ Supaya pencetakan benda uji hasilnya baik dan permukaannya mulus, maka pemadatan sebaiknya dilakukan dengan cara penekanan ringan bukan dengan penusukan dan penggetaran.
- ⦿ Penelitian perlu dikembangkan lebih lanjut dengan variasi nilai w/c dan % styrofoam lebih banyak.
- ⦿ Perlu dilakukan eksperimen untuk mencari jenis bahan tambahan yang paling sesuai dan ekonomis.

----- Sekian dan Terima Kasih -----

15



16

**Formulir F-04**

**BUKTI PELAKSANAAN SEMINAR**

	<b>FORMULIR</b>	No	F-04
		Berlaku	1 Januari 2013
	<b>BUKTI PELAKSANAAN SEMINAR</b>	Revisi	1
		Unit	LPPM

No Revisi	Bagian Yang Diubah	Disetujui
<b>01</b>	1. Klasifikasi penelitian disesuaikan dengan hibah dalam Peraturan Yayasan Nomor Nomor 4 Tahun 2013 dan Peraturan Rektor Nomor III/PRT/2013-01/013	Ka. LPPM, Sem. Gannjil 2012-13

Dengan ini kami menerangkan bahwa:

1.	Judul Penelitian	<b>Penelitian Beton Ringan Non-Struktural Dengan Agregat Styrofoam Bekas</b>
2.	Klasifikasi Penelitian <sup>1</sup>	1. Hibah Dosen Muda 2. Hibah Monodisiplin 3. Hibah Multidisiplin 4. Hibah Pascasarjana
3.	Ketua Peneliti / Pengusul	
	- Nama	Dr. Cecilia Lauw Giok Swan
	- Telp / Extension / Email	022-2033691 / 426 / <a href="mailto:cecilauw@indosat.net.id">cecilauw@indosat.net.id</a>
	- N I K	19750011
	- Jab. Fungsional / Struktural	Lektor Kepala / ---
	- Bidang Keahlian	Struktur dan Material
	- Jurusan / fakultas	Teknik Sipil / Fakultas Teknik

Telah melaksanakan seminar Proposal Kegiatan Penelitian / ~~Laporan Hasil Penelitian~~\* yang diselenggarakan pada **7-8 November 2013**, yaitu:

1. Seminar di tingkat KBI / Laboratorium / Jurusan / Fakultas\*
2. Pertemuan ilmiah tingkat nasional: **The 2<sup>nd</sup> ISEMS**
3. Pertemuan ilmiah tingkat internasional: .....

\* *beri tanda/coret yang sesuai*

\* *seminar Proposal Kegiatan Penelitian sekurang-kurangnya di tingkat KBI*

Bandung, tanggal 27 November 2013

Ketua Jurusan Sipil

  
 ..... Dodet Indianto .....

**Formulir F-06**

**MONEV PELAKSANAAN PENELITIAN**

	<b>FORMULIR</b>	<b>No</b>	<b>F-06</b>
		<b>Berlaku</b>	<b>1 Januari 2013</b>
	<b>MONEV PELAKSANAAN PENELITIAN</b>	<b>Revisi</b>	<b>1</b>
		<b>Unit</b>	<b>LPPM</b>

No Revisi	Bagian Yang Diubah	Disetujui
<b>01</b>	1. Klasifikasi penelitian disesuaikan dengan hibah dalam Peraturan Yayasan Nomor Nomor 4 Tahun 2013 dan Peraturan Rektor Nomor III/PRT/2013-01/013 2. Pembiayaan penelitian dimasukkan sebagai salah satu butir yang dimonev	Ka. LPPM, Sem. Ganjil 2012-13

