

PEMANFAATAN LIMBAH BATA RINGAN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PASIR PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK

Arini Sukma Damayanti¹, Utari Khatulistiani^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XXV no. 54, Kota Surabaya, 62205, Jawa Timur, Indonesia

Email : 1arinisukma3@gmail.com & 2utari.kh@uwks.ac.id

(*) Penulis Koresponden

ABSTRAK : *Paving block* adalah bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland, air, agregat halus, dan dengan bahan baku lain sebagai opsional campuran yang tidak mengurangi mutunya. Pada penelitian ini *paving block* menggunakan limbah bata ringan sebagai campuran kombinasi bersama pasir. Limbah bata ringan diambil dari potongan atau sisa-sisa pecahan hasil pembangunan dinding gedung. Penelitian dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah bata ringan sebagai campuran pembuatan *paving block*, dengan menggunakan perbandingan semen dan pasir 1PC : 2PS, 1PC : 3PS dan 1PC : 4PS, dengan limbah bata ringan 0%, 3%, dan 6% terhadap berat pasir untuk setiap campuran. Ukuran benda uji *paving block* ialah 20cm x 10cm x 6cm. Hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan tertinggi pada *paving block* 3% limbah bata ringan, pada campuran 1PC:2PS yaitu 22.33 MPa. Nilai kuat tekan tersebut lebih rendah 18.56% dari *paving block* 0% limbah bata ringan, dan lebih tinggi sekitar 16% dan 18.80% berturut-turut dari *paving block* campuran 1PC:3PS dan 1PC:4PS. Ditinjau dari klasifikasi nilai kuat tekan, *paving block* 3% limbah bata ringan dengan campuran 1PC:2PS termasuk klasifikasi kelas B, dan campuran 1 PC:3PS dan 1PC:4Ps termasuk klasifikasi kelas C. Hasil uji penyerapan air terendah diperoleh pada campuran 1PC:2PS dengan nilai penyerapan air 3.36% lebih rendah sekitar 0.61% dari campuran 1PC:3PS, dan lebih rendah 0.84% dari campuran 1PC:4PS.

KATA KUNCI : *Paving block*, limbah bata ringan, kuat tekan, penyerapan air .

1. PENDAHULUAN

Bata ringan adalah bata berpori dengan berat jenis lebih ringan dari bata merah, yaitu 600-1600 kg/m³ tergantung *mixed design* komposisi campuran (Ngabdurrochman, 2009). Bata ringan pertama di Indonesia diproduksi oleh PT. Hebel Indonesia di Karawang, Jawa Barat pada tahun 1995. Ada dua jenis bata ringan yang beredar di pasaran, yaitu jenis (AAC) *Autoclaved Aerated Concrete* dan (CLC) *Celullar Lightweight Concrete*. Pada dasarnya kedua jenis bata ringan tersebut sama yaitu menambahkan gelembung udara ke dalam mortar untuk mengurangi berat yang dihasilkan. Perbedaannya pada teknik pengeringannya. Pada era saat ini bata ringan banyak digunakan masyarakat sebagai bahan konstruksi bangunan sebagai pengganti bata merah, karena pada pengaplikasian bata ringan tersebut lebih mudah dan praktis dalam menghemat material dan efisiensi waktu pengerjaan. Seiring banyaknya proyek konstruksi BUMN, swasta maupun pribadi yang menggunakan bahan bangunan tersebut semakin banyak pula limbah yang dihasilkan.

Pada saat ini pemanfaatan limbah bata ringan hanya untuk material urugan karena harga jualnya

yang murah atau tidak bernilai. Limbah bata ringan pada penelitian ini diambil dari sisa-sisa potongan untuk pekerjaan pemasangan dinding yang ukurannya terlalu kecil, berukuran acak dan tidak bisa digunakan untuk pembuatan dinding. Limbah tersebut diperoleh dari proyek pembangunan rumah tinggal di kawasan *Citraland of Surabaya* yang dilakukan oleh kontraktor *CV. Cahaya Pratama Konstruksi*. Kedua jenis ini terbuat dari bahan dasar semen, pasir dan kapur, perbedaannya adalah cara pembuatannya. Potongan-potongan bata ringan dibiarkan menumpuk sehingga menjadi sampah di lingkungan masyarakat, sulit didaur ulang, dan memiliki nilai jual yang rendah (Gambar 1).

Diharapkan dari penelitian ini limbah bata ringan dapat dimanfaatkan dan bernilai jual tinggi. Masalah pengolahan limbah bata ringan teratasi bila dapat digunakan untuk produksi massal *paving block* berbahan campuran bata ringan.

