

## ANALISIS SIFAT MEKANIS, PERMEABILITAS, DAN POROSITAS PERVIOUS CONCRETE DENGAN VARIASI UKURAN AGREGAT 4,75 MM – 9,55 MM DAN 12,5 MM – 19 MM

M. N. A. Yuandra<sup>1</sup>, B. B. Adhitya<sup>1\*</sup> dan A. Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya, Palembang  
Corresponding author: bimo@unsri.ac.id

**ABSTRAK:** Bencana banjir kerap menjadi masalah pada beberapa kota di Indonesia. Beton porous dapat menjadi salah satu solusi penanganan banjir. Beton porous merupakan beton yang tidak menggunakan agregat kasar, semen, air, dan sedikit atau tidak sama sekali menggunakan agregat halus. Penggunaan agregat halus pada beton porous dibatasi hanya sampai dengan 20% dari total campuran. Beton porous menggunakan agregat dengan gradasi yang seragam agar terbentuk pori-pori pada beton tersebut. Beton porous memiliki kuat tekan yang relatif lebih rendah daripada beton normal akan tetapi beton porous memiliki kegunaan sebagai beton yang dapat mengalirkan air sehingga beton porous yang baik bergantung kepada kemampuannya dalam mengalirkan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari gradasi dan ukuran agregat terhadap sifat mekanis yaitu kuat tekan dan kuat belah, dan sifat hidrolis yaitu permeabilitas dan porositas. Dimana terdapat 5 variasi beton porous yang memiliki ukuran dan gradasi agregat yang berbeda. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beton dengan ukuran agregat yang paling kecil yaitu variasi 5 memiliki kuat tekan dan kuat belah yang paling besar yaitu sebesar 8,11 MPa dan 1,612 MPa namun memiliki nilai koefisien permeabilitas dan porositas yang paling rendah yaitu sebesar 0,773 cm/s dan 24,63%.

**Kata Kunci:** Beton porous, Sifat mekanis, Porositas, Permeabilitas.

**ABSTRACT:** Flood disasters are often a problem in several cities in Indonesia. Pervious concrete can be a solution for flood management. Pervious concrete is concrete that does not use coarse aggregate, cement, water, and little or no use of fine aggregate. The use of fine aggregate in pervious concrete is limited to only 20% of the total mixture. Pervious concrete uses aggregates with uniform gradation to form pores in the concrete. Pervious concrete has a relatively lower compressive strength than normal concrete, but pervious concrete has uses as concrete that can drain water so the quality of pervious concrete depends on its ability to drain water. This study aims to determine the effect of gradation and aggregate size on mechanical properties, namely compressive strength and splitting strength, and hydraulic properties, namely permeability and porosity. Where there are 5 variations of pervious concrete that have different sizes and gradations of aggregates. The results of this study indicate that the concrete with the smallest aggregate size, variation 5, has the greatest compressive strength and splitting strength of 8.11 MPa and 1.612 MPa but has the lowest coefficient of permeability and porosity, which is 0.773 cm/s and 24.63%.

**Keywords:** Pervious concrete, mechanical properties, porosity, permeability.

### PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur kerap kali menggunakan material beton sebagai material utamanya. Berbagai macam tipe beton dapat digunakan sesuai dengan fungsi

dari struktur yang akan dibangun. Tidak hanya digunakan untuk kebutuhan struktur utama pada suatu bangunan, beton juga dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Adanya pembangunan yang masif tanpa perencanaan drainase yang tepat, dapat menyebabkan air

berkumpul dalam waktu yang singkat sehingga menyebabkan tergenangnya suatu titik yang akhirnya menjadi banjir. Dibutuhkan pembangunan yang memiliki fungsi yang utuh, namun sekaligus dapat membantu mengurangi genangan air. Pemilihan material menjadi faktor yang penting agar struktur yang dibangun dapat menahan beban yang dibutuhkan sekaligus dapat menjadi daerah resapan air. Umumnya kuat tekan rencana pada perencanaan struktur jalan relatif lebih rendah daripada kuat tekan rencana struktur utama bangunan.

Pervious concrete merupakan beton yang memiliki kemampuan untuk mengalirkan air yang berada di permukaan beton menuju lapisan tanah di bawahnya. Pervious concrete sering digunakan sebagai bahan perkerasan jalan pada trotoar, dan lahan parkir. Pervious concrete terbentuk dari campuran yang hampir serupa dengan beton konvensional, yaitu agregat, semen, air, dan bahan tambahan jika diperlukan. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara pervious concrete dengan beton konvensional, yaitu gradasi agregatnya.

Pada beton konvensional, beton harus memiliki gradasi agregat yang baik agar kuat tekan rencana dapat tercapai. Berbeda dengan pervious concrete, gradasi agregat yang digunakan ialah gradasi seragam dengan sedikit agregat halus bahkan tanpa menggunakan agregat halus. Akibat dari penggunaan agregat bergradasi seragam dengan minimnya agregat halus ialah terbentuknya rongga atau pori pada beton sehingga mengakibatkan berkurangnya kuat tekan beton dan meningkatnya sifat permeabilitas dan porositas dari beton. Semakin banyak agregat halus yang digunakan maka rongga akan semakin sedikit, kekuatan pervious concrete akan meningkat namun permeabilitas dan porositas akan berkurang. Keberhasilan pervious concrete bergantung pada kemampuannya dalam mengalirkan air yang berada di permukaan menuju lapisan tanah di bawahnya. Efektivitas drainase dari pervious concrete bergantung pada ukuran agregat dan kepadatan campurannya (ACI 522R-10). Penggunaan pervious concrete dapat menurunkan limpasan air hujan (Rainfall Runoff) juga menurunkan kebutuhan akan fasilitas penampungan air hujan seperti kolam retensi.