1.	Judul Penelitian	Penelitian Beton Ringan Non-Struktural Dengan Agregat Styrofoam Bekas
2.	Klasifikasi Penelitian <sup>1</sup>	1. Hibah Dosen Muda ② Hibah Monodisiplin 3. Hibah Multidisiplin 4. Hibah Pascasarjana
3.	Ketua Peneliti / Pengusul	
	- Nama	Dr. Cecilia Lauw Giok Swan
	- Telp / Extension / Email	022-2033691 / 426 / <a href="mailto:cecilauw@indosat.net.id">cecilauw@indosat.net.id</a>
	- N I K	19750011
	- Jab. Fungsional / Struktural	Lektor Kepala / ---
	- Bidang Keahlian	Struktur dan Material
	- Jurusan / Fakultas	Teknik Sipil / Fakultas Teknik
4.	<b>Luaran</b> yang direncanakan, tertulis dalam proposal: 1. Makalah Ilmiah 2. Teknologi Tepat Guna	
5.	<b>Capaian</b> (lampirkan bukti-bukti luaran dari kegiatan dengan judul yang tertulis diatas, bukan dari kegiatan penelitian dari judul lain sebelumnya)	
	1. Makalah (pertemuan ilmiah, jurnal nasional, jurnal internasional)	
	Judul makalah	1) Efek Sampah Styrofoam Kotak Makanan Sebagai Agregat Beton
	Nama pertemuan ilmiah / jurnal	The 2 <sup>nd</sup> Indonesian Structural Engineering and Materials Symposium, Bandung, 7-8 November 2013
	Status makalah	<b>draft / dikirim / diterima / terbit*</b>
	2. Karya ilmiah lain (uraikan rincian karya ilmiah selain makalah ilmiah, bisa berupa buku, HKI, teknologi tepat guna, rekayasa sosial, dan bentuk lainnya dari kegiatan dengan judul yang tertulis diatas)	
	3. Jejaring kerja sama (uraikan jejaring yang dapat dibentuk, baik peneliti ataupun lembaga lain, disertai dengan kegiatan yang dilakukannya) Dengan pemerhati sampah styrofoam.	

	<p>4. Lainnya (tuliskan) Dukungan material Crush EPS dari B-Panel untuk penelitian lanjutan tentang “Beton Ringan Non-Struktural dengan Agregat Styrofoam Jenis Crush-EPS”.</p>																												
6.	<p>Apakah hasil penelitian ini akan membutuhkan penelitian lanjutan? (uraikan termasuk bagaimana rencana sumber pendanaan untuk penelitian lanjutan tersebut)</p> <p>Penelitian lanjutan diperlukan untuk menambah jumlah data uji. Karena dari dana penelitian UNPAR, data yang dapat diperoleh sangat terbatas. Sumber pendanaan selanjutnya diharapkan dapat diperoleh dari Program Hibah Penelitian dari Dikti.</p>																												
7.	<p>Jelaskan pembiayaan kegiatan penelitian ini dibandingkan dengan perencanaan dalam proposal.</p> <p>a. Pembiayaan dalam proposal: Rp. 15.000.000,- b. Realisasi pembiayaan: Rp. ....</p>																												
8.	<p>Rekapitulasi pembiayaan kegiatan penelitian: (sampai saat ini)</p> <table border="1" data-bbox="363 898 1139 1447"> <thead> <tr> <th>Keterangan</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Transportasi</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Makanan Berat</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Makanan Ringan</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Minuman</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Penginapan</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>ATK</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Photo Copy &amp; Jilid</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Pustaka</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Benda Pos</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Voucher</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Bahan Habis Pakai</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td>Honor Penelitian</td> <td>Rp.</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td>Rp. 8.605.580,-</td> </tr> </tbody> </table>	Keterangan	Total	Transportasi	Rp.	Makanan Berat	Rp.	Makanan Ringan	Rp.	Minuman	Rp.	Penginapan	Rp.	ATK	Rp.	Photo Copy & Jilid	Rp.	Pustaka	Rp.	Benda Pos	Rp.	Voucher	Rp.	Bahan Habis Pakai	Rp.	Honor Penelitian	Rp.	<b>Total</b>	Rp. 8.605.580,-
Keterangan	Total																												
Transportasi	Rp.																												
Makanan Berat	Rp.																												
Makanan Ringan	Rp.																												
Minuman	Rp.																												
Penginapan	Rp.																												
ATK	Rp.																												
Photo Copy & Jilid	Rp.																												
Pustaka	Rp.																												
Benda Pos	Rp.																												
Voucher	Rp.																												
Bahan Habis Pakai	Rp.																												
Honor Penelitian	Rp.																												
<b>Total</b>	Rp. 8.605.580,-																												

\* Coret yang tidak perlu

Jika capaian belum/tidak sesuai dengan luaran yang direncanakan, uraikan alasannya:

Waktu penelitian yang 10 bulan ternyata efektif hanya 7 bulan (bulan Mei s.d. November 2013).