PEMANFAATAN LIMBAH BATA RINGAN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PASIR PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK

(Arini Sukma Damayanti, Utari Khatulistiani)



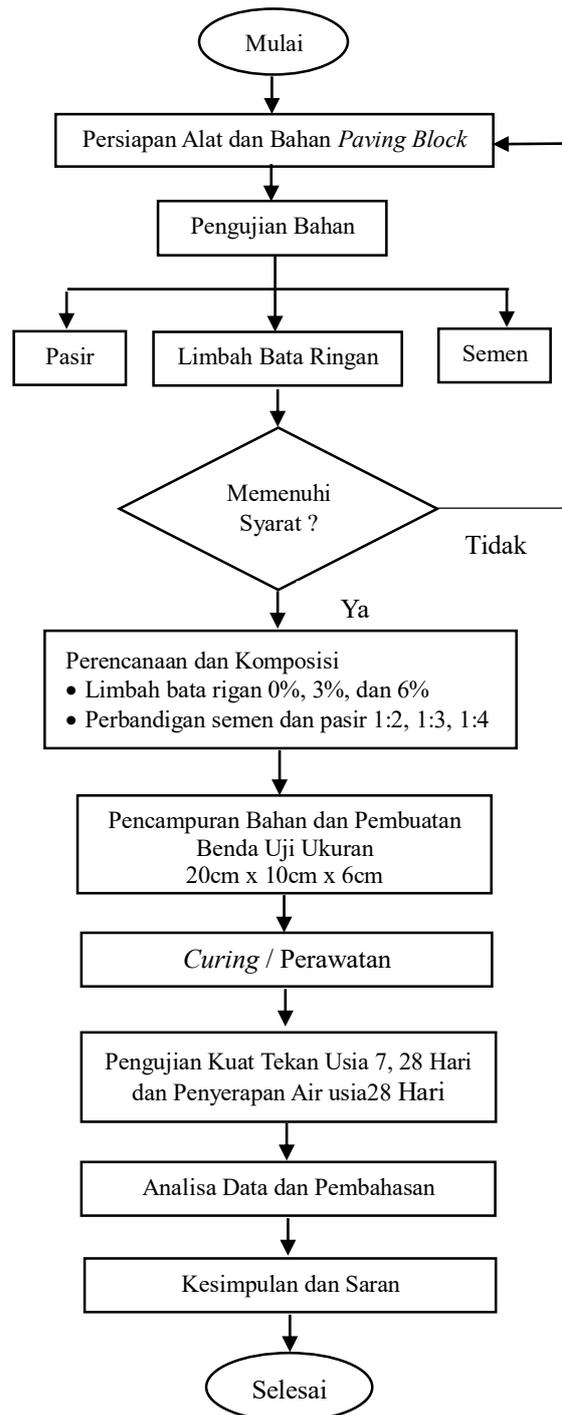
Gambar 1. Limbah Bata Ringan

Dari uraian di atas, terdapat rumusan permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Apakah nilai kuat tekan *paving block* dengan campuran bata ringan lebih tinggi dibandingkan dengan *paving block* konvensional yang menggunakan pasir ?
2. Berapa prosentase campuran limbah bata ringan yang menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi untuk pembuatan *paving block* ?
3. Bagaimana perbandingan penggunaan semen dan pasir yang menghasilkan nilai kuat tekan optimum pada *paving block* ?
4. Apakah *paving block* dengan campuran bata ringan lebih baik dalam penyerapan air dibandingkan dengan *paving block* konvensional dengan bahan campuran pasir ?
5. Bagaimana perbandingan harga dalam pembuatan *paving block* konvensional dan *paving block* dengan penambahan limbah bata ringan ?

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis kuat tekan *paving block* menggunakan limbah bata ringan sebagai campuran pengganti pasir dengan campuran perbandingan semen dan pasir digunakan 1PC : 2PS, 1PC : 3PS, dan 1PC : 4PS dan limbah bata ringan 0%, 3%, dan 6% dari berat pasir.
2. Untuk mengetahui pengaruh campuran limbah bata ringan terhadap nilai resapan *paving block* dengan perbandingan semen dan pasir digunakan 1PC : 2PS, 1PC : 3PS, dan 1PC : 4PS dan limbah bata ringan 0%, 3%, dan 6% dari berat pasir.
3. Untuk mengetahui prosentase campuran yang menghasilkan kekuatan optimum terhadap penambahan limbah bata ringan sebagai bahan campuran pembuatan *paving block*.



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian *paving block* dengan menggunakan limbah bata ringan yang berfungsi sebagai penyusun bahan campuran bersama pasir dilakukan langkah-langkah seperti diagram alir yang ditampilkan pada Gambar 2.

2.1 Kebutuhan Bahan Campuran

Campuran limbah bata ringan digunakan untuk pembuatan *paving block* sebagai campuran kombinasi dengan pasir. Menurut ACI Committee (1989) pembuatan *paving block* dengan komposisi campuran 1 semen Portland : 4 agregat halus. Pada penelitian ini campuran untuk pembuatan *paving block* menggunakan 3 tipe perbandingan semen dan pasir, yaitu 1:2, 1:3, dan 1:4, dan masing-masing campuran tersebut diberi limbah bata ringan sebanyak 0%, 3%, dan 6% dari berat pasir. Bata ringan yang digunakan untuk campuran diolah menjadi butiran yang halus dengan ukuran lolos ayakan 4,80 mm (No.4). Perhitungan kebutuhan bahan untuk campuran diuraikan di bawah ini.