Seiring dengan perkembangan zaman, pervious concrete dapat menjadi alternatif solusi dari kajian tentang pembangunan Green Infrastructure dan Sponge city. Pervious concrete merupakan material ramah lingkungan dan memenuhi regulasi EPA (Environmental Protection Agency) tentang manajemen air hujan bahkan penggunaan pervious concrete termasuk yang terbaik dalam Best Management Practices (BMP) yang direkomendasikan oleh EPA.

Ukuran agregat menjadi salah satu faktor penting bagi sifat mekanis dan karakteristik dari pervious concrete.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh komposisi gradasi ukuran agregat terhadap sifat mekanis pervious concrete, dimana ukuran agregat yang digunakan adalah lolos saringan ukuran 19 mm dan tertahan 12,5 mm, dan lolos saringan ukuran 9,5 mm dan tertahan 4,75 mm dengan variasi berupa 100% agregat ukuran 19 mm – 12,5 mm, 75% agregat ukuran 19 mm – 12,5 mm dan 25% agregat ukuran 9,5 mm – 4,75 mm, 50% agregat ukuran 19 mm – 12,5 mm dan 50% agregat ukuran 9,5 mm – 4,75 mm, 25% agregat ukuran 19 mm – 12,5 mm dan 75% agregat ukuran 9,5 mm – 4,75 mm, dan 100% agregat ukuran 9,5 mm – 4,75 mm. Pengujian yang dilakukan akan berupa pengujian kuat tekan, kuat tarik, uji lentur, uji permeabilitas, dan uji porositas.

Rumusan masalah yang akan dibahas pada laporan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh gradasi ukuran agregat terhadap sifat mekanis pervious concrete?.
2. Bagaimana pengaruh gradasi ukuran agregat terhadap permeabilitas dan porositas pervious concrete?.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan terdapat beberapa tujuan yang terdapat pada penelitian ini yaitu:

1. Untuk menganalisa pengaruh gradasi ukuran agregat kasar terhadap sifat mekanis pervious concrete, dimana digunakan 2 ukuran agregat, yaitu agregat lolos saringan 19 mm namun tertahan 12,5 mm dan agregat lolos saringan 9,5 mm namun tertahan 4,75 mm.
2. Untuk menganalisa hubungan antara sifat mekanis dan sifat hidrolis pervious concrete terhadap perbedaan variasi agregat kasar dengan komposisi ukuran gradasi agregat 100% agregat ukuran 19 mm – 12,5 mm, 75% agregat ukuran 19 mm – 12,5 mm dan 25% agregat ukuran 9,5 mm – 4,75 mm, 50% agregat ukuran 19 mm – 12,5 mm dan 50% agregat ukuran 9,5 mm – 4,75 mm, 25% agregat ukuran 19 mm – 12,5 mm dan 75% agregat ukuran 9,5 mm – 4,75 mm, dan 100% agregat ukuran 9,5 mm – 4,75 mm.

Berikut ruang lingkup yang akan diuraikan dalam penelitian ini yaitu:

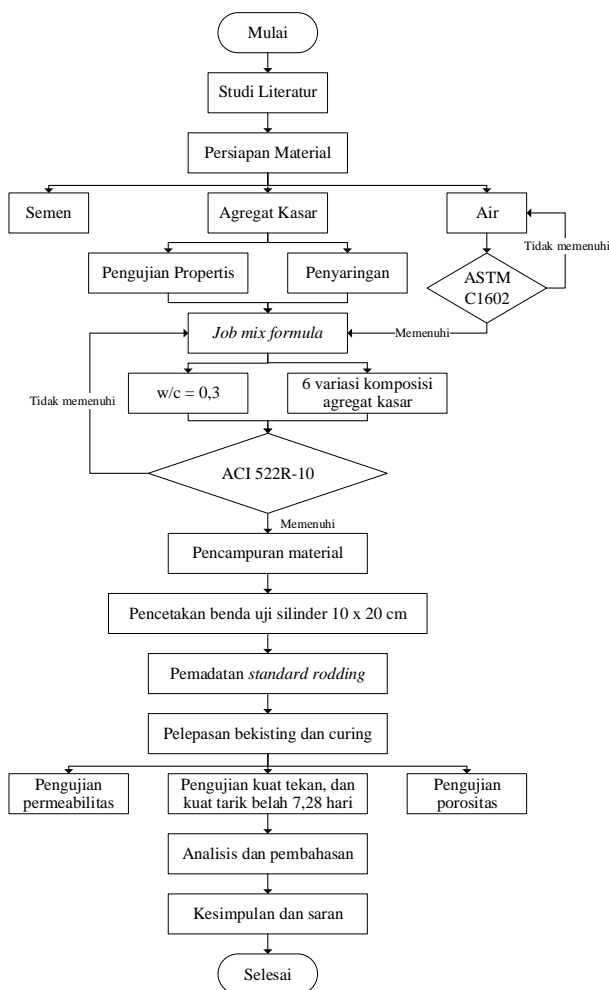
1. Agregat kasar yang digunakan berasal dari quarry yang terletak pada jalan Mayjen Yusuf Singedekane, Kertapati.
2. Ukuran agregat kasar yang digunakan berukuran 19,5 mm – 12,5 mm dan 9,5 mm – 4,75 mm.
3. Komposisi agregat halus yang digunakan sebesar 0%
4. Benda uji silinder yang dibuat memiliki ukuran 10 x 20 cm.
5. Rasio air semen yang digunakan sebesar 0,30.
6. Metode pemadatan yang digunakan adalah metode standard rodding.
7. Pengujian kuat tekan pervious concrete diuji saat umur beton 7 hari, dan 28 hari dengan jumlah sampel

masing-masing variasi agregat sejumlah 3 benda uji, sehingga total benda uji yang dibuat sebanyak 60 sampel.

8. Pengujian permeabilitas menggunakan alat Falling head apparatus dan diuji saat beton mencapai umur 28 hari.
9. Pengujian porositas dilakukan saat beton mencapai umur 28 hari.

