

## PENGARUH SUBSTITUSI RECYCLED CONCRETE AGGREGATES (RCA) PADA SIFAT FISIK DAN MEKANIK POROUS PAVING CONCRETE BLOCK

Hermana Kaselle<sup>1\*1</sup>, Afifah Nanda Aulia<sup>2</sup>, Muhammad Basufi Maulana<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

Recycled Concrete Aggregates (RCA) are aggregates made by recycling waste concrete. This study uses RCA with substitutes of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% aggregate. This study aims to determine the compressive strength and permeability of porous paving blocks with RCA substitution and to terminate the optimum rate of using RCA in porous paving blocks. The research was an experimental method. The RCA gain from the sieves No. 3/8 and No. 4. Total specimens were 90 samples with dimensions 21cm x 10.5 cm x 8 cm and w/c ratio are 0.35. The curing methods were sprinkling and immersion in water until 28 days. Paving block strength testing was carried out based on SNI 03-0691-1996 and ACI 522R-10. The experiment results realized that the highest average compressive strength by immersion in water is 12.73 Mpa using 100% RCA while watering curing is 14.3 Mpa at 75% RCA. This value increased by 57.7% and 64.36%, respectively, compared to typical porous paving. The optimum rate of using RCA is in the variation of PPC (75% RCA) with sprinkling curing method, the compressive strength value of 14.3 Mpa, and a permeability value of 0.045 m/s. This value fits the requirements of Class C (pedestrian area) based on SNI 03-0691-1996 and fulfilled the ACI standard 522R-10 as a classification of porous paving.

**Keywords:** *Recycled Concrete Aggregates, Porous Paving Block, Compressive Strength, Permeability*

### ABSTRAK

*Recycled Concrete Aggregates (RCA)* merupakan agregat yang diperoleh dengan mendaur ulang limbah beton. Penelitian ini menggunakan RCA sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, 100% terhadap agregat yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan permeabilitas *porous paving block* dengan substitusi RCA dan mengetahui jumlah optimum penggunaan RCA pada *porous paving block*. Metode penelitian merupakan metode eksperimental. RCA yang digunakan tertahan pada saringan no 3/8 dan no 4. Benda uji berjumlah 90 buah berukuran 21cm x 10,5 cm x 8 cm dengan rasio w/c sebesar 0,35. Perawatan dilakukan dengan metode penyiraman dan perendaman dalam air hingga berumur 28 hari. Pengujian kekuatan paving blok dilakukan berdasarkan SNI 03-0691-1996 dan ACI 522R-10. Hasil yang diperoleh, kuat tekan rata-rata tertinggi untuk metode perendaman dalam air pada penggunaan 100% RCA yaitu 12,73 Mpa sedangkan pada metode perawatan dengan penyiraman pada penggunaan 75% RCA yaitu sebesar 14,3 Mpa. Nilai ini meningkat berturut-turut sebesar 57,7% dan 64,36% dibandingkan dengan *paving porous* normal. Kadar optimum penggunaan RCA untuk pada variasi PPC (75% RCA) metode *curing* penyiraman dengan nilai kuat tekan sebesar 14,3 Mpa dan nilai permeabilitas 0,045 m/s. Nilai ini memenuhi persyaratan mutu C (pedestrian) berdasarkan SNI 03-0691-1996 dan memenuhi standar ACI 522R-10 sebagai klasifikasi *paving porous*.