Perhitungan volume benda uji:

Volume benda uji (*paving block*)

$$= 20\text{cm} \times 10\text{cm} \times 6\text{cm} = 1200 \text{ cm}^3$$

Faktor pencampuran

$$= 1,2 \times 1200 \text{ cm}^3 = 1440 \text{ cm}^3$$

(Faktor pencampuran berfungsi untuk mengisi cetakan yang turun akibat penggetaran).

Perhitungan kebutuhan pasir dan semen dengan perbandingan 1PC:2PS, 1PC:3PS, dan 1PC:4PS

Kebutuhan semen dan pasir untuk campuran 1 semen : 2 pasir

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{1}{3} \times 1440 \text{ cm}^3 = 480 \text{ cm}^3$$

$$\text{Kebutuhan pasir} = \frac{2}{3} \times 1440 \text{ cm}^3 = 960 \text{ cm}^3$$

Dari hasil uji material diperoleh berat volume semen = 1,34 gram/cm³ dan berat volume pasir = 1,59 gram/cm³. Untuk menentukan kebutuhan pasir dan semen campuran 1PC:2Ps ditentukan berdasarkan berat, maka hasil perhitungan volume dikalikan dengan berat volumenya adalah :

- Kebutuhan semen = 480 cm³ x 1,34 gram/cm³ = 643,20 gram
- Kebutuhan pasir = 960 cm³ x 1,59 gram/cm³ = 1526,4 gram

Kebutuhan bahan untuk campuran *paving block* ditampilkan dalam Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1 Komposisi Bahan Untuk Campuran *Paving Block* Perbandingan 1PC : 2PS

% campuran limbah bata ringan	Semen (Gr/cm ³)	Pasir (Gr/cm ³)	Bata ringan (Gr/cm ³)
0%	643.20	1,526.40	-
3%	643.20	1,480.61	45.79
6%	643.20	1,434.82	91.58

Tabel 2 Komposisi Bahan Untuk Campuran *Paving Block* Perbandingan 1PC : 3PS

% campuran limbah bata ringan	Semen (Gr/cm ³)	Pasir (Gr/cm ³)	Bata ringan (Gr/cm ³)
0%	482.40	1,717.20	0.00
3%	482.40	1,665.68	51.52
6%	482.40	1,614.17	103.03

Tabel 3 Komposisi Bahan Untuk Campuran *Paving Block* Perbandingan 1PC : 4PS

% campuran limbah bata ringan	Semen (Gr/cm ³)	Pasir (Gr/cm ³)	Bata ringan (Gr/cm ³)
0%	385.92	1,831.68	0.00
3%	385.92	1,776.73	54.95
6%	385.92	1,721.78	109.90

2.2 Pencetakan *Paving Block*

Dalam proses pencetakan *paving block* menggunakan alat cetak yang ditekan secara manual. Bahan yang telah dicampur dimasukkan ke dalam cetakan dan diratakan. *Paving block* dicetak dengan ukuran 20cm × 10cm × 6cm. Pencetakan dengan ukuran tersebut karena ukuran *paving block* dengan ketebalan 6 cm umumnya digunakan pada area trotoar pejalan kaki, taman, dan halaman rumah. *Paving block* pada penelitian ini digunakan untuk area taman dan pejalan kaki.

2.3 Uji Kuat *Paving Block*

Uji kuat tekan *paving block* dengan campuran limbah bata ringan, dilakukan untuk mengetahui besar nilai kuat tekan pada *paving block* yang telah dicetak usia 7 dan 28 hari.. Uji kuat tekan mengacu pada SK SNI 03–1974–1990. Kuat tekan *paving block* diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut :

$$f'c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- $f'c'$ = Kuat tekan *paving block* (MPa)
- P = Beban tekan maksimum (N atau kN)
- A = Luas penampang *paving block* (mm²)

2.4 Uji Penyerapan Air *Paving Block*

Uji daya serap air *paving block* dilakukan untuk mengetahui besar penyerapan air melalui pori-porinya. Prosedur pengujian mengacu pada SNI 03–0691–1996 sebagai berikut :

1. Timbang berat basah benda uji
2. Rendam benda uji ke dalam air sekitar 24 jam
3. Keringkan benda uji *paving block* dengan suhu 105°C, timbang berat kering pada *paving block*
4. Hitung selisih antara berat basah dan berat kering dan hasilnya kurang ≤ 0,2%.