## METODE PENELITIAN

Berikut ini merupakan diagram alir tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian dari awal hingga akhir penelitian.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

### Tahap Persiapan

Tahapan persiapan terdiri dari persiapan material dan peralatan yang akan digunakan dalam melakukan penelitian. Pada tahap ini material yang digunakan seperti agregat kasar, air, semen, dan *superplasticizer* disiapkan

terlebih dahulu agar dapat digunakan saat melanjutkan penelitian. Dilakukan penyaringan agregat kasar yang dilakukan sesuai dengan standar ASTM C136 agar didapatkan ukuran agregat yang sesuai. Tidak hanya material, alat yang digunakan untuk mencampur (*mixer*) di periksa keadaanya agar dapat digunakan saat dilakukan pengecoran adalah mixer.

### Tahap Penelitian

Pada tahap penelitian, dilakukan pengujian *properties* dari agregat yang digunakan, agar dapat menentukan formula pencampuran beton porus sesuai dengan kuat tekan yang di rencanakan. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian berat volume agregat, pengujian kadar air agregat, pengujian penyerapan, dan pengujian *specific gravity* agregat kasar.

### Penentuan Komposisi

Penentuan komposisi campuran beton porus dilakukan berdasarkan standar ACI 522R-10. Data hasil uji *properties* agregat yang sebelumnya didapatkan digunakan dalam penentuan formula campuran. Metode yang digunakan untuk menentukan komposisi material campuran terbagi menjadi tujuh langkah. Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan berat volume agregat. Berat volume agregat didapatkan pada uji properties yang telah dilakukan pada tahap penelitian. Lalu langkah kedua adalah menentukan berat volume agregat dalam kondisi SSD. Berat volume agregat dalam kondisi SSD juga telah dihitung pada tahap penelitian. Langkah ketiga adalah menentukan volume pasta pada campuran beton porus. Volume pasta didapatkan pada grafik hubungan antara void content dan paste content yang dimuat di dalam ACI 522R-10. Langkah keempat adalah menentukan berat semen yang digunakan dimana nilai w/c sudah ditentukan sebesar 0,3. Berat semen ditentukan dengan persamaan yang terdapat dari ACI 522R-10.

$$c = \left( \frac{V_p}{0,315 + \frac{w}{cm}} \right) \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$c$  = Berat semen ( $\text{kg/m}^3$ )

$V_p$  = Volume pasta

$w/cm$  = Rasio air semen

Langkah kelima adalah menentukan berat air. Berat air dapat ditentukan berdasarkan w/c yang telah ditetapkan. Persamaan yang digunakan untuk menentukan berat air adalah persamaan berikut

$$w = c(W/cm)$$

w = Berat air (kg/m<sup>3</sup>)

Langkah keenam adalah menentukan jumlah dari super plasticizer. Jumlah super plasticizer yang digunakan berdasarkan berat semen pada campuran. Super plasticizer yang dimasukkan sebanyak dua persen dari jumlah semen dalam campuran. Langkah ketujuh adalah menentukan komposisi mix design dimana komposisi yang telah dihitung sebelumnya merupakan komposisi dalam volume 1 meter kubik. Pada penelitian ini, tidak ada perbedaan mix design dari masing-masing variasi. Komposisi campuran pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Komposisi Campuran

Variasi	Agregat Kasar (kg/m <sup>3</sup> )		Semen (kg/m <sup>3</sup> )	Air (kg/m <sup>3</sup> )	w/c	SP
	mm – 19 mm	4,75 9,5 mm				
1	1451,9	0				
2	1088,9	362,9				
3	725,9	725,9	374	112,2	0,3	7,48
4	362,9	1088,9				
5	0	1451,9				

#### Tahap Pencampuran

Setelah didapatkan komposisi campuran beton porus, dilakukan kegiatan pencampuran. Pencampuran dilakukan di laboratorium struktur, dan konstruksi material Universitas Sriwijaya. Setelah dilakukan proses pencampuran (*mixing*) dilakukan pengujian *slump*. Setelah dilakukan pengujian *slump*, beton dapat dicetak pada silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm. Metode pemadatan yang digunakan menggunakan metode *standard rodding* dimana dilakukan penumbukan dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali saat beton segar memenuhi 1/3 bagian, 2/3 bagian, dan saat bekisting penuh.

#### Tahap Pengujian

Pada tahap ini beton porus yang sudah melalui proses curing selama 7 hari, dan 28 hari dapat diuji. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian kuat tekan beton, pengujian kuat tarik belah, pengujian kuat tarik lentur, pengujian permeabilitas, dan porositas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil dari pengujian yang telah dilakukan dimulai dari pengujian agregat kasar hingga pengujian beton porus

#### Hasil Pengujian Agregat Kasar

##### Pemeriksaan Berat Volume

Standar yang digunakan dalam pengujian berat volume agregat kasar adalah ASTM C 138. Data yang didapatkan setelah pengujian berat volume agregat kasar adalah didapatkan berat agregat kondisi lepas sebesar 12,924 kg, dan berat agregat kondisi padat sebesar 13,970 kg. Volume wadah ukur yang digunakan sebesar 9,935 liter sehingga didapatkan berat volume pada kondisi lepas sebesar 1,301 kg/L dan berat volume kondisi padat sebesar 1,406 kg/L. Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan berat volume agregat kasar dapat dilihat pada perhitungan persamaan berikut.

