

Diterima : 07 Oktober 2024 | Selesai Direvisi : 21 Oktober 2024 | Disetujui : 01 November 2024 | Dipublikasikan : Desember 2024
DOI : <http://doi.org/10.24853/jk.16.1.75-82>
Copyright © 2024 Jurnal Konstruksia
This is an open access article under the CC BY-NC licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Hubungan Nilai Kuat Tekan Beton Porous Dengan Perbandingan Komposisi Terhadap Nilai Permeabilitas

Didik Setyo Purwantoro¹, Muhammad Nur Fajar¹, Asrul Saputra¹, Iqbal¹ dan Gabby K. K. Makaliwe¹

¹Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sorong, Jl. Pendidikan No. 27, Kel. Klabulu, Malaimsimsa, Kota Sorong, Papua Barat 98416
Email korespondensi: die.satya68@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan genangan air akibat intensitas curah hujan yang tinggi pada jalan dapat menyebabkan kerusakan terkhusus pada bahu jalan yang secara geometri lebih rendah sehingga potensi terjadi genangan akan lebih tinggi. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka diperlukan konstruksi beton berongga atau kita sebut dengan beton porous. Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan beton porous adalah perbandingan rasio antara semen dan agregat kasar yang digunakan. Dalam penelitian ini merencanakan campuran beton menggunakan 5 variasi yaitu variasi 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6. Yang selanjutnya akan dilakukan pengujian kuat tekan dan pengujian permeabilitas untuk dilihat hubungan antara kedua variabel tersebut. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan permeabilitas diperoleh komposisi yang ideal digunakan adalah komposisi 1:2 dikarenakan nilai kuat tekan dan permeabilitas memenuhi syarat. Selain itu dari hasil analisis nilai R^2 hubungan nilai kuat tekan dan permeabilitas memenuhi syarat $0,8 \leq R^2 \leq 1$ artinya memiliki hubungan yang sangat kuat.

Kata kunci: Beton Porous, Komposisi, Kuat Tekan, Permeabilitas

ABSTRACT

The problem of waterlogging due to the high intensity of rainfall on the road can cause damage, especially on the shoulder of the road which is geometrically lower so that the potential for inundation will be higher. To anticipate this, hollow concrete construction or we call it porous concrete is needed. One of the factors that needs to be considered in the manufacture of porous concrete is the ratio ratio between cement and coarse aggregate used. In this study, the concrete mixture was planned using 5 variations, namely variations 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6. Next, compressive strength testing and permeability testing will be carried out to see the relationship between the two variables. Based on the results of the compressive strength and permeability test, the ideal composition to be used is a 1:2 composition because the compressive strength and permeability values are qualified.

Keywords: Porous Concrete, Composition, Compressive Strength, Permeability

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia Konstruksi, Beton adalah material yang sudah sangat umum digunakan [3] [11]. Material penyusun beton pada umumnya terdiri dari campuran semen, agregat kasar, agregat

halus, air, dan bahan tambah (jika diperlukan). Beton merupakan unsur yang sangat penting, karena beton mempunyai banyak keunggulan salah satunya yaitu kuat tekan yang tinggi. Dilihat dari fungsinya, dunia bidang konstruksi dalam

hal pembangunan infrastruktur akan terus mengalami peningkatan [12].

Selain digunakan untuk konstruksi bangunan beton juga dapat digunakan sebagai material perkerasan jalan. Dalam upaya untuk mengoptimalkan fungsi jalan maka jalan perlu didesain agar minim dari kerusakan. Permasalahan genangan air akibat intensitas curah hujan yang tinggi pada jalan dapat menyebabkan kerusakan terkhusus pada bahu jalan yang secara geometri lebih rendah sehingga potensi terjadi genangan akan lebih tinggi [8] [9]. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka diperlukan konstruksi yang berwawasan lingkungan (*green concrete*), seperti pembuatan perkerasan beton yang berongga atau biasa kita sebut dengan beton porous [2]

Beton porous juga memiliki sifat permeabilitas yang tinggi, permeabilitas beton porous dapat berkisar antara 81-730 liter/mnt/m² (0.14 – 1.22 cm/s) maka beton jenis ini dapat diaplikasikan pada bahu jalan untuk mengatasi masalah genangan air pada bahu jalan yang dapat menyebabkan banjir dan kemacetan lalu lintas jika saluran air atau sistem drainase tidak mampu menampung air yang tergenang [1]. Permasalahan genangan air pada bahu jalan juga banyak dikaji dalam beberapa variasi pembuatannya salah satunya ialah perbandingan komposisi pada beton porous itu sendiri.