PEMANFAATAN LIMBAH BATA RINGAN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PASIR PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK

(Arini Sukma Damayanti, Utari Khatulistiani)

Penyerapan air pada *paving block* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

A = Berat *paving block* basah (gram)

B = Berat *paving block* kering (gram)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Material *Paving Block*

Hasil uji material diperoleh karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan untuk campuran pembuatan *paving block*. Bahan-bahan yang diuji yaitu semen, pasir dan bata ringan yang lolos saringan 4,80.

Hasil pengujian semen diperoleh waktu mengikat semen pada 83 menit dan waktu mengeras pada 150 menit, uji konsistensi normal diperoleh kadar air 73.33 cc atau konsistensi normal sebesar 29.33%, berat volume semen diperoleh 1.34gr/cm³.

Pasir dan bata ringan yang lolos saringan 4,80 mm. Hasil uji kelembaban pasir 4%, berat jenis pasir dengan hasil 2.62 gr/cm³, uji air resapan pasir diperoleh 2.67%, analisa gradasi pasir pada zona 1, berat volume pasir dengan hasil 1.59 gr/cm³, uji kebersihan pasir cara basah dengan hasil 1.2%, dan uji kebersihan pasir terhadap bahan organik dengan hasil kuning kecoklatan. Sedangkan hasil uji kelembaban bata ringan diperoleh 4.71%, berat jenis bata ringan dengan hasil 1.77 gr/cm³, uji air resapan bata ringan diperoleh 2.93%, analisa gradasi bata ringan pada zona 2, berat volume bata ringan dengan hasil 1.45 gr/cm³.

3.2 Hasil Uji Kuat Tekan *Paving Block*

Pengujian kuat tekan *paving block* dengan campuran perbandingan semen dan pasir 1PC : 2 Ps, 1PC : 3Ps, dan 1PC : 4Ps menggunakan bata ringan 0%, 3%, dan 6% dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, salah satu syarat bata beton yang layak ialah dengan melakukan uji kuat tekan. Pada saat pengujian dilakukan ada beberapa faktor kesalahan yang menyebabkan *paving block* kurang maksimal yaitu kualitas bahan baku, faktor air semen, umur beton, jenis dan jumlah semen serta sifat dan jumlah agregat juga mempengaruhi dalam pembuatan *paving block* (Tjokrodinuljo 1996). Hasil uji kuat tekan *paving block* ditampilkan pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan nilai kuat tekan masing-masing pada usia 7 dan 28 hari. Gambar 5 menampilkan perkembangan kuat tekan *paving block* dari usia 7 hari ke 28 hari.

Tabel 4 Hasil Uji Kuat Tekan Campuran 1PC : 2PS

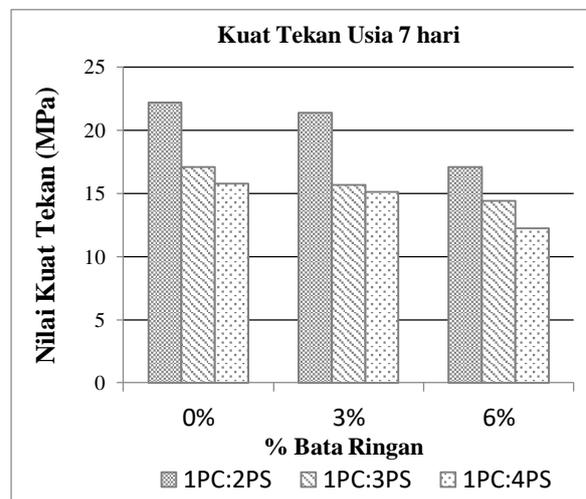
% Komposisi Bata Ringan	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	
	7 Hari	28 Hari
0%	22.17	27.42
3%	21.37	22.33
6%	17.08	22.08

Tabel 5 Hasil Uji Kuat Tekan Campuran 1PC : 3PS

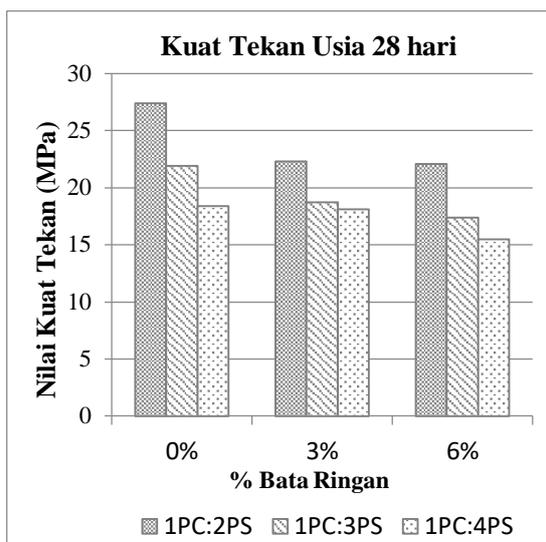
% Komposisi Bata Ringan	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	
	7 Hari	28 Hari
0%	17.08	21.92
3%	15.67	18.75
6%	14.38	17.42