Berat volume kondisi lepas

$$\frac{\text{Berat Agregat}}{\text{Volume Silinder}} = \frac{12,924 \text{ Kg}}{9,935 \text{ Liter}} = 1,301 \text{ kg/L}$$

Berat Volume kondisi padat

$$\frac{\text{Berat Agregat}}{\text{Volume Silinder}} = \frac{13,97 \text{ Kg}}{9,935 \text{ Liter}} = 1,406 \text{ kg/L}$$

##### Pengujian Specific Gravity

Standar yang digunakan dalam pengujian *specific gravity* agregat kasar adalah ASTM C 127. Pengujian agregat kasar dilakukan sesuai prosedur yang telah ditentukan dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2 Hasil Pengujian *Specific Gravity*

Parameter	Hasil
Apparent Specific Gravity	2,707
Bulk Specific Gravity (Kondisi Kering)	2,496
Bulk Specific Gravity (Kondisi SSD)	2,574

Tabel diatas merupakan hasil dari perhitungan dari data yang didapatkan setelah dilakukan serangkaian pengujian. Beberapa data yang digunakan dalam persamaan perhitungan *specific gravity* yaitu berat agregat dalam kondisi SSD (A) sebesar 5000 gram, berat agregat dalam air (B) sebesar 3058 gram, dan berat agregat dalam kondisi kering (C) sebesar 4849 gram.

Penjabaran dari perhitungan persamaan *specific gravity* dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{C}{(C - B)} = \frac{4849}{(4849 - 3058)} = 2,707$$

$$\text{Bulk specific gravity} = \frac{C}{(A - B)} = \frac{4849}{(5000 - 3058)} = 2,496$$

$$\text{Bulk specific gravity} = \frac{A}{(A - B)} = \frac{5000}{(5000 - 3058)} = 2,574$$

#### *Pengujian Penyerapan Agregat Kasar*

Standar yang digunakan dalam pengujian *specific gravity* agregat kasar adalah ASTM C 127. Pengujian agregat kasar dilakukan sesuai prosedur yang telah ditentukan dan didapatkan hasil bahwa nilai penyerapan agregat kasar sebesar 3,123%. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai penterapan agregat kasar.

$$\begin{aligned} \text{Persentase Penyerapan (\%)} &= \frac{A - C}{(C)} \times 100\% \\ &= \frac{(5000 - 4849)}{3058} \times 100\% = 3,123\% \end{aligned}$$

#### *Pengujian Beton Porus*

Pada pengujian beton porus, masing masing pengujiannya terdapat lima variasi ukuran agregat yang berbeda dengan jumlah tiga sampel pada masing masing variasinya. Keterangan pengujian beton porus dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Keterangan Pengujian Beton Porus

<i>Series</i>	Keterangan
Variasi 1	Beton porus dengan komposisi 100% agregat dengan ukuran 19,5 mm – 12,5 mm
Variasi 2	Beton porus dengan komposisi 75% agregat dengan ukuran 19,5 mm – 12,5 mm dan 25% agregat dengan ukuran 9,5 mm – 4,75 mm
Variasi 3	Beton porus dengan komposisi 50% agregat dengan ukuran 19,5 mm – 12,5 mm dan 50% agregat dengan ukuran 9,5 mm – 4,75 mm
Variasi 4	Beton porus dengan komposisi 25% agregat dengan ukuran 19,5 mm – 12,5 mm dan 75% agregat dengan ukuran 9,5 mm – 4,75 mm
Variasi 5	Beton porus dengan komposisi 100% agregat dengan ukuran 9,5 mm – 4,75 mm
Curing	Curing dilakukan dengan menggunakan <i>plastic wrap</i> selama

	umur pengujian kuat tekan dan kuat belah beton porus.
Densitas	Massa jenis atau kerapatan beton porus. Satuan yang digunakan yaitu kg/m <sup>3</sup>
Kuat Tekan	Satuan yang digunakan yaitu Mega Paskal (MPa)
Kuat Belah	Satuan yang digunakan yaitu Mega Paskal (MPa)
Permeabilitas	Di uji pada saat umur beton mencapai 28 hari. Satuan yang digunakan yaitu cm/s
Porositas	Di uji pada saat umur beton mencapai 28 hari. Satuan yang digunakan adalah persen.

#### *Pengujian Densitas Beton Porus*

Densitas beton porus didapatkan dengan cara menimbang benda uji, benda uji yang didapatkan di konversi ke dalam satuan kilogram, kemudian volume dari silinder yang digunakan diukur, sehingga didapatkan juga volume dari benda uji. Volume dari silinder yang digunakan di lakukan sama dengan volume benda uji. Berat benda uji dibagi dengan volume benda uji sehingga didapatkan nilai densitas dari beton porus Nilai rata-rata densitas beton porus yang didapatkan setelah dilakukan pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

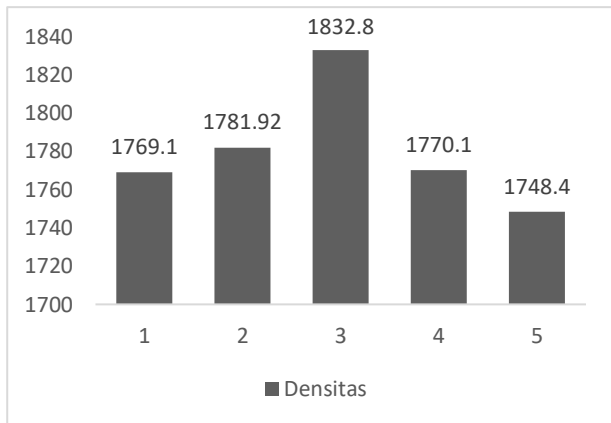
Tabel 4 Data Pengujian Densitas Beton Porus

Variasi	Nilai Berat Jenis	
	7 Hari (Kg/m <sup>3</sup> )	28 hari (Kg/m <sup>3</sup> )
1	1764.08	1774.18
2	1795.82	1725.82
3	1813.00	1819.36
4	1726.03	1773.76
5	1760.39	1736.42

Nilai densitas rata-rata beton porus yang didapatkan setelah dilakukan penimbangan pada seluruh sampel dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.

Berdasarkan gambar 2 nilai densitas rata-rata tertinggi didapatkan pada variasi 3 sedangkan nilai densitas rata-rata yang paling rendah didapatkan pada variasi 5. Hal ini dikarenakan variasi ke-3 memiliki ukuran agregat yang lebih bervariasi sehingga agregat yang lebih kecil mampu menutupi rongga diantara agregat yang lebih besar. Dengan banyaknya rongga yang diisi oleh agregat yang relatif kecil, maka akan menyebabkan pori yang terbentuk

semakin sedikit yang berpengaruh terhadap kepadatan (densitas) beton porus.



