

KAJIAN BETON POROUS DENGAN MENGGUNAKAN VARIAN GRADASI AGREGAT KASAR DAN SILICA FUME UNTUK PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN TARIK BELAH BETON

Muhamad Rifa'i Zalalludin¹, Hendra Garnida², Muhammad Ryanto³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

*korespondensi : muhamadrifaizalalludin@gmail.com

ABSTRAK

Pembuatan beton porous dengan bahan tambah silica fume sebesar 3%, digunakan 3 varian ukuran gradasi agregat kasar (agregat yang tertahan di ayakan 4,75mm, 9,5mm dan 12,5mm). Dimensi benda uji dibuat dalam bentuk silinder ukuran 15cm x 30cm. Pengujian yang dilakukan, kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Belah Beton. Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari. Penelitian dibuat 18 benda uji, BPTK 1 (4,75mm) 3 bh, BPTK 2 (9,5mm) 3 bh, BPTK 3 (12,5mm) 3 bh. BPTR 1 (4,75mm) 3 bh, BPTR 2 (9,5mm) 3 bh dan BPTR 3 (12,5mm) 3 bh. Penelitian ini digunakan perbandingan campuran beton 1 : 4 (semen : agregat kasar) dan w/c 0,34%. Hasil kuat tekan rata-rata benda uji BPTK 1-3 (11,01 MPa), BPTK 2 (9,10 MPa) dan BPTK 3 (7,76 MPa). Hasil kuat tarik belah benda uji BPTR 1 (1,32 MPa), BPTR 2 (0,94 MPa) dan BPTR 3 (0,71 MPa). Penurunan nilai kuat tekan. BPTK 1 ke BPTK 2 sebesar (17,40%) dan BPTK 2 ke BPTK 3 sebesar (14,65%). Penurunan nilai kuat tarik belah dari BPTR 1 ke BPTR 2 sebesar (28,57%) dan BPTR 2 ke BPTR 3 sebesar (25,00%). Nilai persen rongga BPTK 1 (30,56%), BPTK 2 (32,88%) dan BPTK 3 (34,38%). Nilai persen rongga BPTR 1 (30,56%), BPTR 2 (32,88%) dan BPTR 3 (34,38%). Rata-rata berat jenis benda uji 1.821,88 Kg/m³.

Kata Kunci: Beton Porous, Silica fume, Benda Uji, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah

PENDAHULUAN

Beton sudah menjadi bahan konstruksi yang populer untuk berbagai macam bangunan seperti gedung, jembatan, jalan, dan sebagainya. Pembangunan yang semakin maju di Indonesia menyebabkan semakin sedikitnya lahan hijau yang tersedia. Selain itu, kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga lingkungan juga merupakan masalah yang perlu diperhatikan. Sebagian besar jalan di Indonesia saat ini terdiri dari material seperti aspal dan beton yang memiliki keterbatasan dalam menyerap air dibandingkan dengan tanah. [1].

Indonesia adalah negara yang memiliki 2 musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Pada musim hujan beberapa daerah di Indonesia sering terjadi banjir. Peningkatan penggunaan beton konvensional

menyebabkan peningkatan luasnya lapisan kedap air, sehingga air hujan tidak dapat meresap ke dalam tanah dan menyebabkan meningkatnya aliran permukaan (surface runoff) [2]. Dampak dari hal tersebut adalah menurunnya tingkat air tanah dan jika tidak ditangani segera, dapat menyebabkan terjadinya genangan atau banjir pada saat musim hujan [3].

Penggunaan beton permeabel atau beton berpori dapat menjadi solusi dalam industri konstruksi untuk mengatasi masalah ketidakmampuan permukaan beton konvensional dalam menyerap air dan menimbulkan banjir.

Beton porous merupakan beton yang memiliki porositas tinggi dan sering digunakan sebagai plat beton yang

memungkinkan air hujan dan air dari sumber lainnya untuk menembusnya. Hal ini membantu mengurangi jumlah limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah. Beton porous memiliki porositas yang tinggi karena memiliki rongga yang terhubung satu sama lain. Untuk mencapai porositas tinggi tersebut, beton porous umumnya menggunakan agregat kasar dengan sedikit atau tanpa agregat halus. Pasta semen digunakan untuk melapisi permukaan agregat kasar dan menjaga koneksi antar pori. Biasanya, beton porous digunakan pada area parkir, lampu lalu lintas, dan trotoar bagi pejalan kaki [4].

