

## Kuat Tekan dan Porositas Beton Berpori dengan Bahan Tambah *Fly Ash* Dan *Polyester Resin*

Abdurrazak Shahab<sup>1</sup>; Ade Okvianti Irlan<sup>2</sup>; Ananto Nugroho<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup>Universitas Trisakti

<sup>3</sup>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

<sup>1</sup>razakshahab@gmail.com

<sup>2</sup>ade.okvianti@trisakti.ac.id

<sup>3</sup>ananto@biomaterial.lipi.go.id

### ABSTRACT

*The development of concrete technology in the field of civil engineering is increasingly developing. Recently, many researchers have begun to pay attention to concrete without sand or what is commonly known as porous concrete. Porous concrete is lightweight concrete because there is no fine aggregate in the mixture, so the weight of porous concrete is usually lighter than ordinary concrete. There are constituent elements of porous concrete, namely coarse aggregate and cement. The purpose of this study was to determine the compressive strength and porosity value of porous concrete with polymer-added material in the form of polyester resin so that it could be a reference for the development of porous concrete. This research was conducted by using the compressive strength and porosity test method on the variation of the porous concrete mixture that was added with polyester resin when the concrete was 28 days old. Retrieval of data from the Trisakti University concrete laboratory, which then results in the form of compressive strength and porosity values. The results of this study will show the maximum value of compressive strength obtained from the variation of the 20% Polyester Resin Pore Concrete mixture (20% BPPR) of 24.98 MPa and the maximum value of porosity obtained from the variation of the Cement Pore Concrete mixture (BPS) of 18.04%.*

**Keywords:** Compressive Strength, Porosity, Polyester Resin

### ABSTRAK

*Perkembangan teknologi beton di bidang teknik sipil semakin hari semakin berkembang, belakangan ini banyak peneliti mulai memperhatikan beton tanpa pasir atau yang biasa disebut dengan beton berpori. Beton berpori merupakan beton ringan karena tidak terdapat agregat halus pada campurannya, maka berat beton berpori biasanya lebih ringan dari pada beton biasa. Adapun unsur penyusun beton berpori yaitu split ukuran 5 mm, semen, fly ash dan polyester resin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan porositas beton berpori dengan bahan tambah material polymer berupa polyester resin agar bisa menjadi salah satu referensi untuk pengembangan beton berpori. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen di laboratorium dengan pengujian kuat tekan dan porositas pada variasi campuran beton berpori yang sudah ditambahkan polyester resin saat umur beton 28 hari. pengambilan data dari laboratorium beton universitas trisakti yang kemudian hasilnya berupa nilai kuat tekan dan porositas. Hasil penelitian ini akan menunjukkan nilai maksimum kuat tekan yang diperoleh dari variasi campuran Beton Pori Polyester Resin 20% (BPPR 20%) sebesar 24,98 MPa dan nilai maksimum porositas yang diperoleh dari variasi campuran Beton Pori Semen (BPS) sebesar 18,04%.*

**Kata kunci:** Kuat Tekan, Porositas, Polyester Resin

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi beton di bidang teknik sipil semakin hari semakin berkembang, belakangan ini banyak peneliti mulai memperhatikan beton tanpa pasir atau yang biasa disebut dengan beton berpori. Beton berpori merupakan beton ringan karena tidak terdapat agregat halus pada campurannya, maka berat beton berpori biasanya lebih ringan dari pada beton biasa. Unsur penyusun beton berpori yaitu agregat kasar dan semen. Agregat halus pada beton berpori biasanya tidak diperlukan, hal tersebut membuat beton porous memiliki rongga pada strukturnya. Hal ini membuat beton berpori mudah dilalui air. Pengaplikasian beton porous masih relatif terbatas pada pembangunan jalan dan trotoar (seperti trotoar dan tempat parkir) [1].