Dengan perbandingan rasio semen agregat 1:4, 1:6, 1:8 dan 1:10, hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan rasio semen agregat 1:6 adalah komposisi yang paling ideal [5]. Selain itu penelitian yang dilakukan menggunakan Variasi proporsi campuran semen agregat 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6, kuat tekan tertinggi terjadi pada proporsi semen:agregat 1:3 [6].

Selanjutnya pada penelitian ini akan dicoba kembali dengan variasi komposisi yang beracuan pada 2 penelitian terdahulu untuk diperoleh hubungan antara nilai kuat tekan dengan nilai permeabilitas agar diperoleh komposisi yang ideal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton porous

Beton porous atau beton berpori yang dalam pembuatannya membutuhkan campuran berupa agregat kasar, semen, air, dan sedikit agregat halus atau tanpa sama sekali [13]. Beton porous memiliki keuntungan dibanding dengan beton pada umumnya, diantaranya adalah memiliki daya serap yang tinggi, mengurangi genangan atau limpasan air di permukaan, mengurangi pencemaran, ramah lingkungan, dan yang terpenting adalah air yang mengalir mengurangi debit limpasan pada saluran drainase [7].

Nilai kuat tekan beton porous sesuai dengan ACI 522R-10 yaitu berada diantara 2,8 – 28 Mpa [1]. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 berikut ini [10]:

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

dengan $f'c$ = nilai kuat tekan, P = Beban (N), A = Luas Penampang (mm²).

Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemudahan cairan atau gas untuk melewati beton [4]. Permeabilitas beton porous mengacu pada kemampuan beton untuk mengalirkan cairan melalui rongga-rongga yang terdapat di dalamnya. Nilai permeabilitas biasanya disajikan dalam satuan cm/s. Menurut ACI 522R-10 [1] pengujian dilakukan dengan menggunakan metode *Falling Head Permeability* dengan nilai permeabilitas berkisar 81-730 l/min/m atau 0,14 cm/s-1,22 cm/s. *Falling Head Permeability* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengukur permeabilitas air dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan air mengalir melewati sampel sampai air yang tersisa dalam keadaan setimbang antara air dalam sampel dan pipa inlet (*drain pipe*), sampel ditutup dalam membran lateks untuk menghindari air mengalir disepanjang sisi sampel dan kemampuan beton meneruskan air ke dalam tanah dalam aplikasi perkerasan. Rumus

permeabilitas dengan Metode *Falling Head* dinyatakan dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$k = 2.303 \frac{\alpha L}{A t} \log_{10} \frac{h_1}{h_2} \quad (2)$$

dengan k = Konstanta permeabilitas (cm/detik), α = Luas penampang melintang pipa tegak (pipa inlet) (cm²), L = Panjang atau tinggi sampel (cm), A = Luas penampang melintang sampel (cm²), t = waktu air surut dari h1 ke h2 (detik), h1 = Tinggi muka air awal tabung (cm), h2 = Tinggi muka air akhir tabung (cm)

Koefisien determinasi

Koefisien determinasi adalah ukuran yang menunjukkan kekuatan hubungan antara variabel (y) yang dipengaruhi oleh variabel (x). Koefisien ini mengindikasikan sejauh mana variasi pada variabel (x) dapat dijelaskan oleh variabel (y), serta menggambarkan seberapa besar keragaman variabel terikat yang bisa dijelaskan oleh variabel bebas.

Nilai R² yang paling rendah adalah 0 dan nilai tertinggi yang mungkin adalah 1, semakin baik suatu model dalam membuat prediksi, semakin dekat R²nya ke 1. Koefisien determinasi merupakan perpangkatan dari koefisien kolerasi.

3. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu suatu metode yang dilakukan kegiatan eksperimen dengan tujuan pengumpulan data. Dalam penelitian ini merencanakan campuran beton menggunakan 5 variasi yaitu variasi 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6. Berikut merupakan tahapan penelitian beton porous :

- Persiapan
Persiapan diawali dengan studi pustaka berupa mengkaji jurnal-jurnal dan literatur yang bersangkutan dengan rencana penelitian.
- Persiapan alat dan bahan penelitian
- Penyaringan agregat kasar