Dari uraian sebelumnya, dapat dirumuskan suatu permasalahan untuk menguji kekuatan tekan dan tarik belah beton porous dengan variasi ukuran agregat kasar yang berbeda (4,75 mm, 9,5 mm, dan 12,5 mm) dan penggunaan bahan tambahan silica fume sebanyak 3%, dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kuat tekan dan tarik belah beton porous yang dihasilkan [5].
anfaat penelitian :

1. Mengetahui pengaruh gradasi ukuran agregat terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton porous dengan bahan tambah silica fume.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perencanaan dan pembangunan beton non-struktural.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Beton terdiri dari gabungan bahan agregat kasar dan halus. Agregat halus yang sering

dimanfaatkan yaitu pasir alami atau pasir buatan dari pemecahan batu, sementara agregat kasar yang umumnya digunakan berupa batu alami atau batuan hasil dari industri pemecah batu. Beton ialah gabungan beberapa bahan seperti pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lainnya yang dicampur secara homogen dengan pasta yang terdiri dari campuran semen dan air, membentuk satu massa yang menyerupai batuan. Terkadang, bahan tambahan ditambahkan ke dalam campuran beton guna menghasilkan karakteristik tertentu, seperti mempercepat proses pengerasan dan memudahkan pengolahan [6].

Beton Porous

Beton porous atau beton non-pasir adalah salah satu jenis beton ringan yang dibuat tanpa menggunakan agregat halus. Dalam proses pembuatannya, tidak ada agregat halus yang dicampur, sehingga beton yang dihasilkan memiliki pori-pori yang sebelumnya diisi oleh agregat halus, sehingga beratnya menjadi lebih ringan. Beton non-pasir terdiri dari campuran semen, air, agregat kasar dan bahan tambahan tertentu. Bedanya dengan beton biasa adalah pada pembuatannya, di mana agregat halus tidak digunakan. Sehingga, beton non-pasir dihasilkan dari campuran yang tidak mengandung agregat halus. Ketika tidak menggunakan agregat halus pada campuran, maka sistem rongga pada beton menjadi merata dan tersebar di dalam massa beton. Hal ini menyebabkan berat jenis beton menjadi lebih ringan [7].

Beton porous merupakan gabungan antara semen, air, dan agregat kasar dengan ukuran yang seragam untuk menghasilkan material yang berpori. Beton porous dapat disebut juga dengan beberapa nama seperti beton non-pasir, beton pervious, dan beton porous [4].

Menurut perancangan campuran beton ACI 522R-10, ukuran pori pada beton porous berkisar antara 2 hingga 8mm dan fraksi total bervariasi antara 10 hingga 35%. Beton porous juga dikenal sebagai beton yang memiliki porositas yang lebih tinggi, karena memiliki banyak pori dan mudah dilewati oleh air. Kekuatan beton porous relatif lebih rendah dibandingkan dengan beton konvensional. Beton porous ini mampu mencapai kuat tekan hingga 28MPa (4000 psi). Daya tahan beton tersebut dapat ditingkatkan dengan penambahan bahan tambahan seperti silica fume, fly ash, dan lain sebagainya. Kapasitas daya dukung beton dapat ditingkatkan dengan menggunakan subgrade yang terkompaksi dengan baik dan agregat kasar di bawah perkerasan. Dalam hal ini, persiapan dan pengendalian tanah dasar, pemadatan, dan perawatan yang tepat sangat penting. Dalam perkerasan aspal beton, beton porous dapat bertahan selama 20-40 tahun dengan pemeliharaan yang sesuai [8].

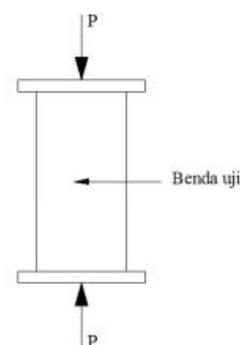
Silica Fume

Dalam bidang teknologi beton, *silica fume* (SF) digunakan sebagai pengganti sebagian semen atau bahan tambahan pada saat menentukan sifat-sifat khusus dari beton, seperti kemudahan dalam penempatan, kekuatan tinggi, permeabilitas rendah,

durabilitas tinggi, dan lain-lain. *Silica fume* diperoleh sebagai produk sampingan dari pembuatan logam silicon atau alloy ferrosilikon.[9]. *Silica fume* merupakan material pozzolan yang sangat halus, yang sebagian besar terdiri dari silika yang diperoleh sebagai sisa produksi dari tungku tinggi atau produksi logam silicon atau alloy ferrosilikon (yang dikenal sebagai campuran antara *micro silica* dan *silica fume*). *Silica fume* digunakan dalam campuran beton untuk meningkatkan kekuatan tekan beton. Beton yang memiliki kekuatan tekan tinggi umumnya digunakan untuk aplikasi struktur seperti kolom, dinding geser, beton pratekan, dan berbagai kebutuhan konstruksi lainnya [10].

Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.



Gambar 1: Ilustrasi uji kuat tekan beton

Hitung kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji dengan luas penampang benda uji sebagai berikut:

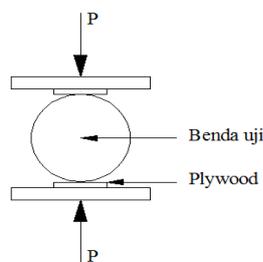
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

- $f'c$ = kuat desak beton (MPa)
 P = beban maksimum (N)
 A = luas penampang benda uji (mm²)

Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Metode uji ini terdiri dari pemberian gaya tekan sepanjang diameter specimen beton silinder pada kisaran laju yang ditentukan sampai batas keruntuhan. Pembebanan ini menimbulkan tegangan tarik pada bidang datar yang diberi beban dan gaya tekan yang relatif tinggi di daerah sekitar beban kerja. Keruntuhan tarik terjadi akibat dari keruntuhan tekan karena area beban dalam keadaan tekan triaksial, sehingga memungkinkan untuk menahan tegangan tekan lebih tinggi dari yang ditunjukkan oleh hasil uji kekuatan tekan uniaksial.