Tabel 6 Hasil Uji Kuat Tekan Campuran 1PC : 4PS

% Komposisi Bata Ringan	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	
	7 Hari	28 Hari
0%	15.75	18.38
3%	15.13	18.13
6%	12.25	15.50



Gambar 3 Hasil Uji Kuat Tekan *Paving Block* Usia 7 Hari



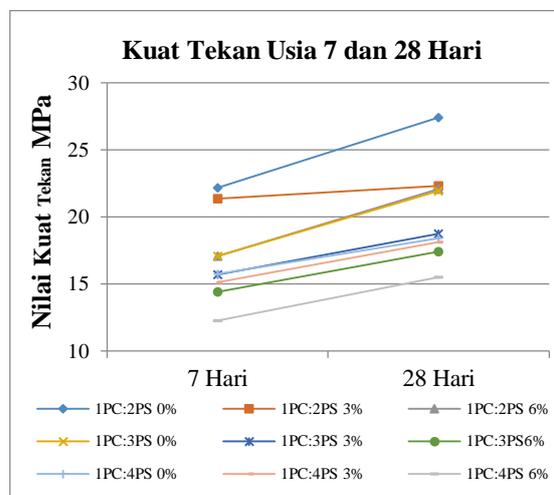
Gambar 4 Hasil Uji Kuat Tekan *Paving Block* Usia 28 Hari

Hasil uji kuat tekan pada usia 28 hari *paving block* campuran 1PC:2PS dengan limbah bata ringan 3% memperoleh kuat tekan rata-rata tertinggi 22.33 MPa (Gambar 4). Nilai kuat tekan tersebut lebih rendah sekitar 18.56% dari *paving block* 0% limbah bata ringan. Untuk hasil uji kuat tekan *paving block* campuran 1PC:3PS penambahan limbah bata ringan 3% juga memperoleh nilai kuat tekan rata-rata tertinggi 18.75 MPa. Nilai kuat tekan tersebut lebih rendah sekitar 14.46% dari *paving block* 0% limbah bata ringan. Sedangkan untuk hasil uji kuat tekan *paving block* campuran 1PC:4PS penambahan limbah bata ringan 3% memperoleh kuat tekan rata-rata tertinggi 18.13 MPa. Nilai kuat tekan tersebut lebih rendah sekitar 1.36% dari *paving block* 0% limbah bata ringan.

Hasil uji kuat tekan pada usia 28 hari *paving block* campuran 1PC:2PS dengan limbah bata ringan 3% memperoleh kuat tekan rata-rata tertinggi 22.33 MPa. Nilai kuat tekan tersebut lebih rendah sekitar 18.56% dari *paving block* 0% limbah bata ringan. Untuk hasil uji kuat tekan *paving block* campuran 1PC:3PS penambahan limbah bata ringan 3% juga memperoleh nilai kuat tekan rata-rata tertinggi 18.75 MPa. Nilai kuat tekan tersebut lebih rendah sekitar 14.46% dari *paving block* 0% limbah bata ringan. Sedangkan untuk hasil uji kuat tekan *paving block* campuran 1PC:4PS penambahan limbah bata ringan 3% memperoleh kuat tekan rata-rata tertinggi 18.13 MPa. Nilai kuat tekan tersebut lebih rendah sekitar 1.36% dari *paving block* 0% limbah bata ringan.

Ditinjau dari perbandingan semen dan pasir, campuran yang menghasilkan kuat tekan tertinggi diperoleh pada *paving block* campuran 1PC:2PS dengan limbah bata ringan 3%, yaitu 22.33 MPa.

Nilai tersebut lebih tinggi sekitar 16% dari *paving block* campuran 1PC:3PS, dan lebih tinggi 18.80% dari campuran 1PC:4PS.



Gambar 5 Hasil Uji Kuat Tekan *Paving Block* Usia 7 dan 28 Hari.

Ditinjau dari perkembangan nilai kuat tekan usia 7 hari pada setiap campuran mengalami peningkatan pada usia 28 hari (Gambar 5). Perkembangan pada campuran 1PC:2PS dari usia 7 hari ke 28 hari mengalami peningkatan sekitar 19.14%, pada campuran 1PC:3PS mengalami peningkatan sekitar 22.08%, dan pada campuran 1PC:4PS juga mengalami peningkatan sekitar 14.30%.

Kuat tekan *paving block* tertinggi diperoleh 3% limbah bata ringan pada campuran 1PC:2PS dengan nilai kuat tekan rata-rata 22.33 MPa, nilai kuat tersebut lebih rendah 18.56% dari *paving block* 0% limbah bata ringan. Menurut SNI 03-0691-1996, *paving block* dengan kuat tekan minimal dan maksimal 20 MPa termasuk klasifikasi B, maka *paving block* campuran 1PC:2PS dengan 3% limbah bata ringan masuk *paving block* kelas B yang dapat digunakan untuk perkerasan jalan yang tidak dilalui oleh kendaraan bermuatan berat. *Paving block* campuran 1PC:3PS dan 1PC:4PS dengan limbah bata ringan 3% termasuk ke dalam kelas C dengan nilai kuat tekan minimal 12.5 MPa dan maksimal 15 MPa, penggunaannya untuk area pejalan kaki. Meski nilai kuat tekan *paving block* dengan limbah bata ringan lebih rendah dibandingkan tanpa campuran bata ringan, namun dapat dimanfaatkan untuk perkerasan jalan yang tidak dilalui kendaraan berat (kelas B) dan untuk pedestrian (kelas C).