## RINCIAN PENGGUNAAN DANA PENELITIAN

### 1. PERJALANAN DINAS PENELITIAN, RAPAT, DAN PERTEMUAN ILMIAH

KEGIATAN	SUMBER DAYA	No. BON	TANGGAL	RINCIAN	RUPIAH
Penjelasan kegiatan yang dilakukan					
Rapat	Narasumber dan Mahasiswa	Kuitansi (A)	11 Juni 2013	Di Bogor	500.000,-
		Kuitansi (B)	17 Juni 2013	Di Bandung	664.000,-
		Kuitansi (C)	17 Juni 2013	Di Bandung	750.000,-
		Bon (01) Bon (02)	17 Juni 2013 17 Juni 2013	Di Laboratorium Di Laboratorium	53.000,- 29.000,-
Upah	Teknisi Pembantu Teknisi	Kuitansi (D)	18 Juni 2013	Di Laboratorium	400.000,-
		Kuitansi (E)	18 Juni 2013	Di Laboratorium	400.000,-
<b>TOTAL</b>					<b>2.796.000,-</b>

### 2. PUSTAKA

KEGIATAN	JUDUL BUKU	No. BON	TANGGAL	RUPIAH
Pembelian buku / Copy buku / Print buku				
<b>TOTAL</b>				(kosong)

### 3. BAHAN-BAHAN DAN PERALATAN

KEGIATAN	SUMBER DAYA	No. BON	TANGGAL	RUPIAH
Pembelian bahan habis pakai	16 kotak Lem Fevicol	(03)	09 Mar 2013	610.000,-
	1 kg Lem Putih Fox	(04)	18 Jun 2013	55.000,-
	1 rim kertas A4	(05)	04 Feb 2013	27.000,-
	1 lbr cutting mat	(06)	22 Jun 2013	73.700,-
	8 lbr styrofoam	(07)	28 Sep 2013	96.000,-
	1 colt pasir beton	(08)	05 Okt 2013	295.000,-
	1 colt split + 5 zak semen	(09)	24 Sep 2013	585.000,-
	4 zak semen	(10)	04 Okt 2013	260.000,-
	1 zak semen	(11)	23 Sep 2013	66.000,-
	1 colt pasir beton	(12)	21 Sep 2013	295.000,-
	1 colt pasir beton + 28 krg	(13)	10 Sep 2013	151.000,-
	½ colt pasir beton + 1 semen	(14)	tanpa tgl	210.000,-
	1 kantong plastik	(15)	14 Mar 2013	16.095,-
	1 kantong plastik	(16)	19 Mar 2013	16.095,-
	1 kantong plastik	(17)	08 Apr 2013	8.695,-
	1 kantong plastik	(18)	20 Sep 2013	24.795,-
	2 kantong plastik	(19)	tanpa tgl	35.000,-
	1 kantong plastik	(20)	tanpa tgl	17.500,-

Pembelian bahan habis pakai	1 kantong sampah	(21)	05 Okt 2013	37.000,-	
	1 kantong plastik	(22)	18 Sep 2013	10.000,-	
	20 karung	(23)	1 Sep	20.000,-	
	3 kantong sampah	(24)	2013	22.500,-	
	1 kantong plastik	(25)	23 Sep 2013	30.000,-	
	3 gunting	(26)	tanpa tgl	15.000,-	
	1 ganti lilitan kabel	(27)	28 Sep 2013	125.000,-	
	16 sekrup	(28)	04 Sep 2013	6.400,-	
	15 baut	(29)	25 Jun 2013	15.000,-	
	1 saringan pasir	(30)	03 Apr 2013	17.000,-	
	1 oli + stempet	(31)	03 Apr 2013	40.000,-	
	1 oli	(32)	24 Sep 2013	27.500,-	
	2 ring seal	(33)	04 Okt 2013	25.000,-	
	1 oli	(34)	04 Okt 2013	27.500,-	
	2 ember	(35)	17 Sep 2013	199.800,-	
	5 pak abu gosok	(36)	14 Sep 2013	25.000,-	
	25 kg abu gosok	(37)	20 Sep 2013	30.000,-	
	15 kg abu gosok	(38)	28 Sep 2013	30.000,-	
	15 kg abu gosok	(39)	03 Okt 2013	30.000,-	
	20 bh genteng	(40)	25 Jul 2013	30.000,-	
	30 bh genteng	(41)	01 Agt 2013	45.000,-	
	10 bh genteng	(42)	06 Sep 2013	20.000,-	
	150 bh genteng	(43)	19 Sep 2013	375.000,-	
	100 bh genteng	(44)	04 Okt 2013	250.000,-	
	70 kg bubuk kaca tempered	(45)	02 Sep 2013	350.000,-	
	36 kg bubuk kaca tempered	(46)	07 Sep 2013	190.000,-	
	15 kg berangkal kaca temp.	(47)	15 Sep 2013	100.000,-	
	37,5 kg bubuk kaca tempered	(48)	16 Sep 2013	200.000,-	
	100 kg kaca tempered	(49)	25 Sep 2013	500.000,-	
	34,5 kg kaca tempered	(50)	04 Okt 2013	175.000,-	
				-----	
	<b>TOTAL</b>				<b>8.605.580,-</b>