**Kata Kunci:** *Recycled Concrete Aggregates, PorousPaving Block, Kuat Tekan, Permeabilitas*

### 1. PENDAHULUAN

Penggunaan paving block (*concrete block*) pada daerah perkerasan jalan, pedestrian dan parkir sudah banyak digunakan oleh pemerintah kota karena selain harga konstruksinya yang relatif murah, pemeliharannya yang relatif murah, lebih artistik dan dari segi pelestarian lingkungan berguna sebagai sistem penyerapan air karena celah diantara paving block akan memudahkan masuknya air hujan langsung ke dalam tanah. Masalah yang dijumpai di lapangan adalah kualitas dan mutu paving block masih di bawah standar, serta tingkat resapan air hujan yang masih sangat rendah mengakibatkan saat hujan masih terjadi genangan karena air hujan tidak seluruhnya terserap ke dalam tanah. Mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan paving block yang sifatnya tembus air dengan tujuan dapat mengurangi aliran permukaan dan meningkatkan penyediaan air tanah. *Porous concrete block* adalah salah satu bentuk paving block yang tembus air dengan porositas tinggi. *Porous concrete block* dibuat dengan air, semen, dan agregat kasar tanpa penggunaan pasir, sehingga beton akan memiliki banyak rongga untuk meresapnya air permukaan.

---

<sup>1</sup> Korespondensi Penulis: Hermana Kaselle, h.kaselle@poliupg.ac.id

Penelitian sejenis yang pernah dilakukan adalah (1) Zen & Megasari (2021) [1] berjudul Pemanfaatan *Recycled Concrete Aggregate* pada Beton *Porous*. Penelitian ini berdasarkan pada metode ACI-522R-10 dengan memvariasikan perbandingan *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) dengan *Normal Concrete Aggregate* (NCA) yaitu 100% : 0%, 75% : 25%, 50% : 50%, 25% : 75%, 0% : 100%. Ukuran gradasi agregat kasar sebesar 9,5-19,5 mm, perbandingan semen dan agregat kasar sebesar 1:5 serta faktor air semen sebesar 0,3. Hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan rata-rata tertinggi benda uji beton *porous* pada variasi campuran 25% *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) dan 75% *Normal Concrete Aggregate* (NCA) yaitu sebesar 5,93 MPa. Nilai kuat tekan rata-rata benda uji memenuhi ke dalam persyaratan kuat tekan beton *porous* sesuai dengan ACI-522R-10 yaitu berada diantara 2,8 – 28 MPa. (2) Penelitian Hidayah, dkk (2014) [2] berjudul *Physical Properties of Porous Concrete Paving Block with Different Size of Coarse Aggregate*. Penelitian ini untuk mengetahui potensi penggunaan *Paving Block* Beton Berpori (PCPB) sebagai bagian dari permukaan paving . Dua ukuran agregat kasar dipilih; lewat 8 mm tertahan 5 mm dan lewat 10 mm tertahan 8 mm. Agregat halus dihilangkan dari campuran. Rasio air terhadap semen yang digunakan adalah 0,35. Hasil penelitian diperoleh *Paving Block* Beton Berpori (PCPB) dapat digunakan untuk perkerasan dengan beban lalu lintas rendah dan memiliki ketahanan selip yang lebih baik karena tekstur permukaan yang kasar dan permukaan PCPB yang permeabel terhadap air yang menciptakan lebih banyak gesekan dan memungkinkan air untuk meresap.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi 0%, 25%, 50%, 75%, 100% RCA pada kekuatan dan daya serap paving dan kadar optimum RCA dalam meningkatkan kekuatan *paving porous*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan mutu *porous paving block* , membantu laju infiltrasi air kedalam tanah dan dapat menjadi solusi pemanfaatan material bekas konstruksi.

Pada penelitian ini, paving blok yang akan digunakan menggunakan material *Recycled Concrete Agregates* (RCA) sebagai alternatif substitusi pada penggunaan agregat alami dalam campuran paving. RCA sendiri diperoleh dengan mendaur ulang limbah beton kemudian dijadikan sebagai agregat baru. Pemanfaatan limbah beton yang didaur ulang atau *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) sebagai agregat dalam campuran beton bertujuan untuk menciptakan beton yang ramah terhadap lingkungan, dimana beton tersebut tersusun dari material yang tidak merusak lingkungan. *Recycled concrete aggregate* (RCA) pada Gambar 1 adalah agregat kasar yang diperoleh dari limbah beton yang tidak terpakai lagi, kemudian dihancurkan kembali untuk digunakan sebagai agregat pada campuran paving.



Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 1. *Recycled Concrete Aggregates*

## **POROUS PAVING CONCRETE BLOCK**

Paving beton *porous* memiliki sifat fisik dan mekanis. Sifat fisik dari paving beton *porous* yaitu porositas dan laju infiltrasi, sedangkan sifat mekanisnya ialah kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik. Kuat tekan dan kuat lentur memiliki hubungan yang sangat kuat, yaitu kuat tekan berbanding lurus dengan kuat lentur (ACI 522R-10, 2010) [3]. Persyaratan mutu *Paving stone* diatur dalam SNI 03-0691-1996 ) [4] dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Mutu *Paving Block*

Mutu	Kuat Tekan		Ketahanan aus		Penyerapan air rata-rata max	Pemanfaatan
	(Mpa)		(mm/menit)			
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	%	
A	40	35	0,090	0,103	3	Jalan
B	20	17	0,130	0,149	6	Parkiran
C	15	12,5	0,160	0,184	8	Pejalan kaki
D	10	8	0,219	0,251	10	Taman dan lainnya

## 2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini meliputi tahap persiapan, pengujian karakteristik agregat, pembuatan, perawatan dan pengujian benda uji. Bahan yang digunakan terdiri atas semen, abu batu dan *Recycled Concrete Agregates (RCA)*.

### Rancangan Campuran

Pada penelitian ini digunakan benda uji berukuran 21,0 cm x 10,5 cm x 8,0 cm sebanyak 3 buah untuk masing-masing variasi campuran dengan dua jenis perawatan yaitu curing udara dan perendalaman dalam air dengan total sampel berjumlah 90 buah. Pengujian kuat tekan, uji porositas dan permeabilitas dilakukan pada umur 28 hari. Penentuan mix desain paving blok dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan Trial Mix untuk mendapatkan campuran paving blok yang dapat mencapai mutu yang direncanakan yaitu mutu D dengan kuat rata-rata (12-8 Mpa) diikuti dengan pengamatan bentuk pori yang terbentuk pada paving. Campuran menggunakan perbandingan 1 Pc : 5 Abu batu dimana komposisi abubatu di variasikan dengan penggantian RCA yang telah ditentukan. RCA sendiri yang digunakan berasal dari agregat yang tertahan saringan no 4 dan no 3/8. Mix design *porous paving blok* diperlihatkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Komposisi Pembuatan *Porous Paving Block*

NO	VARIASI	AB (Liter)	SEMEN (Liter)	RCA ( Liter)	
				NO.4	NO.3/8
1	PPN (0% RCA)	23.04	4.61	0.00	0.00
2	PPA (25%RCA)	17.28	4.61	2.88	2.88
3	PPB(50%RCA)	11.52	4.61	5.76	5.76
4	PPC (75% RCA)	5.76	4.61	8.64	8.64
5	PPD (75%RCA)	0.00	4.61	11.52	11.52

### Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji meliputi kegiatan menakar dan mencampur bahan-bahan penyusun yang akan digunakan dengan komposisi pencampuran semen, abu batu dan RCA sesuai dengan hasil perhitungan pada perancangan campuran. Sebelum melakukan pencampuran semua material abu batu dan RCA dicuci terlebih dahulu dan disaring untuk membuang debu dan partikel yang kecil yang dapat menyumbat pori dan memperoleh agregat yang seragam bentuknya. Semua agregat yang akan digunakan dipastikan berada dalam kondisi *Saturated Surface Dry (SSD)* untuk memberikan *workability* yang baik pada campuran. Pada proses pencetakan benda uji, benda uji yang akan dibuat berbentuk balok berukuran (pxlxt) = 21,0 cm x 10,5 cm x 8,0 cm. dan persentase variasi penggunaan *RCA* sesuai yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah proses pembuatan benda uji dilanjutkan dengan proses perawatan dengan perendaman dalam air dan perawatan dengan penyiraman setiap hari.

### Pengujian Porous Paving Block

Proses pengujian paving berupa uji kuat tekan, porositas dan permeabilitas berdasarkan SNI 03-0691-1996 dan ACI 522R10 dilaksanakan pada umur 28 hari.