*Polyester Resin* merupakan resin cair dengan tingkat viskositas yang relatif rendah, yang dapat diawetkan pada suhu kamar menggunakan katalis (cairan penambah waktu *setting polyester resin*). Jika *polyester resin* ditempatkan di luar ruangan, itu akan menjadi tahan lembab dan tahan UV, karena *resin poliester* memiliki warna cair transparan [2]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan [3] *Polyester Resin* memiliki kekuatan mekanik yang baik dan harga yang murah karena memiliki kinerja yang baik, daya rekat yang baik, tahan panas, tahan kimia, tahan asam dan alkali, serta dapat dikombinasikan dengan serat kaca, kayu, plastik dan serat alam membentuk material komposit yang baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan dan porositas beton berpori dengan bahan tambah material *polymer* berupa *polyester resin* agar bisa menjadi salah satu referensi untuk pengembangan beton berpori.

Berdasarkan penelitian [1] pada tahun 2019 dengan penambahan *superplasticizer* pada campuran beton berpori diperoleh hasil kuat tekan maksimum sebesar 13,47 MPa pada umur 28 hari. Pada tahun yang sama juga telah diteliti penambahan *fly ash* dan *superplasticizer* pada beton berpori, dari penelitian [4] menunjukkan bahwa hasil maksimum nilai kuat tekan sebesar 34,5 MPa serta hasil maksimum porositas sebesar 21.88%, maka pada penelitian kali ini akan dilakukan penambahan *polyester resin* pada campuran beton berpori dengan harapan mampu meningkatkan nilai kuat tekan dan porositas dari penelitian sebelumnya.

## 2. METODE/ PERANCANGAN PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi literatur dan metode eksperimen laboratorium. Metode studi literatur dapat digunakan sebagai dasar acuan dalam melaksanakan penelitian, serta memperkuat data dan argumentasi untuk menghasilkan informasi yang efektif. Metode eksperimen dilakukan melalui uji kuat tekan dan porositas di laboratorium beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Trisakti.

### 2.1. Material Penelitian

Material penelitian pembuatan benda uji pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Material Penelitian

| No | Jenis Material              | Sumber                                         |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------|
| 1  | <i>Semen Opc Jakarta</i>    | <i>PT. Semen Jakarta</i>                       |
| 2  | <i>Polyester Resin</i>      | <i>Toko Gemilang Kimia</i>                     |
| 3  | <i>Fly Ash</i>              | <i>Tjiwi Kimia</i>                             |
| 4  | <i>Air</i>                  | <i>Laboratorium Beton Universitas Trisakti</i> |
| 5  | <i>Screening Ukuran 5mm</i> | <i>Pegunungan Purwakarta</i>                   |

Jenis semen yang digunakan pada penelitian ini adalah semen OPC type 1 dengan merek Semen Jakarta sesuai SNI 2049-2015 [9]. Semen dalam kondisi yang baik secara visual dan tidak ada gumpalan semen yang keras serta semen masih dalam kantong tertutup dengan berat 40kg yang kedap udara. *Polyester Resin* yang digunakan berasal dari toko gemilang kimia yang berlokasi di Bekasi, Jawa Barat. Kondisi visual *polyester resin* adalah bening agak kehijauan dan dalam kondisi yang cair serta bau yang agak menyengat. *Fly Ash* yang digunakan berasal dari tjiwi kimia, dengan kondisi visual yang berwarna coklat dan tidak beraroma serta lembut seperti semen. Kadar persentase *fly ash* pada penelitian ini bervariasi, untuk Beton Pori *Fly Ash* Semen *Polyester Resin* memiliki kadar *fly ash* 20% merujuk pada penelitian [5] yang menyatakan bahwa pada kadar *fly ash* 20% kuat tekan yang dihasilkan akan terus meningkat perharinya, maka peneliti mengambil persentase 20% agar pada saat umur beton 28 hari mencapai kuat tekan yang optimum. Air pada penelitian ini menggunakan air yang berasal dari Laboratorium Universitas Trisakti dengan pemeriksaan secara visual yang tidak berwarna dan tidak berbau. Pada penelitian ini peneliti menggunakan split berukuran 5mm yang berasal dari pengunungan sekitar purwakarta, jawa barat.

