

## CAMPURAN BETON RINGAN MATERIAL *WALL/FLOORING* DENGAN PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KOPI, JERAMI, DAN FLY ASH

Anik Ratnaningsih<sup>1</sup>, Ririn Endah Badriani<sup>2</sup>, Syamsul Arifin.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Jember

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas, Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Jember

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No.37,Jember

Email: ratnaningsihanik@gmail.com

### Abstrak

Pembangunan rumah harus dilaksanakan dalam waktu yang singkat, mudah, ramah lingkungan, ringan, dan kuat. Kriteria-kriteria yang telah disebutkan dapat dicapai dengan membuat beton ringan dengan material memanfaatkan limbah yang ada disekitar lokasi pembangunan proyek. Kabupaten Jember merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur penghasil kopi termasuk limbah kulit kopi, yang setiap tahunnya limbah yang dihasilkan kurang lebih 1080 ton. Selain penghasil limbah kopi, terdapat pula limbah fly ash dari sisa pengrajin batu alam dan limbah pertanian padi berupa jerami. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan proporsi campuran yang tepat untuk menghasilkan beton ringan dengan mutu sesuai SNI sebagai material wall/flooring dengan kuat tekan >7 Mpa, absorpsi < 10%, dan density 1700 kg/m<sup>3</sup> dari material limbah kulit kopi, fly ash, dan jerami. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan uji tekan, penyerapan, dan berat jenis. Proporsi campuran menggunakan prosentase perbandingan volume terhadap volume semen. Hasil pengujian diperoleh proporsi campuran beton ringan dengan bahan semen, fly ash, kulit kopi, dan jerami adalah 0.5 semen: 1 Abu Batu : 1 kulit kopi: 0.1 jerami. Nilai kuat tekan yang dicapai sebesar > 55,152 Mpa, penyerapan 8.14 %, dan berat jenis 1376 kg/m<sup>3</sup>.

**Kata kunci:** beton ringan; wall/flooring; kulit kopi; jerami; fly ash

### Pendahuluan

Data statistik (BPS,2012), produksi biji kopi di Indonesia mencapai 600 ribu ton lebih dan menghasilkan limbah kulit kopi sebesar kurang lebih 1 (satu) juta ton. Hal ini apabila dibiarkan akan menimbulkan masalah yang serius terhadap lingkungan. Kabupaten Jember dengan potensi lahan dan iklimnya merupakan sentra perkebunan kopi kurang lebih 5.608 ha. Potensi limbah kulit kopi kurang lebih 1.080 ton setiap tahunnya, sebagai hasil samping produksi biji kopi. Selama ini kulit kopi dibuang begitu saja karena dianggap kurang bermanfaat dan tidak berharga, namun ada juga sebagian kecil petani menggunakannya sebagai pupuk organik di perkebunannya. Apabila limbah kulit kopi ini dapat dimanfaatkan, tentunya dapat menjadi penghasilan tambahan bagi masyarakat kabupaten Jember yang mayoritas petani kopi.

Kabupaten Jember karena daerahnya termasuk perbukitan, selain sebagai sentra perkebunan kopi juga merupakan daerah pertanian, yang setiap kali panen terutama pertanian padi akan menghasilkan limbah jerami yaitu dapat mencapai 12-15 ton setiap hektar pada masa panen. Pemanfaatan limbah jerami padi ini masih kurang diperhatikan oleh petani yang selama ini hanya dibakar di area persawahan atau sebagai pakan ternaknya.

Mata pencaharian masyarakat Jember selain sebagai petani, perkebunan, PNS, ABRI dan lain-lain, banyak pula pengusaha yang mengolah hasil perbukitan yaitu batu. Usaha yang mereka lakukan antara lain adalah perusahaan pemecah batu, batu pualam, dan masih banyak yang lain terkait dengan pengolahan batu tersebut. Hasil limbah pengolahan batu tersebut adalah abu batu (*fly ash*). Fly ash dapat digunakan sebagai bahan pengisi yang dapat mengurangi jumlah semen.

Produksi batu bata sebagai bahan dinding (*wall*) sudah berlangsung lama, dengan bahan baku tanah liat dan alat sederhana, tetapi sampai saat ini belum pernah dilakukan pengukuran atau analisa laboratorium, sejauh mana kesesuaian batu bata yang sudah diproduksi dengan kriteria SNI yang berlaku. Demikian juga dengan dampak negatif yang ditimbulkan akibat galian tanah sebagai bahan baku bata, lama kelamaan akan menimbulkan kelongsoran dan pengrusakan lingkungan dan pencemaran udara akibat pembakaran bata.