Gambar 2. Ilustrasi uji kuat tarik belah beton

Perhitungan untuk menentukan kuat tarik belah beton adalah sebagai berikut :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L}$$

Keterangan :

- f_{ct} = Kuat tarik belah beton (MPa)
 P = Beban pada waktu belah (N)
 d = Diameter benda uji silinder (mm)
 L = Panjang benda uji silinder (mm)

METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium, benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Jumlah sampel beton silinder yang dibuat pada pengujian ini adalah berjumlah 18 buah, dengan jumlah masing – masing 3 benda uji untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton porous.

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar bergradasi seragam yaitu dengan komposisi sebagai berikut :

- Variasi I : Lolos ayakan 9,5 mm , tertahan di ayakan 4,75 mm
- Variasi II : Lolos ayakan 12,5 mm , tertahan di ayakan 9,5 mm
- Variasi III : Lolos ayakan 19,5 mm , tertahan di ayakan 12,5 mm

Tabel 1 : Mix design beton porous

Perbandingan Mix Design		
Semen	Agregat Kasar	FAS
1	4	0.34

Variasi Untuk Pengujian Kuat Tekan

Tabel 2 : Variabel Pengujian Kuat Tekan

Nama Variasi	Kode	Ukuran Agregat (mm)	Perbandingan		FAS	Silica Fume (%)	Jumlah Benda Uji (bh)
			Semen	Agregat			
Variasi I	BPTK 1	4,75	1.00	:	4.00	0.34	3.00
Variasi II	BPTK 2	9,50	1.00	:	4.00	0.34	3.00
Variasi III	BPTK 3	12,50	1.00	:	4.00	0.34	3.00
Jumlah Benda Uji							9.00

Keterangan

1. BPTK 1 : Beton Porous Tekan 1
2. BPTK 2 : Beton Porous Tekan 2
3. BPTK 3 : Beton Porous Tekan 3

Variasi Untuk Pengujian Kuat Tarik Belah

Tabel 3 : Variabel Pengujian Kuat Tarik Belah

Nama Variasi	Kode	Ukuran Agregat (mm)	Perbandingan		FAS	Silica Fume (%)	Jumlah Benda Uji (bh)
			Semen	Agregat			
Variasi I	BPTR 1	4,75	1.00	:	4.00	0.34	3.00
Variasi II	BPTR 2	9,50	1.00	:	4.00	0.34	3.00
Variasi III	BPTR 3	12,50	1.00	:	4.00	0.34	3.00
Jumlah Benda Uji							9.00

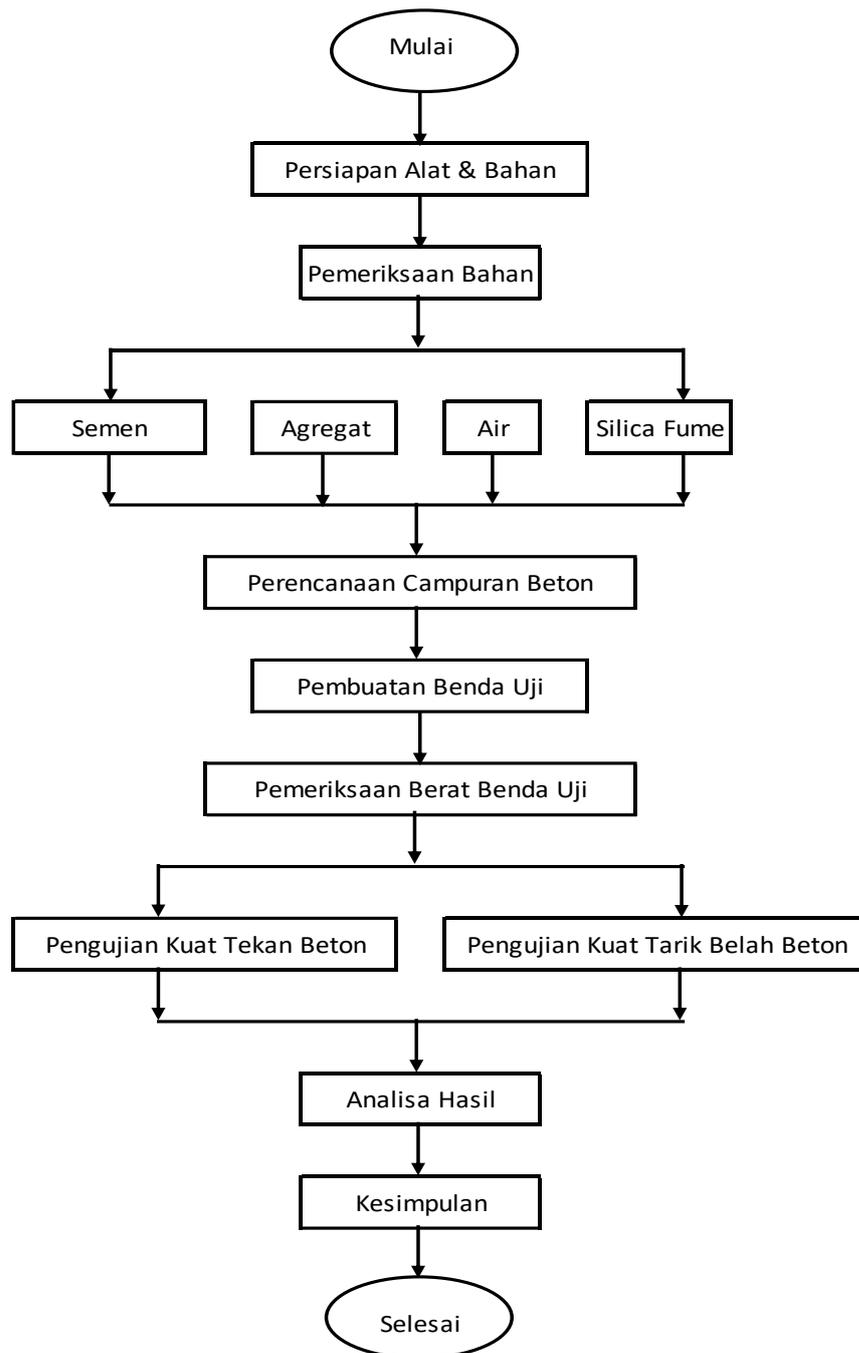
Keterangan :