### Kuat Tekan Mortar

Menurut ASTM C 109 [5], pengujian kuat tekan paving blok diperoleh dengan melakukan pengujian kuat tekan dengan alat *Compression Testing Machine*. Besarnya kuat tekan dihitung dengan persamaan:

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

Dimana:

- f<sub>c</sub> = Kuat tekan (N/mm<sup>2</sup>)
- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

**Permeabilitas**

Pengujian permeabilitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan *Paving block* beton berpori dalam menyalurkan air melalui rongga-rongganya. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Analisa kecepatan serap air (V)} = \frac{H}{T} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- V = Kecepatan air (m/s)
- H = Tinggi Benda uji (m)
- T = Waktu air mengalir sampai dibawah permukaan (detik )

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

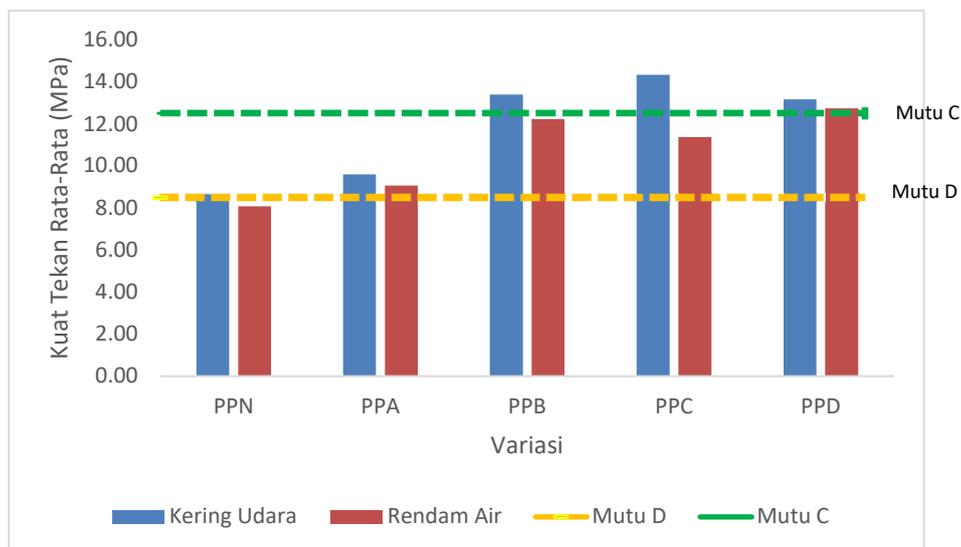
**Kuat Tekan Paving Blok**

Pengujian uji tekan dilakukan dengan mesin *Universal Testing Machine* Kapasitas 25 Ton untuk paving berukuran 21,0 cm x 10,5 cm x 8,0 cm pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan ditunjukkan pada Tabel 3 dan grafik kenaikan kuat tekan tiap variasi benda uji ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 3. Nilai Kuat Tekan *Paving Porous Block*

Curing	Variasi (Mpa)				
	PPN	PPA	PPB	PPC	PPD
Penyiraman	8.65	9.59	13.39	14.33	13.16
Rendam Air	8.07	9.06	12.22	11.38	12.73

Dari Tabel 3 terlihat terjadi kenaikan mutu paving blok dengan penambahan RCA pada campuran paving blok. Nilai kuat tekan paving blok dengan penambahan RCA berkisar antara 9,06-14,33 Mpa. Nilai ini masuk dalam rentang mutu paving blok mutu D (untuk taman) dan mutu C (untuk pedestrian). Pada Gambar 2 terlihat untuk proses perawatan dengan penyiraman mengalami peningkatan dari mutu D hingga diperoleh nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi 75% RCA yaitu sebesar 14,33 Mpa dan kekuatannya menurun sekitar 8,16 % pada penggunaan 100% RCA. Untuk proses perawatan dengan perendaman dalam air diperoleh nilai kuat tekan tertinggi pada penggunaan 100% RCA yaitu sebesar 12,73 Mpa. Dari hasil pengamatan ini dapat disimpulkan bahwa nilai optimum penggunaan RCA pada pembuatan *porous paving block* pada variasi 75% RCA dengan metode perawatan dengan penyiraman yaitu sebesar 14,33 MPa. Nilai optimum kuat tekan tersebut masuk dalam kategori Mutu C (12.5-15 Mpa) paving blok berdasarkan SNI 03-0691-1996.