Pemanfaatan kulit kopi dengan jerami sebagai bahan bangunan dapat mengurangi dua pertiga jumlah batu bata yang dipakai dalam membangun dinding interior/eksterior. Alasan lain penggunaan bahan jerami dan kulit untuk bahan campuran beton ringan adalah menciptakan bangunan yang ramah lingkungan (Eco-Architecture)

dengan sentuhan teknologi baru. Dibandingkan dengan batako biasa atau keramik, batako/keramik dengan penambahan kulit kopi dan jerami padi ini dimungkinkan mempunyai berat yang lebih ringan, sehingga dapat digunakan pada daerah rawan gempa. Perlu diingat fakta menunjukkan bahwa bangunan adalah pengguna energi terbesar mulai dari konstruksi, bahan bangunan, saat bangunan beroperasi, perawatan hingga bangunan dihancurkan. Sehingga dengan meyakini Eco-Architecture ini akan menghemat biaya dalam jangka panjang (Wisnuwijanarko, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi bahan pembuatan wall/flooring beton yang ramah lingkungan, sesuai dengan SNI, dan dapat mengurangi limbah pertanian, perkebunan, dan abu batu. Untuk mencapai tujuan penelitian tersebut, maka sasaran penelitian ini diantaranya adalah : (1) Mengidentifikasi sampai sejauh mana komposisi bahan limbah kopi sebagai bahan substitusi pembuatan keramik wall/flooring; (2) Mendapatkan komposisi bahan bata beton yang sesuai dengan SNI.

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dibuat bata beton dengan variasi komposisi semen, abu batu, kulit kopi, dan jerami padi, yang berbeda-beda untuk mengetahui komposisi mana yang memiliki komposisi yang paling baik dan memiliki kekuatan yang memadai untuk menahan beban.

## **Bahan dan Metode Penelitian**

### **Bahan**

Bahan dalam penelitian ini secara keseluruhan menggunakan limbah yang ada di wilayah Kabupaten Jember dan sekitarnya berupa kulit kopi, fly ash, dan jerami padi. Bahan semen yang digunakan hanya sebagai bahan pengikat dengan prosentase 50% dari volume fly ash. Keseluruhan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Semen
2. Fly ash
3. Kulit kopi
4. Jerami
5. Air
6. Papan untuk membuat cetakan keramik

### **Metode Penelitian**

#### **Lokasi Penelitian**

Lokasi Penelitian adalah laboratorium struktur dan bahan fakultas teknik Universitas Jember. Data untuk mendapatkan material campuran beton ringan didapatkan dari karisidenan Besuki ( Jember, Lumajang, Bondowoso, Situbondo, dan Banyuwangi).

#### **Tahapan Penelitian**

Metode penelitian ini dibagi dalam 3 (tiga) tahap, yaitu tahap persiapan, tahap proses mix design, tahap pencampuran, dan tahap pengujian.

#### **Persiapan**

Tahap pertama persiapan meliputi: studi literatur, inventarisasi dan pengolahan data.

##### **a. Studi Literatur**

Studi literatur dan seleksi metode ini dilakukan untuk studi komparasi literatur dan menyeleksi metode yang mungkin diterapkan sesuai dengan data yang dapat diperoleh. Sumber literatur diperoleh dari: *web site* internet, jurnal, *proceedings*, dan buku. Dasar analisis yang digunakan adalah ketersediaan data dan kelayakan metode untuk diterapkan dalam inovasi campuran beton yang akan dipakai.

##### **b. Inventarisasi dan Pengolahan Data**

Inventarisasi data dilakukan melalui survei dan mengumpulkan data-data sekunder dari berbagai instansi terkait, meliputi kegiatan pengumpulan data-data dan informasi yang berkaitan dengan ketersediaan material campuran.

Pengolahan data ini merupakan proses dalam analisis mix design sebagai dasar dalam menentukan proporsi campuran. Tahapan dari analisis data ini meliputi: diskriptif dan klasifikasi data, kuat tekan, absorpsi dan densitas campuran.

#### **Tahap Mix Design**

Pada tahap ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi campuran beton ringan secara tepat agar didapatkan kuat tekan yang sesuai, densitas, absorpsi rendah, dan ringan. Langkah yang dilakukan dalam mix design ini meliputi proporsi setiap campuran dengan komposisi material semen : abu batu : kulit kopi : jerami ( sebagai filler yang diambil 10 % dari komposisi kopi) komposisi campuran adalah sebagai berikut:

Tabel 1 proporsi campuran

No. Campuran	Semen	Fly ash	Kulit kopi	Jerami padi	Keterangan
1	0.5	1	1	0.1	Setiap perlakuan dibuat 10 benda uji
2	0.5	1	1.5	0.15	
3	0.5	1	2	0.2	
4	0.5	1	2.5	0.25	
5	0.5	1	3	0.3	