1. BPTR 1 : Beton Porous Tarik 1

Dalam melaksanakan penelitian terdapat *flow chart* / bagan alir dalam sebuah penelitian, hal ini dibuat guna tidak keluar dari

2. BPTR 2 : Beton Porous Tarik 2

3. BPTR 3 : Beton Porous Tarik 3
- ketentuan yang ada, berikut adalah bagan alir bisa dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3 : Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, penulis akan menguraikan tahapan – tahapan pengujian yang telah dilaksanakan di Laboratorium Quality

Control PT. Cisangkan Bandung, meliputi pengujian bahan / meterial, perencanaan beton (*Mix Design*), hingga pengujian beton porous. Pada penelitian ini, penulis

menggunakan bahan atau material seperti semen, air, agregat kasar (kerikil) dan silica fume.

Hasil penelitian ini dianalisis guna mengetahui seberapa besar kuat tekan dan kuat tarik belah beton porous dengan menggunakan variasi ukuran agregat kasar dan bahan tambah silica fume sebanyak 3%. Agregat kasar yang di ambil dari lokal bandung.

Berdasarkan referensi metode pengujian berdasarkan standar yang berlaku, maka penulis melakukan penelitian di Loaboratorium Quality Control PT. Cisangkan Bandung.

Data – data yang diolah atau hasil penelitian yang diperoleh berupa data material, diantaranya :

1. Pengujian agregat kasar
 - A. Pengujian berat jenis
 - B. Pengujian penyerapan air
 - C. Pengujian kadar air
 - D. Pengujian kadar lumpur
 - E. Pengujian bobot isi/berat isi
 - F. Pengujian analisis saringan /modul -us kehalusan

2. Pembuatan benda uji

Pada penelitian ini, campuran beton porous yang sudah di aduk, dimasukan kedalam bekisting berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15cm dan tinggi 30 cm.

3. Pengujian beton porous

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton porous.

4. Analisis hasil pengujian beton porous
Pada penelitian ini menggunakan agregat kasar batu pecah/kerikil yang digunakan maksimum berdiameter 15 mm dan berasal dari kerikil lokal bandung. Penelitian ini juga menggunakan bahan tambah untuk campuran beton yaitu silica fume sebanyak 3% setiap benda uji. Penelitian ini menggunakan benda uji bentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Pengujian Bahan

Dari hasil pengujian bahan dalam penelitian, didapatkan spesifikasi bahan sebagai berikut :