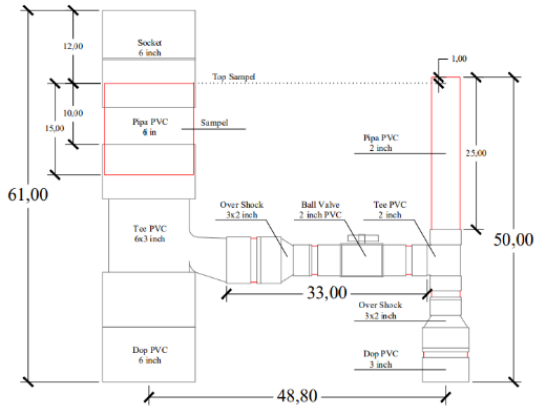
Sebelum masuk dalam pembuatan beton Porous, dilakukan terlebih dahulu penyaringan terhadap agregat kasar untuk memisahkan kerikil yang tertahan saringan ½ dengan kerikil yang lolos atau yang tidak masuk saringan ½.

- Pembuatan Beton Porous
Berikut tabel jumlah sampel yang akan dibuat:

Tabel 1. Rincian Sampel

Variasi Rasio Agregat Semen	Pengujian	
	Kuat Tekan Menggunakan Kubus	Permeabilitas Menggunakan Silinder
1:2	3	3
1:3	3	3
1:4	3	3
1:5	3	3
1:6	3	3
Total	15	15
Total	30	

- Perawatan Beton (*Curing*)
Benda uji direndam didalam bak rendaman selama 7 hari untuk benda uji berbentuk silinder dan 28 hari untuk benda uji berbentuk kubus.
- Uji Permeabilitas
Berikut *set up* alat pengujian untuk uji permeabilitas.



Gambar 1. Set Up Alat Uji Permeabilitas



Gambar 2. Uji Permeabilitas

- Uji Kuat Tekan
Untuk uji kuat tekan menggunakan alat CTM (*Compression Testing Machine*), dengan menggunakan sampel jenis kubus.



Gambar 3. Set Up Alat Uji Kuat Tekan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan komposisi

Pada penelitian ini menggunakan perbandingan berat agregat kasar dan berat semen yaitu 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, dan 1:6. Faktor air semen yang digunakan yaitu 0,4. Hasil perencanaan campuran beton dapat dilihat pada perhitungan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Campuran Benda Uji

Material	Variasi				
	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6
Semen	15.0 75	10.0 50	7.53 8	6.03 0	5.02 5
Agregat kasar	30.1 50	30.1 50	30.1 50	30.1 50	30.1 50
Air	6.03 0	4.02 0	3.01 5	2.41 2	2.01 0

Uji kuat tekan

Berikut hasil pengujian kuat tekan beton porous pada umur 28 hari.