Sumber : data penelitian

#### a. Identifikasi

Langkah-langkah yang dilakukan untuk proses identifikasi adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian setiap material sesuai standart SNI 2002
2. Membuat kombinasi proporsi campuran
3. Menyusun kebutuhan setiap proporsi

#### b. Proses Pencampuran

Proses pencampuran dilakukan sebagai berikut:

1. Menimbang kebutuhan setiap material
2. Mencampur material sesuai komposisi dengan setiap komposisi 10 benda uji
3. Benda uji yang digunakan adalah cetakan keramik ukuran 10 cm x 20 cm x 1 cm
4. Membuat benda uji
5. Melakukan prosedur perojokan agar campuran merata
6. Membiarkan campuran selama 7 hari agar mengeras, selama 7 hari material harus dilakukan pemeliharaan dengan melakukan perendaman
7. Pada umur 7 hari material di lepas dari cetakan dan dibiarkan selama 14 hari dan selalu dilakukan curing.

#### c. Pengujian

Pengujian dalam penelitian ini mengacu pada SNI 2002 tentang pengujian material bata beton ringan umur 28 hari. Pengujian yang akan dilakukan meliputi: Pengujian kuat tekan ( $f_c$ ), penyerapan (*absorpsi*), dan berat jenis (*density*).

#### Kuat tekan

Kekuatan suatu material didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan pembebanan atau gaya-gaya mekanis sampai terjadi kegagalan. Nilai kuat tekan mortar didapatkan melalui tata cara pengujian standart, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji sampai hancur. Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton atau mortar. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas.

Kuat tekan mortar atau beton diwakili oleh kuat tekan maksimum  $f_c$  dengan satuan N/m<sup>2</sup> atau MPa (Mega Pascal). Kekuatan tekan mortar ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat halus, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama didalam penentuan kekuatan mortar. Semakin rendah perbandingan air-semen, semakin tinggi kekuatan tekan. Suatu jumlah tertentu air diperlukan untuk memberikan aksi kimia di dalam pengerasan mortar, kelebihan air meningkatkan kemampuan pengerjaan akan tetapi menurunkan kekuatan .

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana :

Fc = kuat tekan (Mpa)

P = Pembebanan (N)

A = Luasan (m<sup>2</sup>)

#### Penyerapan

Daya serap air adalah persentase berat air yang mampu diserap oleh suatu agregat jika direndam dalam air. Pori dalam butir agregat mempunyai ukuran dengan variasi cukup besar. Pori-pori tersebar di seluruh butiran, beberapa merupakan pori-pori yang tertutup dalam materi, beberapa yang lain terbuka terhadap permukaan butiran. Beberapa jenis agregat yang sering dipakai mempunyai volume pori tertutup sekitar 0 % sampai 20 % dari volume butiranya (Tjokrodimulyo, 1996).

Dalam adukan beton atau mortar, air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori antara butir-butir agregat halus, juga bersifat sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak atau padat. Penyebab semakin meningkatnya daya serap air adalah semakin meningkatnya porositas

mortar semen akibat kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen. Air ini akan menguap atau tinggal dalam mortar semen yang akan menyebabkan terjadinya pori-pori pada pasta semen sehingga akan menghasilkan pasta yang porous, hal ini akan menyebabkan semakin berkurangnya kedekatan air mortar semen.

$$\text{Absorpsi} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100 \quad (2)$$

Dimana :

mb = berat basah (kg)

mk = berat kering (kg)

Berat isi

$$\text{Berat isi} = \frac{m}{v} \quad (3)$$

Dimana :

m = berat normal (kg)

v = volume (m<sup>3</sup>)

### Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian yang telah dilakukan meliputi pengujian kuat tekan, penyerapan, dan berat isi memberikan nilai yang memenuhi syarat sebagai material bata beton ringan menurut SNI 2002, persyaratan menurut SNI 2002 nampak pada tabel 2, berikut.

Tabel 2 Klasifikasi Kepadatan Beton Ringan

No	Kategori Beton Ringan	Berat Isi Unit Beton Kg/m <sup>3</sup>	Tipikal Kuat Tekan Beton	Tipikal Aplikasi
1	Non Struktural	300-1100	<7 Mpa	Insulating Material
2	Non Struktural	1100-1600	7- 14 Mpa	Unit Masonry
3	Struktural	1450-1900	17-35 Mpa	Struktural
4	Normal	2100-2550	20-40 Mpa	Struktural

Sumber: Ringkasan (SNI)

Penelitian ini mengacu untuk material beton ringan non struktural yang digunakan sebagai *wall/flooring* dengan kuat tekan > 7 Mpa, berat isi 1100-1600 kg/m<sup>3</sup>, dengan absorpsi antara 0 % - 20 %.