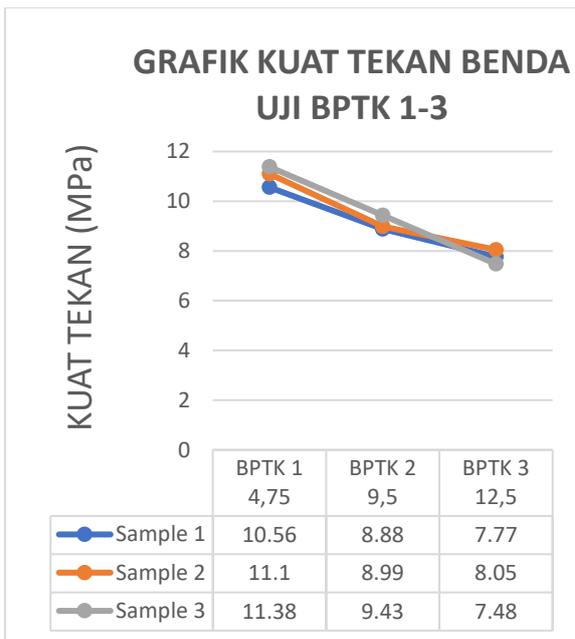
1. Agregat kasar
 - BJ curah kering = 2.70 g/cm³
 - BJ curah jenuh kering permukaan = 2.74 g/cm³
 - BJ semu = 2.81 g/cm³
 - Penyerapan air = 1.52 %
 - Kadar air = 1.78 %
 - Kadar lumpur = 1.54 %
 - Bobot isi 4,75mm = 8147 g/cyl
 - Bobot isi 9,5mm = 7859 g/cyl
 - Bobot isi 12,5mm = 7759 g/cyl
 - Fm = 6.96 %

Hasil pengujian beton porous

1. Pengujian kuat tekan beton
 - A. BPTK 1 - 3

Tabel 4. Hasil pengujian benda uji BPTK 1-3

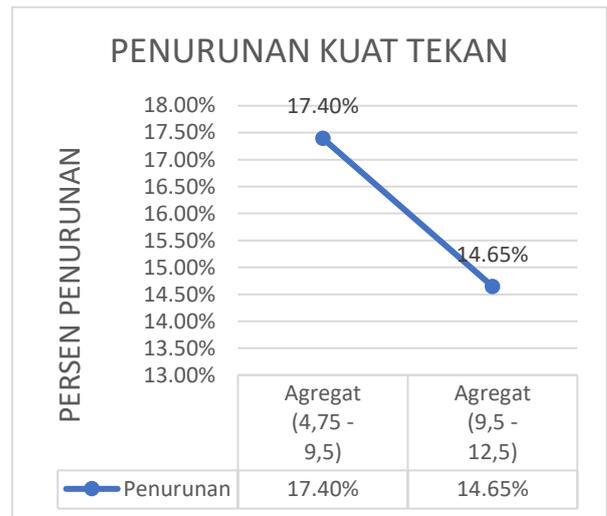
Benda Uji	Kuat Tekan		π	Diameter (mm)	F'c (Mpa)
	KN	N			
BPTK 1(1)	186.5	186500	3.14	150	10.56
BPTK 1(2)	196.0	196000	3.14	150	11.10
BPTK 1(3)	201.0	201000	3.14	150	11.38
BPTK 2(1)	156.8	156800	3.14	150	8.88
BPTK 2(2)	158.7	158700	3.14	150	8.99
BPTK 2(3)	166.5	166500	3.14	150	9.43
BPTK 3(1)	137.2	137200	3.14	150	7.77
BPTK 3(2)	142.1	142100	3.14	150	8.05
BPTK 3(3)	132.1	132100	3.14	150	7.48



Gambar 4 : Grafik perbandingan kuat tekan BPTK1-3

Didapat hasil pengujian kuat tekan paling tinggi yaitu benda uji BPTK 1 (11.38 MPa) dan hasil kuat tekan terendah BPTK 3 (7.48) MPa.

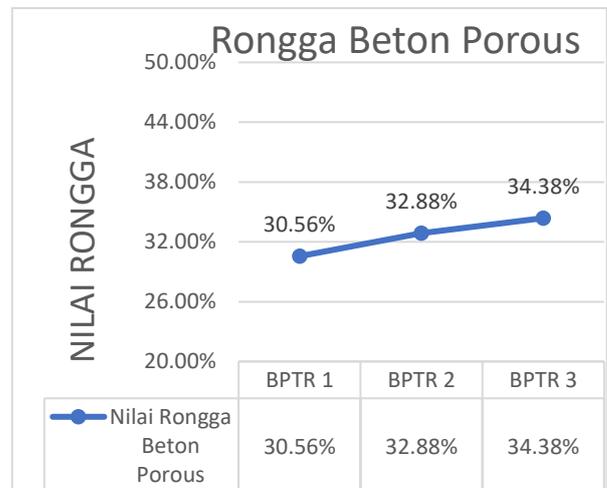
B. Penurunan kuat tekan



Gambar 5 : Grafik penurunan kuat tekan BPTK 1-3

Didapat penurunan kuat tekan dari BPTK 1-2 (17.40%) dan penurunan kuat tarik belah dari BPTK 2-3 (14,65%).