Gambar 2 Hasil Pengukuran Densitas Beton Porus

*Pengujian Kuat Tekan Beton Porus*

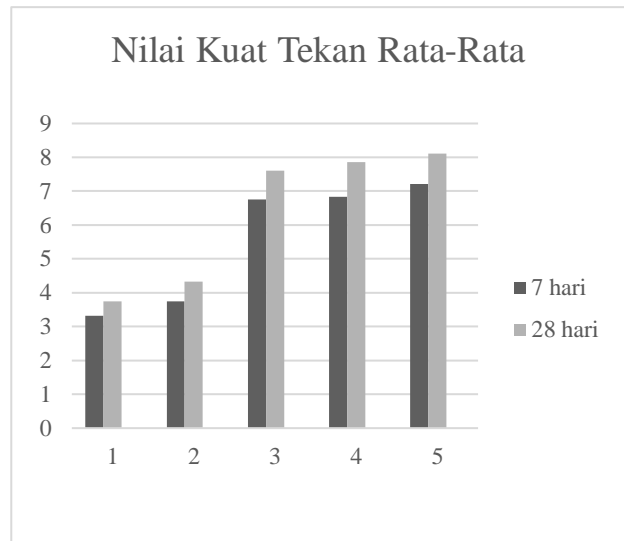
Pengujian kuat tekan beton porus dilakukan pada umur beton 7 hari dan 28 hari. Pengujian ini diperlukan untuk mengetahui kuat tekan pada setiap variasi beton porus yang dibuat. Data yang didapatkan setelah pengujian kuat tekan beton porus dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Variasi	Umur Beton	Kuat Tekan Rata - Rata
1	7	3.312
	28	3.737
2	7	3.737
	28	4.331
3	7	6.921
	28	7.601
4	7	6.837
	28	7.856
5	7	7.473
	28	8.11

Dapat dilihat pada gambar 3 hasil kuat tekan beton porus memiliki kekuatan yang berbeda pada setiap variasinya dimana variasi 1 memiliki kuat tekan rata-rata yang paling lemah yaitu 3,312 MPa pada hari ke-7 dan 3,737 MPa pada hari ke-28. Variasi 5 memiliki kuat tekan rata-rata yang paling tinggi dimana pada hari ke-7 beton porus memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 7,219 MPa dan pada hari ke-28 memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 8,11 MPa. Kondisi ini terjadi karena variasi 5

menggunakan agregat yang ukurannya relatif lebih kecil, sehingga area kontak antar agregat lebih besar.



Gambar 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Porus

*Pengujian Kuat Belah Beton Porus*

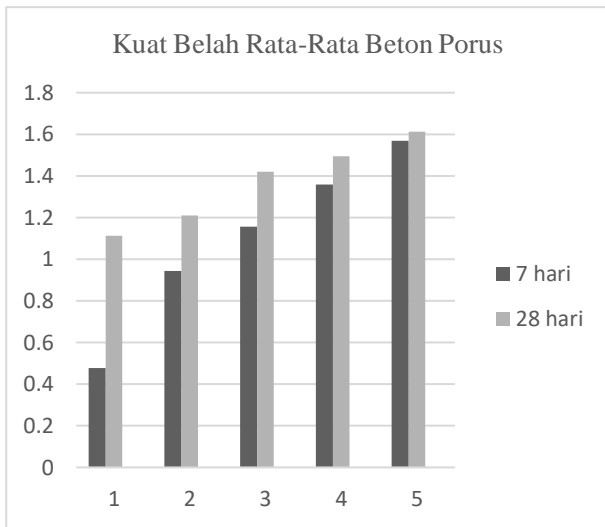
Pengujian kuat belah beton porus dilakukan pada umur beton 7 hari dan 28 hari. Data yang didapatkan setelah dilakukan pengujian kuat belah beton porus dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 6 Pengujian Kuat Belah Beton Porus

Variasi	Umur Beton	Kuat Belah Rata - Rata
1	7	0.477
	28	1.114
2	7	0.944
	28	1.209
3	7	1.156
	28	1.421
4	7	1.358
	28	1.495
5	7	1.57
	28	1.612

Dapat dilihat pada tabel 6 bahwa terjadi peningkatan kekuatan belah saat umur beton mencapai 28 hari. Variasi 1 merupakan variasi dengan kekuatan belah rata-rata yang paling lemah yaitu 0,477 MPa pada umur beton 7 hari dan 1,144 MPa pada umur beton 28 hari. Sedangkan kekuatan belah rata-rata dengan nilai paling tinggi didapatkan pada variasi dengan kuat belah rata-rata sebesar 1,57 MPa pada umur beton 7 hari dan 1,612 MPa pada umur beton 28

hari. Agar lebih jelas, hasil pengujian kuat tarik beton porus disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 4 Hasil Pengujian Kuat Belah Beton Porus

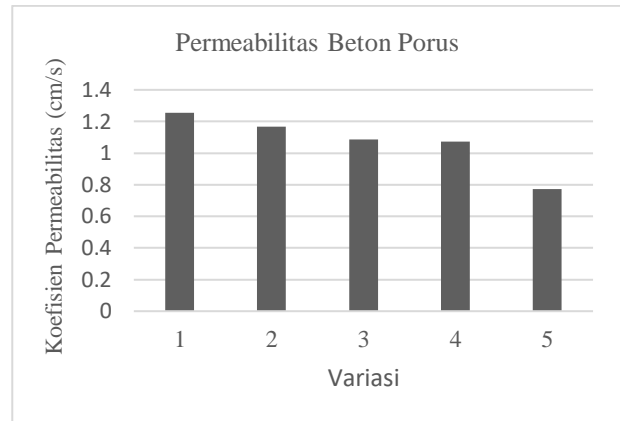
Kuat belah pada beton porus bergantung kepada ikatan antar agregat pembentuk beton porus. Semakin banyak ikatan yang terbentuk dalam beton porus akan berpengaruh terhadap kuat belah beton porus. Pada variasi 5 dengan didominasinya agregat yang relatif lebih kecil luasan kontak yang terjadi antar agregat memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan variasi yang lain. Banyaknya luasan kontak antar agregat berperan sebagai media agar pengikat (*binder*) bekerja dalam menyatukan komponen – komponen agregat pembentuk beton porus. Banyaknya ikatan yang terjadi akan berpengaruh terhadap kekuatan belah pada beton porus dimana kuat belah beton porus sangat berpengaruh terhadap kekuatan ikatan beton porus.