### Hasil uji kuat tekan

Rata-rata kuat tekan yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan diperoleh hasil seperti yang terlihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan mortar pada Umur Benda uji : 28 hari

No. Sample	Berat Benda Uji (gr)	Luas (m <sup>2</sup> )	Beban (N)	Kuat Tekan (Mpa)
1	200.60	0.25	8.96	55.152
2	177.07	0.25	5.26	32.369
3	185.86	0.25	4.77	29.354
4	154.05	0.25	3.97	24.431
5	141.06	0.25	2.1	12.923

Sumber : Hasil analisis

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada masing-masing perlakuan memberikan nilai yang memenuhi syarat sebagai campuran beton ringan. Nilai yang dihasilkan kesemua proporsi campuran > 7 Mpa. Campuran dapat digunakan sebagai material dinding/lantai (*wall/flooring*).

### Hasil Uji Penyerapan terhadap air

Hasil uji penyerapan terhadap air yang telah dilakukan dilaboratorium menunjukkan hasil < 20%, kecuali perlakuan yang ke lima. Secara menyeluruh perlakuan satu sampai dengan 4 memberikan penyerapan yang memenuhi standart.

Tabel 4 Hasil Pengujian Penyerapan

No	Berat basah (kg)	Berat kering (kg)	Absorpsi (%)
1	0.186	0.172	8.140
2	0.184	0.167	10.180
3	0.18	0.156	15.385
4	0.179	0.154	16.234
5	0.172	0.141	21.986

Sumber: hasil analisis

Penyerapan yang terjadi pada perlakuan ke-satu memberikan tingkat penyerapan yang rendah, yang berarti kepadatan dan pengikatan antara butiran-butiran lebih padat dan rapat.

### Hasil Pengujian Berat Isi

Pengujian berat isi ditujukan untuk mengetahui apakah material yang terbentuk termasuk dalam kategori beton ringan. Beton ringan memiliki berat isi < 1700 kg/m<sup>3</sup>. Hasil pengujian dijelaskan pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Hasil uji berat isi

No. Sample	Berat Benda Uji (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Berat isi (kg/m <sup>3</sup> )
1	0.172	0.000125	1376
2	0.167	0.000125	1336
3	0.156	0.000125	1248
4	0.154	0.000125	1232
5	0.141	0.000125	1128

Sumber : hasil analisis

Perlakuan 1 memberikan berat jenis yang sangat ringan yaitu 1378 kg/m<sup>3</sup> < 1700 kg/m<sup>3</sup>.

Secara keseluruhan produk yang dihasilkan dalam penelitian ini terlihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Hasil Produk Akhir Penelitian

### Kesimpulan

Hasil yang telah didapat memberikan nilai yang memenuhi standart SNI terutama untuk perlakuan pertama dengan komposisi campuran 0.5 semen : 1 fly ash : 1 kulit kopi : 0.1 kulit jerami. Nilai kuat tekan yang didapatkan adalah 55.152 Mpa, penyerapan 8.14%, dan berat isi sebesar 1376 kg/cm<sup>3</sup>. Kesimpulannya bahwa kulit kopi dapat digunakan sebagai material beton ringan campuran bahan wall/flooring.

### Rekomendasi penelitian lanjutan

Tahapan finishing diperlukan proses coating agar hasil wall/flooring lebih menarik dan halus dengan menggunakan proses tekanan tinggi.

### Ucapan Terimakasih

Keberhasilan penelitian ini tidak luput dari keterlibatan dari beberapa pihak, untuk itu ucapan terimakasih akan disampaikan kepada:

1. Institusi dalam hal ini adalah universitas Jember yang telah membantu dengan memberikan seluruh fasilitas sarana dan prasarana penunjang penelitian.
2. Lembaga penelitian Universitas Jember yang memberikan kesempatan dalam melaksanakan penelitian termasuk dalam hal pendanaan.
3. Pimpinan PTPN-12 yang memberikan waktu, tenaga dan pemikirannya.

4. Seluruh petani kopi dan padi, serta pengrajin batu yang telah bersedia bekerjasama dalam penyediaan material limbah untuk diteliti.
5. Pihak stakeholder yang telah membantu secara moral maupun materi dalam penyelesaian penelitian ini.

**Daftar Pustaka**

-----, (2002), Standart Nasional Indonesia (SNI)

BPS, (2012), Jember dalam Angka, BPS-Jember

Tjokrodimulyo, K, (1996), "Teknologi Beton", Nafiri, Yogyakarta, pp. 56-57

Wisnuwijanarko, (2008), "inovasi beton ringan [http://konstruksi.wisnuwijanarko.blogspot.com/2008/inovasi\\_beton\\_ringan\\_10.html](http://konstruksi.wisnuwijanarko.blogspot.com/2008/inovasi_beton_ringan_10.html)