## 2.2. Tahapan Penelitian

Tahapan pertama yang dilakukan adalah studi pustaka yang berkaitan dengan beton berpori, *fly ash*, *polyester resin* dan pengujian mekanis beton berpori. Setelah dilakukan studi pustaka, selanjutnya mempersiapkan alat dan bahan, perencanaan *mix design*, *trial mix*. Jika saat pencampuran bahan tidak dapat tercampur dan tidak mengeras, maka dilakukan metode pencampuran ulang. Material beton berpori yang dapat tercampur dan mengeras secara baik selanjutnya dilakukan proses pembuatan benda uji dan perawatan benda uji. Pengujian kuat tekan dan porositas dilakukan pada umur 28 hari, lalu dilakukan tahap analisis dan pembahasan hasil pengujian, kemudian ditarik kesimpulan dan saran terhadap hasil penelitian.

## 2.3. Benda Uji Penelitian

Penelitian ini membuat benda uji sebanyak 93 buah berukuran 10 x 20 cm yang terdiri dari 48 buah untuk pengujian kuat tekan dan 36 buah untuk pengujian porositas. Pada setiap benda uji peneliti memberikan kode nama yang berbeda-beda yaitu:

- a. BPS (Beton Pori Semen)
- b. BPPR (Beton Pori *Polyester Resin*)
- c. BPSPR (Beton Pori Semen *Polyester Resin*)
- d. BPFAPR (Beton Pori *Fly Ash Polyester Resin*)
- e. BPFASPR (Beton Pori *Fly Ash Semen Polyester Resin*)

Dari setiap kode variasi diatas masing-masing membutuhkan 7 buah silinder yang akan digunakan untuk 4 buah uji tekan dan 3 buah untuk uji porositas.

## 2.4. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton berpori dilakukan untuk mengetahui kekuatan beton ketika diberi beban maksimum oleh alat *Compressing Test Machine*. Hasil pengujian kuat tekan beton berpori diperoleh dari perbandingan antara beban maksimum dengan luas penampang. Pengujian kuat tekan beton berpori dapat dilihat pada Gambar 2 dan rumus kuat tekannya dapat dilihat pada persamaan 1 [4].



**Gambar 2.** Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder Beton Berpori

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dimana :

$f'_c$  = Kuat tekan (MPa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

## 2.5. Pengujian Porositas

Porositas beton merupakan suatu perbandingan volume *void* (pori) terhadap volume total beton [6]. Porositas beton juga berarti tingkat kepadatan pada konstruksi beton. Porositas berhubungan erat dengan permeabilitas pada beton. Tingginya tingkat kepadatan beton berpengaruh terhadap besar kuat tekannya. Semakin besar nilai porositas beton, maka kuat tekan betonnya semakin kecil. Persentase dari porositas beton berpori sekitar 30%, tingginya nilai persentase beton berpori mengindikasikan beton berpori memiliki ruang kosong yang cukup besar dengan adanya atau tidak digunakan agregat halus pada campurannya [4].

Berdasarkan ASTM C (642-90) [8] didapatkan persamaan porositas beton sebagai berikut:

$$n = \frac{C-A}{C-D} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

n = Porositas benda uji (%)

A = Berat kering oven benda uji (kg)

C = Berat beton kondisi SSD (kg)

D = Berat beton dalam air (kg)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Porositas

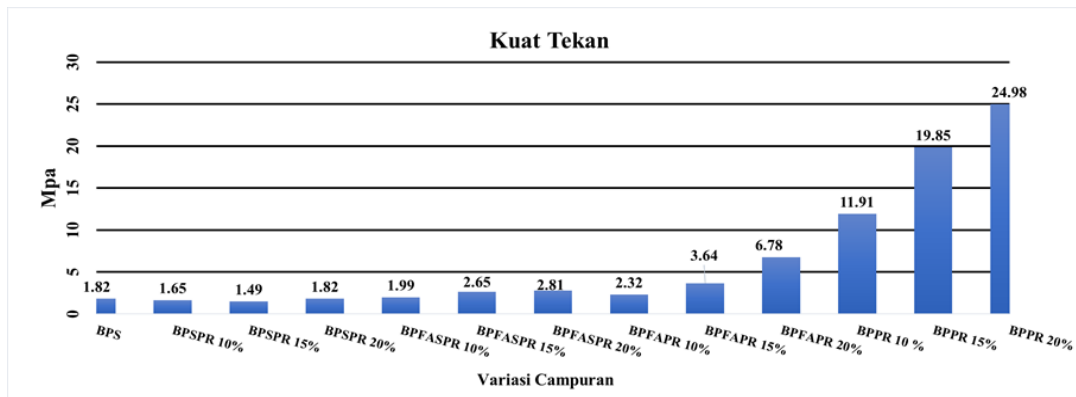
Pengujian kuat tekan dan porositas mengacu pada SNI 1974-2011 [8] dan ASTM C (642-90) [7]. Benda uji yang dibuat berukuran 10 x 20 cm, maka ada faktor koreksi yang dikalikan 1,04. Hasil kuat tekan dan porositas rata-rata dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Kuat Tekan dan Porositas Rata-rata