#### Pengujian Permeabilitas Beton Porus

Permeabilitas pada beton porus diuji menggunakan alat falling head permeameter berdasarkan standar ACI 522R-10. Data yang didapatkan setelah dilakukan pengujian permeabilitas dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Dapat dilihat pada gambar 5 bahwa variasi 1 memiliki nilai koefisien permeabilitas yang paling besar dibandingkan dengan variasi lainnya. Pada variasi 1 koefisien permeabilitas yang didapatkan sebesar 1,254 cm/s. Nilai koefisien permeabilitas yang paling rendah didapatkan pada variasi 5 dengan nilai 0,773 cm/s. Hasil pengujian permeabilitas memiliki nilai yang lebih tinggi pada ukuran agregat yang lebih besar. Kejadian ini disebabkan akibat terbentuknya rongga yang berukuran besar pada beton porus dengan ukuran agregat yang relatif lebih besar, sehingga aliran air yang mengalir di dalam

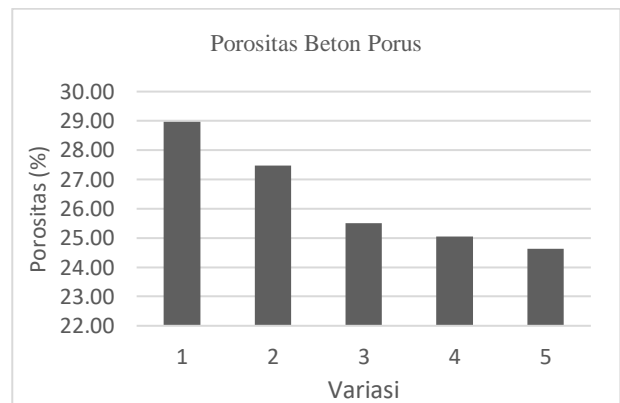
beton porus tidak terhambat oleh banyaknya rongga yang terbentuk yang menyebabkan kecepatan aliran air di dalam beton porus relatif lebih cepat.



Gambar 5 Hasil Pengujian Permeabilitas Beton Porus

#### Pengujian Porositas Beton Porus

Pengujian porositas pada beton porus dilakukan saat umur beton mencapai 28 hari. Disebutkan dalam ACI 522R-10 bahwa nilai porositas pada beton porus memiliki nilai antara 15%-35%. Data yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6 Hasil Pengujian Beton Porus

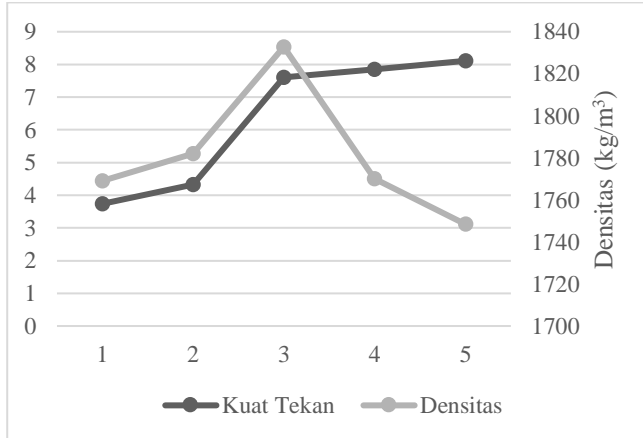
Variasi 1 merupakan variasi yang memiliki nilai porositas rata-rata yang paling tinggi, yaitu sebesar 28,96% sedangkan variasi 5 merupakan variasi yang memiliki nilai porositas rata-rata yang paling rendah yaitu sebesar 24,63%. Nilai porositas yang didapatkan sudah sesuai dengan angka yang ditetapkan dalam ACI 522R-10. Ukuran agregat dalam beton porus mempengaruhi nilai porositas, dimana semakin besar ukuran agregat dalam campuran beton porus maka nilai porositas juga semakin besar, dan sebaliknya semakin kecil ukuran agregat dalam campuran beton porus maka nilai porositasnya juga semakin kecil. Hal ini diakibatkan oleh rongga yang terbentuk di dalam beton porus, agregat

berukuran besar menyebabkan terbentuknya rongga yang besar sehingga dapat menampung air yang masuk ke dalamnya. Agregat yang lebih kecil memiliki rongga yang kecil sehingga air yang tertahan di dalam beton porus tidak sebanyak air yang tertahan di dalam beton porus dengan agregat yang berukuran besar.

### Hubungan Antara Sifat Mekanis dan Sifat Hidrolis Beton Porus

#### Hubungan Kuat Tekan dan Densitas

Dapat dilihat pada gambar 7 bahwa nilai rata-rata kuat tekan dan densitas beton porus mengalami peningkatan yang cukup signifikan, akan tetapi pada variasi 4 dan variasi 5 kuat tekan beton porus terus meningkat, sedangkan densitas beton porus mengalami penurunan. Hal ini diakibatkan pada variasi 3 agregat saling mengisi rongga pada beton porus, sehingga kepadatan beton porus tersebut meningkat namun memiliki ukuran rongga yang besar. Sedangkan pada beton porus variasi 4 dan variasi 5, beton porus memiliki rongga yang berukuran relatif kecil. Ukuran rongga mempengaruhi kuat tekan pada beton porus, dimana beton porus yang memiliki ukuran rongga yang lebih besar akan memiliki luasan ikatan antar agregat yang relatif lebih kecil sehingga nilai kuat tekan beton yang dihasilkan lebih kecil.