A. Persentase rongga beton porous



Gambar 6 : Grafik persen rongga BPTK 1-3

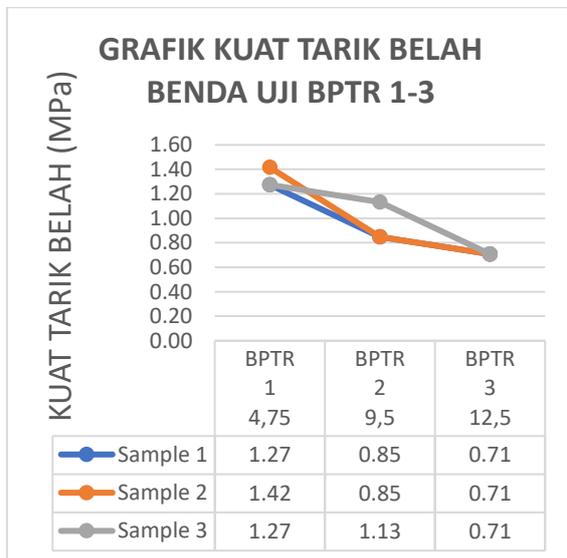
Didapat nilai persen rongga paling tinggi BPTK 3 (34.38%) dan nilai persen rongga paling kecil BPTK 1 (30.56%)

2. Pengujian kuat tarik belah

A. BPTR 1 – 3

Tabel 4: Hasil pengujian benda uji BPTR (1-3)

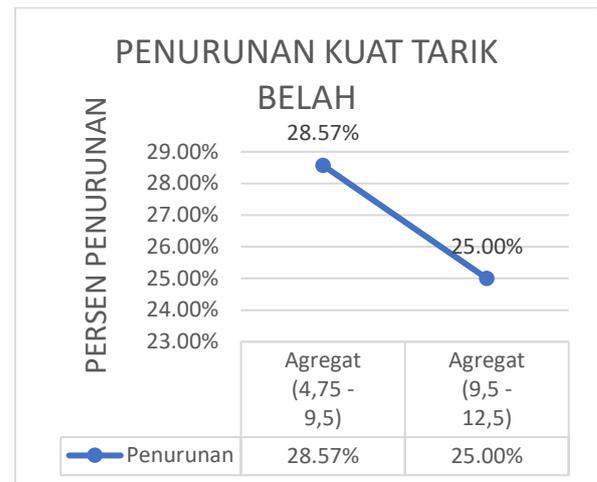
Benda Uji	Kuat Tarik Belah		π	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	F'c (Mpa)
	KN	N				
BPTR 1(1)	90.0	90000	3.14	150	300	1.27
BPTR 1(2)	100.0	100000	3.14	150	300	1.42
BPTR 1(3)	90.0	90000	3.14	150	300	1.27
BPTR 2(1)	60.0	60000	3.14	150	300	0.85
BPTR 2(2)	60.0	60000	3.14	150	300	0.85
BPTR 2(3)	80.0	80000	3.14	150	300	1.13
BPTR 3(1)	50.0	50000	3.14	150	300	0.71
BPTR 3(2)	50.0	50000	3.14	150	300	0.71
BPTR 3(3)	50.0	50000	3.14	150	300	0.71



Gambar 7 : Grafik perbandingan kuat tekan BPTR(1-3)

Didapat hasil pengujian kuat tarik belah paling tinggi yaitu benda uji BPTR 1 (1.47 MPa) dan hasil kuat tarik belah terendah BPTR 3 (0.71 MPa)

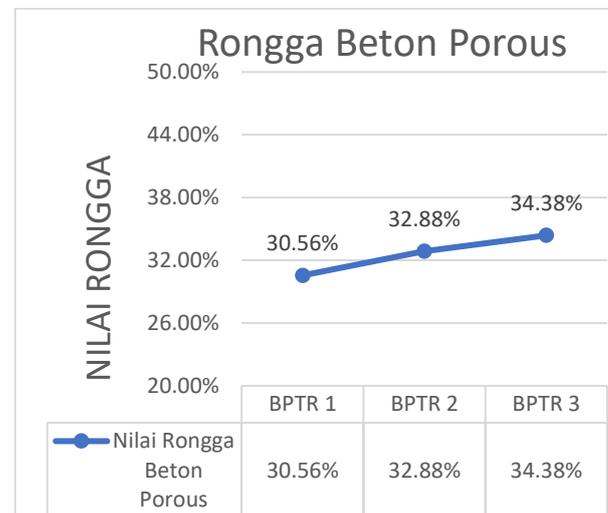
B. Penurunan kuat tekan



Gambar 8 : Grafik penurunan kuat tarik belah BPTK 1-3

Didapat penurunan kuat tarik belah dari BPTR 1-2 (28.57%) dan penurunan kuat tarik belah dari BPTR 2-3 (25,00%).