*Catatan: Peralatan Menjadi Inventaris Jurusan Sesuai dengan Perjanjian Pelaksanaan Penelitian*

#### 4. KESEKRETARIATAN

KEGIATAN	SUMBER DAYA	No. BON	TANGGAL	RINCIAN	RUPIAH
* Penjelasan kegiatan yang dilakukan	* Photo Copy			* Photo copy / jilid / print	
	* ATK			* Alat tulis, tinta, buku tulis	
	* Voucher			* Telepon / internet	
<b>TOTAL</b>					

5. **HONOR (Max 30% dari total dana yang diterima)**

KEGIATAN	KOMPONEN	NO. KWITANSI	TANGGAL	RUPIAH
* Penjelasan tentang penggunaan jasa yang bersangkutan	* Honor tim peneliti			
	*			
	*			
	*			
<b>TOTAL</b>				-----

**TOTAL = Rp. 8.605.580,-**

NB: 1) Bukti-bukti diserahkan.

2) Dikembalikan tunai sebesar Rp 1.900.000,-

Bandung, 23 Oktober 2013

Ketua Peneliti,

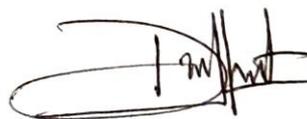


**Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

Mengetahui,

Bandung, 23 Oktober 2013

Ketua Jurusan,



**Doddi Yudianto, Ph.D.**

## RINCIAN TAMBAHAN BON-BON PENGGUNAAN DANA PENELITIAN

### 1. PERJALANAN DINAS PENELITIAN, RAPAT, DAN PERTEMUAN ILMIAH

KEGIATAN	SUMBER DAYA	No. BON	TANGGAL	RINCIAN	RUPIAH
Penjelasan kegiatan yang dilakukan					
Upah					
<b>TOTAL</b>					(kosong)

### 2. PUSTAKA

KEGIATAN	JUDUL BUKU	No. BON	TANGGAL	RUPIAH
Pembelian buku / Copy buku / Print buku		(57)	23 Apr 2013	48.000,-
		(58)	22 Jun 2013	229.000,-
		(59)	27 Jun 2013	341.300,-
		(60)	29 Nop 2013	89.000,-
		(61)	30 Nop 2013	48.000,-
<b>TOTAL</b>				<b>755.300,-</b>

### 3. BAHAN-BAHAN DAN PERALATAN

KEGIATAN	SUMBER DAYA	No. BON	TANGGAL	RUPIAH
Pembelian bahan habis pakai				
	2 zak semen	(51)	5 Nop 2013	132.000,-
	1 zak semen	(52)	2 Nop 2013	66.000,-
	4 Alteco	(53)	3 Okt 2013	14.000,-
	1 tudung saji (untk ayakan)	(54)	tanpa tgl	37.400,-
	2 Nanko 2"	(55)	22 Agt 2013	17.000,-
5 styrofoam 1cm (1x2)	(56)	9 Jul 2013	60.000,-	
<b>TOTAL</b>				<b>326.400,-</b>

### 4. KESEKRETARIATAN

KEGIATAN	SUMBER DAYA	No. BON	TANGGAL	RINCIAN	RUPIAH
* Penjelasan kegiatan yang dilakukan	* Photo Copy			* Photo copy / jilid / print	
	* ATK			* Alat tulis, tinta, buku tulis	
	* Voucher			* Telepon / internet	
<b>TOTAL</b>					(kosong)

5. **HONOR (Max 30% dari total dana yang diterima)**

KEGIATAN	KOMPONEN	NO. KWITANSI	TANGGAL	RUPIAH
* Penjelasan tentang penggunaan jasa yang bersangkutan	* Honor tim peneliti			
	*			
	*			
	*			
<b>TOTAL</b>				-----

**TOTAL = Rp. 1.081.700,-**

NB: Bukti-bukti (tambahan) diserahkan.