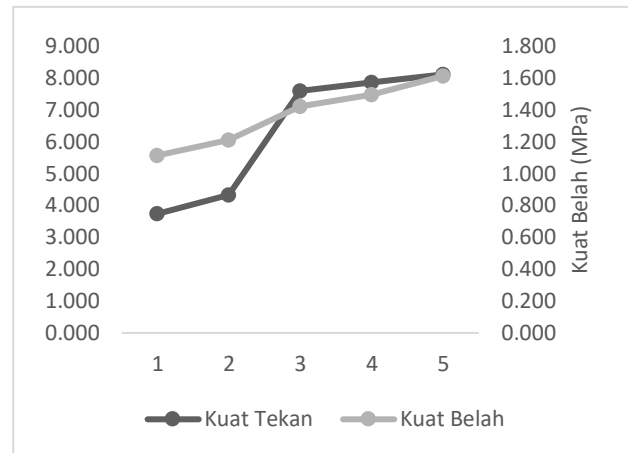


Gambar 7 Hubungan Antara Kuat Tekan dan Densitas

#### Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Belah

Gambar 8 memperlihatkan bahwa nilai kuat tekan dan kuat belah beton porus pada variasi 1 hingga variasi 5 mengalami peningkatan. Semakin rendah kuat tekan beton maka semakin rendah kuat belah yang didapatkan. Kejadian ini terjadi dikarenakan faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton porus juga mempengaruhi nilai kuat belah beton porus. Faktor seperti kekuatan pengikat, jumlah ikatan antar agregat, ukuran rongga beton porus, dan luasan ikatan antar agregat pada beton porus memiliki fungsi yang sama terhadap kuat

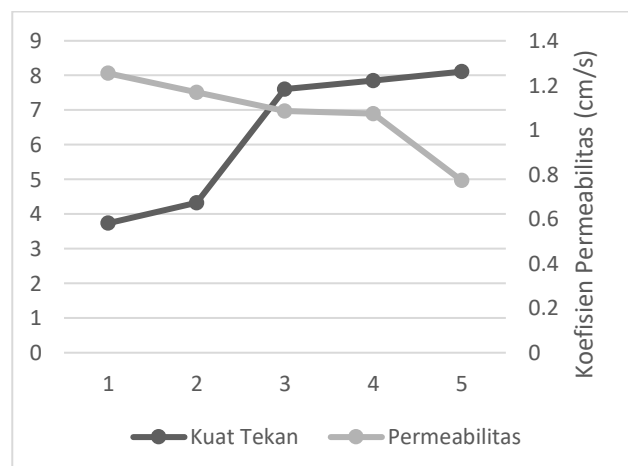
tekan beton porus, maupun kuat belah beton porus. Kuat tekan beton porus berbanding lurus dengan kuat belah beton porus.



Gambar 8 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Belah Beton Porus

#### Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas

Dapat dilihat pada gambar 9 bahwa nilai koefisien permeabilitas pada variasi 1 hingga variasi 5 mengalami penurunan, sedangkan nilai kuat tekan pada variasi 1 hingga variasi 5 mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan semakin kecil nilai koefisien permeabilitas beton porus maka rongga yang terbentuk pada beton porus tersebut memiliki ukuran yang relatif lebih kecil, sehingga titik kontak antar agregat relatif lebih banyak yang mengakibatkan ikatan yang terbentuk pada beton porus semakin banyak sehingga kekuatan terhadap tekan yang dimiliki oleh beton porus tersebut meningkat.



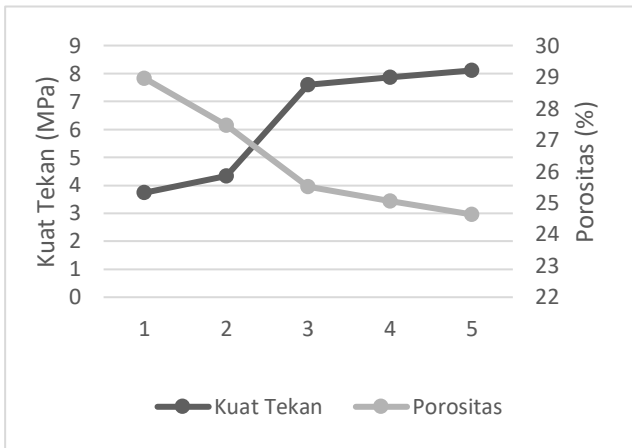
Gambar 9 Hubungan Kuat Tekan dan Permeabilitas

#### Hubungan Kuat Tekan dan Porositas

Pada gambar 10 dapat dilihat bahwa nilai porositas pada variasi 1 hingga variasi 5 mengalami penurunan,



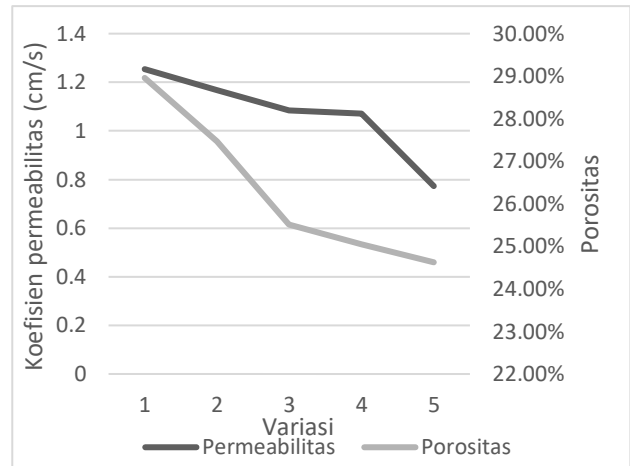
sedangkan nilai kuat tekan beton porus pada variasi 1 hingga variasi 5 mengalami peningkatan. Semakin kecil nilai porositas maka kuat tekan yang didapatkan akan semakin besar. Hal ini diakibatkan oleh jumlah rongga yang terdapat pada beton porus. Semakin sedikit rongga yang terbentuk maka nilai porositas akan semakin mengecil dan akan mengakibatkan banyaknya luas kontak antar agregat yang terjadi di bagian dalam beton porus sehingga mengakibatkan beton tersebut menjadi lebih kuat.