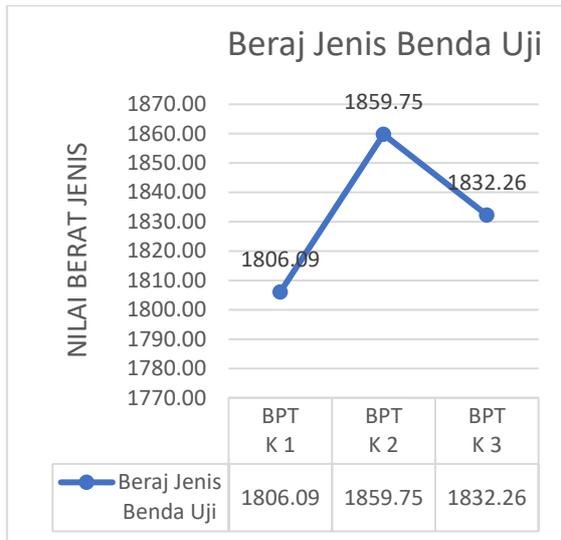
A. Grafik persentase rongga beton porous



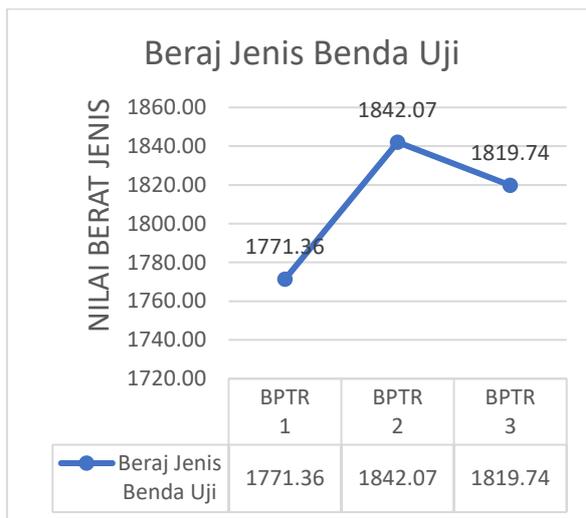
Gambar 9 : Grafik persen rongga BPTR 1-3

Didapat nilai persen rongga paling tinggi BPTR 3 (34.38%) dan nilai persen rongga paling kecil BPTR 1 (30.56%)

B. Grafik berat jenis benda uji beton porous



Gambar 10 : Grafik perbandingan berat jenis benda uji BPTK



Gambar 11 : Grafik perbandingan berat jenis benda uji BPTR

Didapat rata-rata berat jenis setiap benda uji 1821,88 Kg/m³

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian kuat tekan beton porous dengan kode benda uji BPTK 1 sampel 1

(10,56 MPa) , BPTK 1 sampel 2 (11,10 MPa) dan BPTK 1 sampel 3 (11,38 MPa).

2. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton porous BPTK 1 sample 1-3, didapat nilai kuat tekan maximum 11,38 MPa dan kuat tekan minimum 10,56 MPa. Kuat tekan rata-rata dari ketiga sample adalah 11,01 MPa.
3. Hasil pengujian kuat tekan beton porous dengan kode benda uji BPTK 2 sampel 1 (8,88 MPa) , BPTK 2 sampel 2 (8,99 MPa) dan BPTK 2 sampel 3 (9,43 MPa).
4. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton porous BPTK 2 sampel 1-3, didapat nilai kuat tekan maximum 9,43 MPa dan kuat tekan minimum 8,88 MPa. Kuat tekan rata-rata dari ketiga sample adalah 9,10 MPa.
5. Hasil pengujian kuat tekan beton porous dengan kode benda uji BPTK 3 sampel 1 (7,77 MPa) , BPTK 3 sampel 2 (8,05 MPa) dan BPTK 3 sampel 3 (7,48 MPa).
6. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton porous BPTK 3 sampel 1-3, didapat nilai kuat tekan maximum 8,05 MPa dan kuat tekan minimum 7,48 MPa. Kuat tekan rata-rata dari ketiga sampel adalah 7,77 MPa.
7. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton porous terhadap semua sample dari 3 varian gradasi agregat, dapat disimpulkan BPTK 1 (4,75mm) lebih besar dari BPTK 2 (9,5 mm) dan BPTK 3