3.3 Pengujian Penyerapan Air *Paving Block*

Pengujian penyerapan air dilakukan pada *paving block* usia 28 hari mengacu pada SNI 03-0691-1996 bertujuan untuk mengetahui besar

PEMANFAATAN LIMBAH BATA RINGAN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PASIR PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK

(Arini Sukma Damayanti, Utari Khatulistiani)

kemampuan *paving block* untuk menyerap air melalui pori-porinya. *Paving block* yang telah direndam selama ± 24 jam ditimbang beratnya, kemudian dikeringkan di oven selama ± 24 jam dan ditimbang lagi beratnya. Hasil dari pengujian daya serap air dari setiap variabel komposisi campuran dapat dilihat pada Tabel 7, 8, dan 9.

Hasil uji penyerapan air *paving block* campuran 1PC:2PS dengan nilai penyerapan air terendah diperoleh dari *paving block* dengan 3% limbah bata ringan, yaitu 3.77%. Nilai penyerapan air tersebut lebih tinggi sekitar 0.41% dibandingkan *paving block* 0% limbah bata ringan. Untuk *paving block* campuran 1PC:3PS nilai penyerapan air terendah diperoleh dari *paving block* 3% limbah bata ringan dengan nilai 4.09%. Nilai penyerapan air tersebut lebih tinggi 0.12% dibandingkan *paving block* 0% limbah bata ringan. Sedangkan untuk *paving block* campuran 1PC:4PS nilai penyerapan air terendah diperoleh dari *paving block* 3% limbah bata ringan dengan nilai 4.32%. Nilai penyerapan air tersebut lebih tinggi 0.12% dibandingkan *paving block* 0% limbah bata ringan. Hasil uji penyerapan air terendah diperoleh pada campuran 1PC:2PS dengan nilai penyerapan air 3.36% lebih rendah sekitar 0.61% dari campuran 1PC:3PS, dan lebih rendah 0.84% dari campuran 1PC:4PS.

Tabel 7 Hasil Uji Penyerapan Air Campuran 1PC : 2PS

% Komposisi Bata Ringan	Penyerapan Air Rata-Rata (%)
0%	3.36
3%	3.77
6%	3.84

Tabel 8 Hasil Uji Penyerapan Air Campuran 1PC : 3PS

% Komposisi Bata Ringan	Penyerapan Air Rata-Rata (%)
0%	3.97
3%	4.09
6%	4.13

Tabel 9 Hasil Uji Penyerapan Air Campuran 1PC : 4PS

% Komposisi Bata Ringan	Penyerapan Air Rata-Rata (%)
0%	4.20
3%	4.32
6%	5.09

Tabel 10 Nilai Kuat Tekan dan Penyerapan Air Campuran 1PC : 2PS Usia 28 hari

% Komposisi Bata Ringan	Uji Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Uji Penyerapan Air Rata-Rata (%)
0%	27.42	3.36
3%	22.33	3.77
6%	22.08	3.84

Tabel 11 Nilai Kuat Tekan dan Penyerapan Air Campuran 1PC:2PS Usia 28 hari

% Komposisi Bata Ringan	Uji Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Uji Penyerapan Air Rata-Rata (%)
0%	21.92	3.97
3%	18.75	4.09
6%	17.42	4.13

Tabel 12 Nilai Kuat Tekan dan Penyerapan Air Campuran 1PC : 2PS Usia 28 hari

% Komposisi Bata Ringan	Uji Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Uji Penyerapan Air Rata-Rata (%)
0%	18.38	4.20
3%	18.13	4.32
6%	15.50	5.09

Tujuan uji penyerapan air untuk mengetahui prosentase *paving block* menyerap air melalui pori-porinya. Berdasarkan Tabel 10, 11, dan 12 diketahui bahwa bata ringan sebagai bahan campuran *paving block* meningkatkan prosentase daya serap air. Menurut Larasati (2015) besar atau kecil nilai daya serap air yang dihasilkan tergantung dari kepadatan dan jumlah rongga yang terdapat pada *paving block*. Pada campuran 1PC:2PS seperti ditampilkan pada Tabel 10, 11, dan 12 diperoleh hasil bahwa dengan adanya penambahan limbah bata ringan, menyebabkan penyerapan air semakin besar dan nilai kuat tekan *paving block* menurun. Pada hasil pengujian yang sudah dilakukan, semakin tinggi nilai penyerapan air pada *paving block*, maka semakin rendah nilai kuat tekan yang dihasilkan.