| Variasi     | Kuat Tekan Rata-Rata (MPa) | Nilai Porositas Rata-rata (%) |
|-------------|----------------------------|-------------------------------|
| BPSPR 10%   | 1.65                       | 7.65                          |
| BPSPR 15%   | 1.49                       | 10.26                         |
| BPSPR 20%   | 1.82                       | 3.46                          |
| BPFASPR 10% | 1.99                       | 18.00                         |
| BPFASPR 15% | 2.65                       | 7.98                          |
| BPFASPR 20% | 2.81                       | 7.80                          |
| BPS         | 1.82                       | 18.04                         |
| BPPR 10 %   | 11.91                      | 12.27                         |
| BPPR 15%    | 19.85                      | 16.63                         |
| BPPR 20%    | 24.98                      | 12.76                         |
| BPFAPR 10%  | 2.32                       | 16.29                         |
| BPFAPR 15%  | 3.64                       | 10.00                         |
| BPFAPR 20%  | 6.78                       | 12.42                         |



**Gambar 3.** Silinder Uji Kuat Tekan BPPR 20%

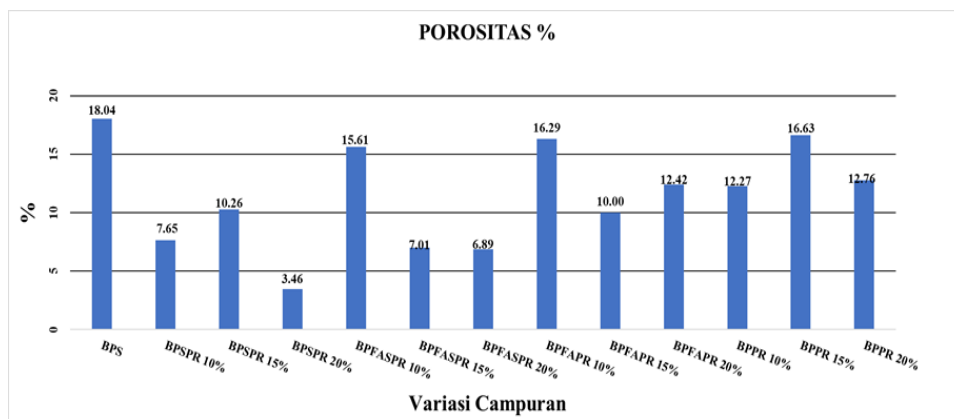


Gambar 4. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan

Dari grafik hasil uji kuat tekan, mengindikasikan bahwa nilai maksimum uji kuat tekan yaitu sebesar 24,98 MPa pada variasi campuran Beton Pori *Polyester Resin* 20% (BPPR 20%). Sedangkan nilai minimum uji kuat tekan yaitu sebesar 1,49 MPa pada variasi campuran Beton Pori Semen *Polyester Resin* (BPSPR 15%). Peningkatan nilai kuat tekan berdasarkan Gambar 4 terjadi karena adanya penambahan kadar persentase *polyester resin* pada setiap variasinya terkecuali campuran Beton Pori Semen *polyester resin* 15% yang justru menurun nilai kuat tekannya.