Gambar 2. Perbandingan Kuat Tekan Paving dengan Metode *Curing* Penyiraman dan Perendaman

### Permeabilitas

Pengujian permeabilitas dilakukan pada umur 28 hari, pengujian dilaksanakan dengan melakukan uji *flow test* dengan mengalirkan sejumlah air pada sampel paving. Pada penelitian ini digunakan jumlah air sebesar 1 L kemudian diukur waktu yang dibutuhkan untuk air dapat menembus bagian bawah paving tersebut seperti terlihat pada Gambar 3. Hasil pengujian porositas ditunjukkan pada Tabel 4.



Gambar 3. Uji Permeabilitas *Porous Paving Block*

Tabel 4. Nilai Permeabilitas *Porous Paving Block*

No	Variasi	Tinggi Sampel (cm)	Volume Air (ml)	Waktu (detik)	Kecepatan Air Rata-rata (m/s)
Penyiraman					
1	PPN	0.8	1000	31.71	0.025
2	PPA	0.8	1000	22.02	0.036
3	PPB	0.8	1000	23.37	0.034
4	PPC	0.8	1000	17.92	0.045
5	PPD	0.8	1000	15.07	0.053
Rendam Air					
1	PPA	0.8	1000	24.55	0.033
2	PPB	0.8	1000	22.41	0.036
3	PPC	0.8	1000	21.63	0.037
4	PPD	0.8	1000	20.1	0.040

Dari hasil penelitian diperoleh nilai tertinggi pada perawatan penyiraman sebesar 0,053 m/s dan pada perawatan peendaman air diperoleh nilai sebesar 0,040 m/s, sehingga berdasarkan ACI 522R-10 nilai permeabilitas berada pada rentang 0.14 hingga 1.22 cm/s sehingga sampel benda uji yang dibuat ini tergolong pada klasifikasi *paving porous*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan RCA pada campuran *Paving Porous* dengan variasi 25%-100% mengakibatkan terjadinya peningkatan kuat tekan. Kuat tekan rata-rata tertinggi pada metode perendaman dalam air diperoleh pada penggunaan 100% RCA yaitu sebesar 12,73 Mpa sedangkan pada metode perawatan dengan penyiraman diperoleh pada penggunaan 75% RCA yaitu sebesar 14,3 Mpa. Penggunaan RCA dalam pembuatan *paving porous* mengalami peningkatan pada kedua jenis perawatan berturut-turut sebesar 57,7% dan 64,36% dibandingkan dengan *paving porous* normal. Kadar optimum penggunaan RCA untuk pada variasi PPC (75% RCA) dengan metode *curing* penyiraman nilai kuat tekan sebesar 14,3 Mpa dan nilai permeabilitas 0,045 m/s. Nilai memenuhi persyaratan mutu C untuk peruntukan pejalan kaki (area pedestrian) berdasarkan SNI 03-0691-1996 dan memenuhi standar ACI 522R-10 sebagai klasifikasi *paving porous*.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang sebagai pemberi hibah dana penelitian dosen pemula serta kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zen, H., Yanti, G., & Megasari, S. W, "Pemanfaatan Recycled Concrete Aggregate Pada Beton Porous", Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil, hal. 85-90, 2021
- [2] Hidayah, Nur, A. H., Hasanan, M., & Ramadhansyah, P. J, "Porous concrete paving blocks using coarse aggregate", In Applied Mechanics and Materials, Trans Tech Publications Ltd , Vol. 554, pp. 111-115, 2014
- [3] ACI committee, ACI 552R-10, "Report on Pervious Concrete Made From Recycled Aggregate By Pulsed Power", 2010
- [4] Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-0691-1996, *Bata Beton (Paving Block)*
- [5] American Standard of Testing Materials, ASTM C 109