3.4 Analisa Biaya Pembuatan *Paving Block*

Analisa biaya dilakukan untuk mengetahui efisiensi limbah bata ringan yang digunakan pada pembuatan *paving block* dengan cara membandingkan antara total biaya produksi *paving block* yang dibuat dengan cara konvensional dengan *paving block* yang

menggunakan limbah bata ringan. Analisa harga adalah untuk pembuatan *paving block* campuran 1PC : 2PS dan limbah bata ringan 3%, karena dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan tertinggi dan daya serap air terkecil terjadi pada komposisi 3% limbah bata ringan. Biaya meliputi harga material bahan *paving block*, upah pekerja dan biaya alat dan operasional. Asumsi per-hari produksi bisa menghasilkan ± 200 *paving block* konvensional untuk 1 orang pekerja.

Setelah dilakukan analisa biaya didapatkan harga pembuatan *paving block* menggunakan metode konvensional sejumlah Rp. 2.117.330,75 / 400 *paving block* sedangkan dengan penambahan limbah bata ringan harga yang didapat sejumlah Rp. 2.072.786,75/ 400 *paving block*. Berdasarkan analisa total biaya *paving block* tanpa bata ringan memiliki selisih lebih mahal dibandingkan dengan *paving block* dengan campuran bata ringan. Penambahan bata ringan membuat harga *paving block* lebih murah sekitar 2% dan bila diproduksi, akan bisa bersaing di pasaran.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh *paving block* 3% limbah bata ringan pada campuran 1PC:2PS dengan nilai kuat tekan rata-rata 22.33 MPa, nilai kuat tersebut lebih rendah 18.56% dari *paving block* 0% limbah bata ringan. Ditinjau dari klasifikasinya, *paving block* campuran 1PC:2PS termasuk kelas B yang penggunaannya pada perkerasan jalan kendaraan yang tidak bermuatan berat, sedangkan pada campuran 1PC:3PS dan 1PC:4PS termasuk ke dalam *paving block* kelas C yang penggunaannya pada area pejalan kaki.
2. Nilai kuat tertinggi diperoleh *paving block* limbah bata ringan 3% untuk semua variasi campuran.
3. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh *paving block* dengan campuran semen dan pasir 1PC : 2PS.
4. Hasil uji penyerapan air terendah diperoleh pada campuran 1PC:2PS dengan nilai penyerapan air 3.36% lebih rendah sekitar 0.61% dari campuran 1PC:3PS, dan lebih rendah 0.84% dari campuran 1PC:4PS. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai penyerapan air pada *paving block*, maka semakin rendah nilai kuat tekan yang dihasilkan.
5. Biaya pembuatan *paving block* dengan penambahan limbah bata ringan lebih murah sekitar 2% dibandingkan dengan *paving block* tanpa limbah bata ringan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada CV. Cahaya Pratama Konstruksi dan Laboratorium Beton Fakultas Teknik UWKS

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachim, A. Lasino. 1993. *Penelitian Pemanfaatan Limbah Kapur Industri Soda Sebagai Bahan Substitusi Pada Pembuatan Conblock, Paving Block, dan Genteng Beton*. Jurnal Litbang Vol. IX, No. 7-8. Bandung
- Abdurrahman, U. 2006. *Kinerja Sistem Lumpur Aktif pada Pengolahan Limbah Cair*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Adhi Tama. Surabaya.
- Abdurahman, Deden. 2008. *Biologi Kelompok Pertanian dan Kesehatan*. Grafindo Media Pratama. Bandung.
- ACI Comimitte. 1989. *Building Code Requirements For Reinforced Concrete Institute*. Detroit.
- Afriandi, Rico Fachri. 2019. *Pengaruh Faktor Umur Terhadap Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal, Beton Mutu Tinggi dan Beton Ringan*. Universitas Mataram. Mataram.
- Andriati Amir, Husin. 1990. *Penelitian Pemanfaatan Semen Abu Terbang untuk Bahan Komponen Bangunan (Laporan Proyek)*, Puslitbang Pemukiman. Jurnal Litbang Vol. XII, No. 1-2. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- ASTM International. 2001. ASTM C 128-01. *Standard Test Method for Density ('Unit Weight') and Voids in Aggregate*. United States.
- ASTM International. 2002. ASTM C 40-99. *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine*. United States.
- ASTM International. 2002. ASTM C 29. *Standard Practice Making and Curing test Specimens in field*. United States.
- ASTM International. 2003. ASTM C 595-03. *Standard Test Method for Normal Consistency of Hydraulic Cement*. United States.
- ASTM International. 2004. ASTM C 187-04. *Standard Test Method for Normal Consistency of Hydraulic Cement*. United States.
- ASTM International. 2003. ASTM C 33-03. *Standard for Concrete Aggregates*. United States.
- ASTM International. 2012. ASTM C 136-01. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Course Aggregate*. United States.