Gambar 5. Benda Uji Beton Berpori Untuk Pengujian Porositas BPS



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Porositas

Dari hasil pengujian porositas pada Gambar 5 terlihat benda uji Beton Pori Semen memiliki rongga-rongga yang lebih banyak dari variasi lain. Beton Pori Semen (BPS) memperoleh nilai porositas tertinggi sebesar 18,04 %, sedangkan nilai porositas terkecil sebesar 3,46 % yang diperoleh dari variasi campuran Beton Pori Semen *polyester Resin* 20% (BPSPR 20%). Menurut penelitian [5] menyebutkan bahwa semakin besar nilai porositas beton maka kuat tekan betonnya semakin kecil. Pernyataan tersebut berbeda dengan hasil yang diperoleh peneliti karena besar kecilnya nilai porositas tidak terlalu mempengaruhi nilai kuat tekan yang signifikan, hal itu dapat dilihat dari variasi campuran Beton Pori *Polyester Resin* (BPPR) yang justru nilai porositasnya tinggi sebesar 12%-16% dan nilai kuat tekannya pun tinggi yaitu sebesar 11-25 MPa jika dibandingkan dengan variasi campuran yang lain.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian, kuat tekan optimum diperoleh dari variasi campuran *Beton Polyester Resin* 20% (BPPR20%) sebesar 24,98 MPa, sedangkan kuat tekan terendah diperoleh dari variasi campuran *Beton Pori Semen Polyester Resin* 15% (BPSPR 15%) sebesar 1,49 MPa dan Porositas tertinggi variasi Beton Pori Semen (BPS) yaitu sebesar 18,04%, sedangkan persentase porositas terkecil Beton Pori Semen *Polyester Resin* 20% (BPSPR 20%) yaitu 3,46%. Besar kecilnya nilai porositas tidak terlalu mempengaruhi nilai kuat tekan yang signifikan, hal itu dapat dilihat dari variasi campuran Beton Pori *Polyester Resin* (BPPR) yang justru nilai porositasnya tinggi sebesar 12%-16% dan nilai kuat tekannya pun tinggi yaitu sebesar 11-25 MPa jika dibandingkan dengan variasi campuran yang lain. Dari penelitian yang sudah dilakukan adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan jenis resin yang berbeda, fas yang berbeda, dan ukuran agregat kasar yang berbeda.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

1. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Trisakti atas dukungannya berupa peralatan dan fasilitas lainnya dalam pelaksanaan penelitian ini.
2. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) atas dukungannya pemberian informasi, peralatan, dan fasilitas lainnya dalam pelaksanaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. W. Pandei, S. W. M. Supit, J. Rangan, and A. Karwur, "Studi Eksperimen Pengaruh Pemanfaatan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Berpori (Pervious Concrete)," *J. Poli-Teknologi*, vol. 18, no. 1, pp. 45–52, 2019, doi: 10.32722/pt.v18i1.1288.
- [2] J. K. Hendri Hestiawan, "Pengaruh Penambahan Katalis Terhadap Sifat Mekanis Resin Poliester Tak Jenuh," *Teknosia*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2017, doi: 10.6789/teknosia.v3i1.2118.
- [3] A. Nugroho and H. Kusmono Hendri, "Sifat Tarik Komposit Serat Daun Agel Tanpa Perlakuan Kimia Dengan Matrik Polyester Dan Epoxy," *Pros. Semin. Nas. Energi Teknol.*, pp. 297–306, 2019.
- [4] T. Kuat, A. O. Irlan, and D. Rintawati, "Studi Literatur Beton Berpori Dengan Penambahan Fly Ash
- [5] H. W. Cahyaka, A. Wibowo, K. D. Handayani, A. Wiyono, and E. H. Santoso, "TIM EJOURNAL Ketua Penyunting : Penyunting : Mitra bestari : Penyunting Pelaksana : Redaksi :

Jurusan Teknik Sipil ( A4 ) FT UNESA Ketintang - Surabaya Website : [tekniksipilunesa . org](http://tekniksipilunesa.org)  
Email : REKATS,” J. Rekayasa Tek. Sipil, vol. 1, no. 1, pp. 186–194, 2018.

- [6] A. Gede Sutapa, “Porositas, Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Agregat Kasar Batu Pecah Pasca Dibakar,” J. Ilm. Tek. Sipil, vol. 15, no. 1, pp. 50–57, 2011.
- [7] ASTM C642-06, “Astm C 642,” Standar Test Method Density, Absorption, Voids Hardened Concr., pp. 11–13, 2008.
- [8] SNI 1974-2011, “Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder,” Badan Stand. Nas. Indones., p. 20, 2011.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 2049-2015. Standar Nasional Indonesia Semen portland,” pp. 1–147, 2015.