- (12,5 mm). BPTK 2 (9,5 mm) lebih besar dari BPTK 3 (12,5mm).
8. Hasil pengujian kuat tarik belah beton porous dengan kode benda uji BPTR 1 sampel 1 (1,27 MPa) , BPTR 1 sampel 2 (1,42 MPa) dan BPTR 1 sampel 3 (1,27 MPa).
 9. Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik belah beton porous BPTR 1 sampel 1-3, didapat nilai kuat tarik belah maximum 1,42 MPa dan kuat tarik belah minimum 1,27 MPa. Kuat tarik belah rata-rata dari ketiga sample adalah 1.32 MPa.
 10. Hasil pengujian kuat tarik belah beton porous dengan kode benda uji BPTR 2 sampel 1 (0,85 MPa) , BPTR 2 sampel 2 (0,85 MPa) dan BPTR 2 sampel 3 (1,13 MPa).
 11. Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik belah beton porous BPTR 2 sample 1-3, didapat nilai kuat tarik belah maximum 1,13 MPa dan kuat tarik belah minimum 0,85 MPa. Kuat tarik belah rata-rata dari ketiga sample adalah 0.94 MPa.
 12. Hasil pengujian kuat tarik belah beton porous dengan kode benda uji BPTR 3 sampel 1 (0,71 MPa) , BPTR 3 sampel 2 (0,71 MPa) dan BPTR 3 sampel 3 (0,71 MPa).
 13. Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik belah beton porous BPTR 3 sample 1-3, didapat nilai kuat tarik belah maximum 0,71 MPa dan kuat tarik belah minimum 0,71 MPa. Kuat tarik belah rata-rata dari ketiga sample adalah 0,71 MPa.
 14. Berdasarkan hasil pengujian kuat tarik belah beton porous terhadap semua sample dari 3 varian gradasi agregat, dapat disimpulkan BPTR 1 (4,75mm) lebih besar dari BPTR 2 (9,5 mm) dan BPTR 3 (12,5 mm). BPTR 2 (9,5 mm) lebih besar dari BPTR 3 (12,5mm).
 15. Persentase penurunan kuat tekan (BPTK 1 ke BPTK 2) adalah 17,40% dan BPTK2 ke BPTK 3 adalah 14,65%
 16. Persentase penurunan kuat tekan (BPTR 1 ke BPTR 2) adalah 28,57% dan BPTR 2 ke BPTR 3 adalah 25,00%
 17. Persentase rongga benda uji BPTK 1 (30,56%) , BPTK 2 (32,88%) dan BPTK 3 (34,38%)
 18. Persentase rongga benda uji BPTR 1 (30,56%) , BPTR 2 (32,88%) dan BPTR 3 (34,38%)
 19. Berat jenis rata-rata benda uji BPTK 1 (1.806,88 Kg/m³) , BPTK 2 (1.859,75 Kg/m³) dan BPTK 3 (1.832,26 Kg/m³)
 20. Berat jenis rata-rata benda uji BPTR 1 (1.771,36 Kg/m³), BPTR 2 (1.842,07 Kg/m³) dan BPTR 3 (1.819,74 Kg/m³)
 21. Berat jenis rata-rata setiap benda uji BPTK (1-3) dan BPTR (1-3) adalah 1.821,88 Kg/m³
- Dari data kedua pengujian beton porous diatas, yaitu pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton, didapatkan fakta bahwa ukuran gradasi agregat kasar berpengaruh terhadap nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton porous. Semakin kecil ukuran agregat kasar semakin besar nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton porous, dan

sebaliknya semakin besar ukuran agregat nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton porous semakin kecil. Pada hasil penelitian di atas bahan tambah silica fume berpengaruh untuk menaikkan kuat tekan beton porous.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Romadhon And A. K. Garside, “Aplikasi Perkerasan Jalan Raya Berkelanjutan Dengan Pemanfaatan Daur Ulang Agregat Beton: Tinjauan Literatur,” In *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 2021, Vol. 2, No. 1.
- [2] S. Harris, “Peran Serta Masyarakat Dalam Menjaga Keberlangsungan Air Tanah Di Perkotaan Dengan Sistem Sumur Resapan,” *Fakt. Exacta*, Vol. 3, No. 3, Pp. 298–309, 2015.
- [3] H. Duppa, “Sumur Resapan Untuk Mengurangi Genangan Air Dan Banjir,” *J. Sci. Pini. <https://doi.org/10.26858/ijfs.V3i1>*, Vol. 4380, 2017.
- [4] A. Ginting, “Kuat Tekan Dan Porositas Beton Porous Dengan Bahan Pengisi Styrofoam,” *J. Tek. Sipil*, Vol. 11, No. 2, Pp. 76–98, 2015.
- [5] H. Mahpudin, “Tinjauan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Dinding Panel Dari Beton Ringan Dengan Perkuatan Diagonal Tulangan Bambu.” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.
- [6] S. Permatasari, “Pengaruh Bahan Tambah Batu Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Beton Fc’21 Menggunakan Agregat Kasar Pt. Amr Dan Agregat Halus Desa Sunggup Kota Baru,” *Tapak (Teknologi Apl. Konstr. J. Progr. Stud. Tek. Sipil*, Vol. 8, No. 2, Pp. 155–161, 2019.
- [7] A. Widodo And M. A. Basith, “Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir,” *J. Tek. Sipil Dan Perenc.*, Vol. 19, No. 2, Pp. 115–120, 2017.
- [8] A. Novianto, “Pengaruh Penambahan Silica Fume Dan Superplasticizer Terhadap Kuat Desak Beton,” 2005.
- [9] F. A. Sopian, I. Yunus, And A. Abraham, “Desain Ideal ‘High Early Strength Self Compacting Concrete’(Hesscc) Fc’45 Mpa Pada Umur 3 Hari Akibat Penambahan Admixture Jenis F Dan Substitusi Silica Fume,” In *Bina Darma Conference On Engineering Science (Bdces)*, 2019, Vol. 1, No. 1, Pp. 19–27.
- [10] H. Budiman, “Studi Eksperimental Perilaku Absorpsi Pada Beton Split Dan Beton Slag Dengan Dan Tanpa Silicafume (Experimental Studies On The Absorption Behavior Of Split

Concrete And Slag Concrete With
And Without Silicafume).” F. Teknik
Undip, 2010.