PEMANFAATAN LIMBAH BATA RINGAN SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PASIR PADA PEMBUATAN PAVING BLOCK

(Arini Sukma Damayanti, Utari Khatulistiani)

- ASTM International. 2013. ASTM C 556-97. *Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. United States.
- British Standard Institution. 1986. *BS 6717 : Part 1 : 1986 Precast Concrete Paving Blocks Part 1 Specification for Paving Blocks*.
- Budi Santoso. 2010. *Manajemen Proyek*. Guna Widya. Jakarta.
- Candra, Aditya. 2012. *Pengaruh Penggunaan Limbah Pasir Onix sebagai Substitusi Pasir Terhadap Kuat Tekan, Penyerapan Air, dan Ketahanan Aus Paving Block*. Widya Teknika. Malang
- Gatut Sutanta. 2007. *Dinding*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Goritman, Birdyant, Robby Irwangsa, Jonathan Hendra Kusuma. 2012. *Studi Kasus Perbandingan Berbagai Bata Ringan dari Segi Material, Biaya, dan Produktivitas*. Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil. Vol 1, No.1.
- Hieronymus Budi Santoso. 2010. *Pupuk Kompos*. Yogyakarta : Kanisius.
- Kristanti, N., Tansajaya, A. 2008. *Studi Pembuatan Celluler Lightweight Concrete (CLC) Dengan Menggunakan Beberapa Foaming Agent*. Universitas Kristen Petra. Surabaya
- Larasati. 2015. *Purifikasi Silika dari Pasir Vulkanik Gunung Merapi sebagai Bahan Baku Sel Fotovoltaik*. Jurnal Sains Dasar. Vol 4, No 2. Hal.122-127
- Lee, Abe. 2005. *AAC (Autoclaved Aerated Concrete)*. <https://media.neliti.com/media/publications/81042-ID-studi-kasus-perbandingan-berbagai-bata-r.pdf>, diunduh tanggal 5 Oktober 2021.
- Murdock, L.J dan Brook, K.M. 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, (ahli bahasa : Stefanus Hendarko). Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.
- Ngabdurochman. 2009. *Teknologi Beton Ringan*. <http://gie713.blogspot.com/2009/10/makalah-teknologi-betonngabdurrochman.html>, diunduh 19 Oktober 2021.
- PBI. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. Bandung
- Perdana, G. R. 2012. *Studi Sifat Mekanik Paving Block Terbuat Dari Campuran Limbah Adukan Beton dan Bahan Tambahan Serat Ijuk*. Jurnal Teknik, Vol. 8, No. 2, hal. 140-153
- Priyono, Sigit Agung dan Hamman R.A. 2021. *Limbah Bata Ringan untuk Bahan Campuran Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Pada Beton K-250*. Jurnal Teknik, Vol 19 No. 1, hal. 23-31
- Pujianto As'at, Faizah, R., Widiyanto, A., Putri, T.A., Pryuda, H., Firdausa, F. 2021. *Pemanfaatan Limbah Bata Ringan Sebagai Bahan Penyusun Pengganti Pada Beton*. Jurnal Bangunan, Vol 26, No 2, hal. 1-8.
- Salain, K.A. Made I. 2009. *Pengaruh Jenis Semen dan Jenis Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton*. Teknologi Kejuruan ; 32 (1) : 63-70.
- Salsabila Khairunnisa dan Andaryati. 2021. *Pemanfaatan Sedimen Limbah Saluran Drainase Perkotaan Untuk Paving Block*. Jurnal Axial. Vol 9. No 2. Hal. 103-112.
- SK SNI T-04-1990-F. 1990. *Standar Tata Cara Pemasangan Blok Beton Terkunci Untuk Permukaan Jalan*. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- SNI 03-1750-1990. 1990. *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SK SNI T-15-1990-03. 1991. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta
- SNI 03-0691-1996. 1996. *Bata Beton Paving Block*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2847-2013. 2013. *Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Susilowarno, G. 2007. *Biologi SMA*. Grasindo. Jakarta
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Bahan Bangunan*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Umurudin, A dan Khatulistiani, Utari. 2018. *Pasir Kuarsa Tuban Sebagai Bahan Substitusi Semen dan Batu Pecah Substitusi Pasir Untuk Campuran Paving*. Jurnal Axial. Vol 6. No 1. Hal. 47-56.
- Utari Khatulistiani dan Soebagio. 2006. *Analisa Rancangan Campuran Untuk Meningkatkan Mutu Paving Block Produksi Home Industry di Surabaya*. Jurnal Aksial. Volume 8, No.2.
- Wahyuningtias, Astri dan Khatulistiani, Utari. 2021. *Kekuatan Paving Block Menggunakan Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur*. Jurnal Axial. Vol 9. No 2. Hal. 125-132...