Bandung, 16 Nopember 2013

Ketua Peneliti,



**Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**Formulir F-09**

**PENYELESAIAN KEGIATAN PENELITIAN**

	<b>FORMULIR</b>	<b>No</b>	<b>F-09</b>
		<b>Berlaku</b>	<b>1 Januari 2013</b>
	<b>PENYELESAIAN KEGIATAN PENELITIAN</b>	<b>Revisi</b>	<b>2</b>
		<b>Unit</b>	<b>LPPM</b>

Catatan:

No Revisi	Bagian Yang Diubah	Disetujui
01	1. Capaian hasil penelitian dilaporkan dalam penyelesaian kegiatan penelitian	Ka. LPPM, Sem. Ganjil 2011-11
02	1. Klasifikasi penelitian disesuaikan dengan hibah dalam Peraturan Yayasan Nomor: Nomor 4 Tahun 2013 dan Peraturan Rektor Nomor III/PRT/2013-01/013	Ka. LPPM Sem Ganjil 2012-13

1.	Judul Penelitian	<b>Penelitian Beton Ringan Non-Struktural Dengan Agregat Styrofoam Bekas</b>
2.	Klasifikasi Penelitian <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hibah Dosen Muda</li> <li>2. Hibah Monodisiplin</li> <li>3. Hibah Multidisiplin</li> <li>4. Hibah Pascasarjana</li> </ol>
3.	Ketua Peneliti / Pengusul	
	- Nama	Dr. Cecilia Lauw Giok Swan
	- Telp / Extension / Email	022-2033691 / 426 / cecilauw@indosat.net.id
	- N I K	19750011
	- Jab. Fungsional / Struktural	Lektor Kepala / ---
	- Bidang Keahlian	Struktur dan Material
	- Jurusan / Fakultas	Teknik Sipil / Fakultas Teknik
4.	Pembina (khusus untuk Hibah Dosen Muda)	
	-Nama	---
	-NIK	---
	-Jab. Fungsional /Struktural	---
5.	Semua Anggota Peneliti (termasuk mahasiswa pascasarjana untuk Hibah Pascasarjana)	
	- Nama (Bidang Keahlian)	1. Ir. Buen Sian, ST, MT (Struktur dan Material)
	- Nama (Bidang Keahlian)	2. ---
	- Nama Mahasiswa (Prodi)	3. ---
	- Nama Mahasiswa (Prodi)	4. ---
6.	Jadwal (max 10 bulan)	Maret 2013 s/d Desember 2013
7.	Capaian <sup>1</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Makalah ilmiah</li> <li>2. Buku</li> <li>3. Teknologi Tepat Guna</li> <li>4. Rekasaya Sosial</li> <li>5. Lainnya (sebutkan, misalnya proposal penelitian untuk skema penelitian eksternal / DIKTI).</li> </ol>

8.	Laporan keuangan <sup>3</sup>	<b>Keterangan</b>		<b>Total</b>		
		Transportasi	Rp			
		Makanan Berat	Rp			
		Makanan Ringan	Rp			
		Minuman	Rp			
		Penginapan	Rp			
		ATK	Rp			
		Photo Copy & Jilid	Rp			
		Pustaka	Rp			
		Benda Pos	Rp			
		Voucher	Rp			
		Bahan Habis Pakai	Rp			
		Honor Penelitian	Rp			
		<b>Total</b>	Rp			<b>8.605.580,-</b>
9.	Pembiayaan <sup>1</sup>	1.	Rp. 10.000.000 (Dosen Muda)			
		2.	Rp. 15.000.000 (Monodisiplin)			
		3.	Rp. 20.000.000 (Multidisiplin)			
		4.	Rp. 20.000.000 (Pascasarjana)			
10.	Pencairan Tahap II (30 %) <sup>1</sup>	1.	Rp. 3.000.000 (Dosen Muda)			
		2.	Rp. 4.500.000 (Monodisiplin)			
		3.	Rp. 6.000.000 (Multidisiplin)			
		4.	Rp. 6.000.000 (Pascasarjana)			

1. Ditandai yang sesuai
2. Dilengkapi dengan Formulir F-03. Bukti Pelaksanaan Seminar dan Formulir F-11. Laporan Keuangan Pelaksanaan Penelitian
3. Diisi bila ada laporan keuangan saja (lampirkan juga rincian dan bukti-bukti pengeluarannya, disusun dan ditempel berdasarkan no bon di HVS A4)

Bandung, 27 November 2013

Ketua Peneliti,

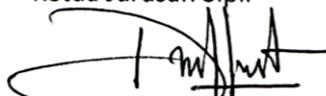


**Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

Menyetujui,

Bandung, 27 November 2013

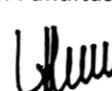
Ketua Jurusan Sipil



**Doddi Yudianto, Ph.D.**

Bandung, 27 November 2013

Dekan Fakultas Teknik



**A. Caroline Sutandi, Ph.D.**

Bandung, .....

Ketua LPPM,

**Dr. Budi Husodo Bisowarno**

**SELESAI**