Gambar 10 Hubungan Kuat Tekan dan Porositas

#### Gubungan Permeabilitas dan Porositas

Pada gambar 11 dapat dilihat bahwa semakin kecil nilai porositas maka nilai permeabilitasnya juga akan menurun. Hal ini selaras dengan karakteristik dan bentuk beton porus. Dimana bentuk beton porus dipengaruhi oleh ukuran dan gradasi agregat kasar yang digunakan. Semakin buruk gradasi agregat pembentuk beton porus maka semakin banyak pori yang akan terbentuk di dalam beton porus. Ukuran agregat juga mempengaruhi ukuran pori yang terbentuk, sehingga jika ukuran agregat besar dan gradasi agregat yang digunakan bergradasi buruk, maka pori yang terbentuk akan semakin banyak dan memiliki ukuran yang besar. Semakin besar jumlah pori maka semakin besar nilai porositas beton porus. Dengan besarnya rongga tersebut maka air dapat dengan mudah untuk masuk kedalam beton porus dan mengisi ruang ruang yang dapat diisi. Semakin besar rongga juga menandakan bahwa jalur yang terbentuk agar air dapat mengalir melalui beton porus juga besar. *Interconnected pores* atau pori yang saling terkoneksi yang terbentuk akan memiliki ukuran yang lebih besar dan dapat membantu air untuk mengalir dari atas hingga bawah, sehingga kecepatan aliran air didalam beton porus akan semakin cepat yang mengakibatkan nilai koefisien permeabilitas tinggi.



Gambar 11 Hubungan Permeabilitas dan Porositas

#### KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian sifat mekanis dan hidrolis pada beton porus, didapatkan beberapa hal penting yang dapat disimpulkan. Berikut kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini, yaitu :

1. Ukuran agregat yang digunakan dalam pembuatan beton porus berpengaruh terhadap kuat tekan, dan kuat belah beton porus tersebut. Dimana semakin kecil ukuran agregat pada beton porus maka kuat tekan dan kuat belah yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini diakibatkan oleh besarnya rongga yang terbentuk didalam beton porus.
2. Ukuran agregat yang digunakan dalam pembuatan beton porus berpengaruh terhadap permeabilitas, dan porositas beton porus. Dimana semakin besar ukuran agregat yang terdapat pada beton porus, maka nilai permeabilitas dan porositasnya akan meningkat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 522R-10, 2010. *Pervious Concrete*. Farmington Hills, Michigan.: *American Concrete Institute (ACI)*.
- ACI. (2013). ACI CT-13. ACI Concrete Terminology - An ACI Standard. *American Concrete Institute (ACI)*, 32. [www.concrete.org](http://www.concrete.org)
- Adhitya, B. B., Saggaff, A., Dwi, D., & Putranto, A. (2022). *THE EFFECT OF POROUS CONCRETE WITH ARTIFICIAL AGGREGATE HANDLING ON EROSION REDUCTION IN SLOPE*. 22(91), 80–86.
- Desmaliana, E., Herbudiman, B., & Lesmana, R. (2018). Kajian Eksperimental Sifat Mekanik Beton Porous Dengan Variasi Faktor Air Semen. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 19–29.

- Fu, T. C., Yeih, W., Chang, J. J., & Huang, R. (2020). Influence of aggregate and binder content on the properties of pervious concrete. *Key Engineering Materials*, 838, 3–9. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.838.3>
- Hanova, Y., & Franchitika, R. (2018). Pengaruh campuran gradasi agregat terhadap permeabilitas beton porous pada aplikasi lantai laboratorium. *September*, 86–89.
- Khonado, M. F., Manalip, H., & Wallah, S. E. (2019). Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Porous Dengan Variasi Ukuran Agregat. *Sipil Statik*, 7(3), 351–358.
- Liu, Hanbing, Luo, G., Wei, H., & Yu, H. (2018). Strength, permeability, and freeze-thaw durability of pervious concrete with different aggregate sizes, porosities, and water-binder ratios. *Applied Sciences (Switzerland)*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/app8081217>
- Liu, Haojie, Liu, R., Yang, H., Ma, C., & Zhou, H. (2018). Experimental study on the performance of pervious concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 113(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/113/1/012126>
- Maguesvari, M. U., & Narasimha, V. L. (2013). Studies on Characterization of Pervious Concrete for Pavement Applications. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.112>
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Rajasekhar, K., & Spandana, K. (2016). Strength Properties of Pervious Concrete Compared with Conventional Concrete. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) e-ISSN*, 13(4), 97–103. <https://doi.org/10.9790/1684-13040397103>
- Schaefer, VR; Wang, K; Suleiman, MT; Kavern, J. (2006). Mix design development for pervious concrete in cold weather climates, Final Report. *National Concrete Pavement Technology Center, Iowa State University, Ames, IA, USA*, 83.
- Sonebi, M., Bassuoni, M., & Yahia, A. (2016). Pervious concrete: Mix design, properties and applications. *RILEM Technical Letters*, 1(December), 109–115. <https://doi.org/10.21809/rilemtechlett.2016.24>
- Soundararajan, E. K., & Vaiyapuri, R. (2021). Geopolymer binder for pervious concrete. *Gradjevinar*, 73(3), 209–218. <https://doi.org/10.14256/JCE.2440.2018>