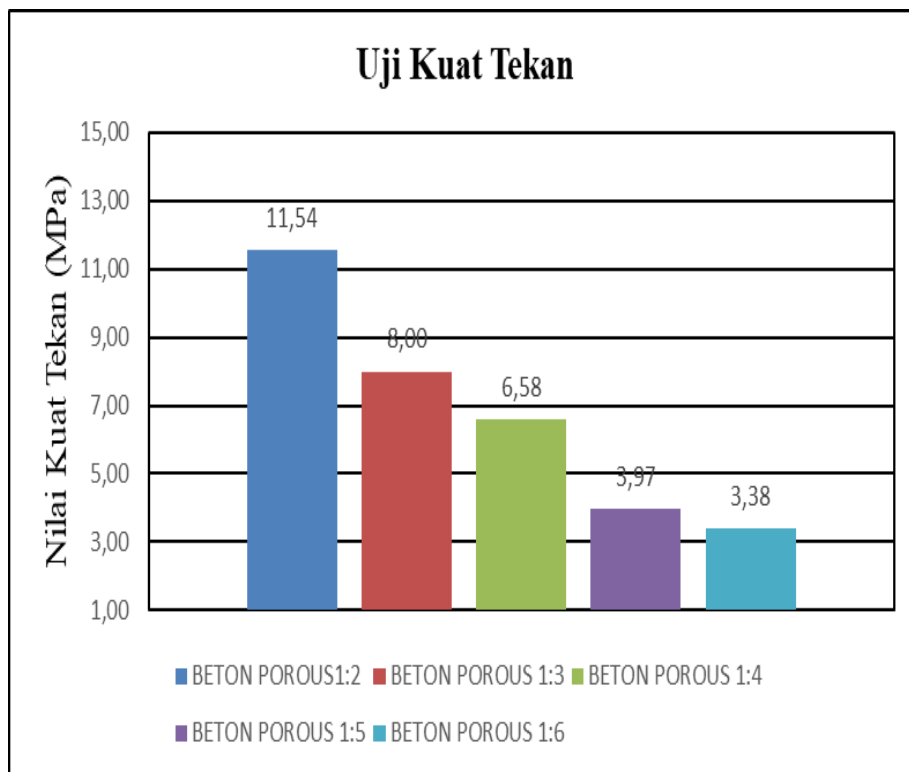
Tabel 3. Hasil Uji Tekan

Kerikil	Sampel	Kuat Tekan	Rata-rata		Keterangan
			MPa	MPa	
1:2	A	10,66			Memenuhi
	B	10,80	11,54	2,8-28	
	C	13,15			
1:3	A	6,22			Memenuhi
	B	8,71	8,00	2,8-28	
	C	9,06			
1:4	A	6,04			Memenuhi
	B	6,22	6,58	2,8-28	

	C	7,46			
1:5	A	3,73	3,97	2,8-28	Memenuhi
	B	3,91			
	C	4,26			
1:6	A	2,84	3,38	2,8-28	Memenuhi
	B	3,38			
	C	3,91			

variasi perbandingan 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6 dengan nilai sebesar 11,54 MPa, 8,00 MPa, 6,58 MPa, 3,97 MPa, dan 3,38 MPa. Berdasarkan hasil pengujian dapat dianalisis bahwa semua variasi perbandingan memenuhi syarat dalam ACI 522R-10 yaitu 2,8 – 28 MPa. Pada variasi perbandingan 1:2 memiliki nilai kuat tekan yang tinggi di dibandingkan variasi lainnya karena memiliki rongga yang kecil yang mempengaruhi kekuatan beton.

Dari Tabel 10 dapat dilihat nilai kuat tekan beton Porous diatas didapatkan hasil dari



Gambar 4. Kurva Perbandingan Nilai Kuat Tekan.

Dilihat dari Gambar 4, dapat dianalisis bahwa nilai kuat tekan beton mengalami penurunan seiring dengan perbedaan pada rasio semennya pada beton porous. Penurunan kuat tekan pada grafik disebabkan oleh pengurangan semen sebagai bahan perekat dalam campuran beton porous. Hal ini menyebabkan jumlah material perekat yang tersedia untuk mengikat agregat lebih sedikit,

mengurangi kekuatan keseluruhan dari beton porous tersebut.

Uji permeabilitas

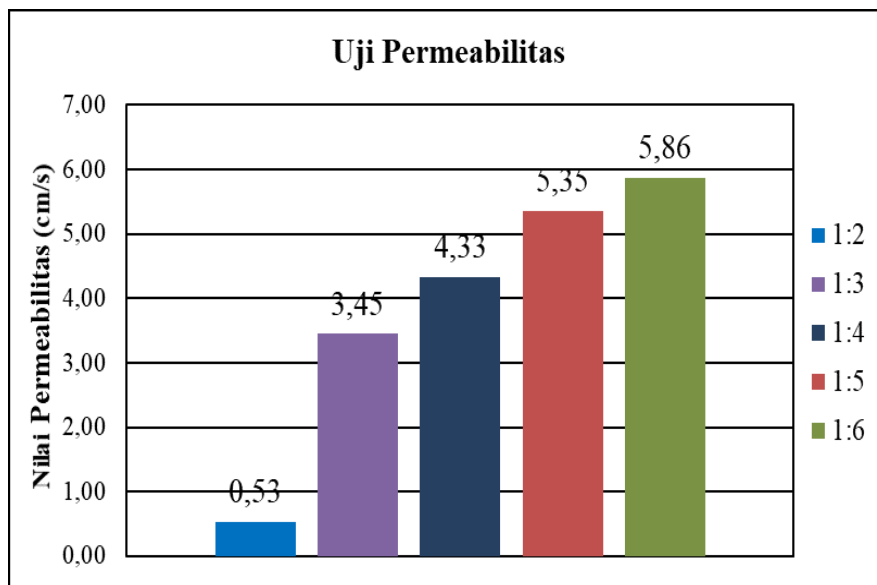
Berikut hasil pengujian permeabilitas pada beton porous masing-masing variasi benda uji.

Tabel 4. Hasil Uji Permeabilitas

Variasi	Sampel	Permeabilitas (k)	Rata-Rata Permeabilitas (k)	ACI 522R-10	Keterangan
		(cm/s)	(cm/s)	cm/s	
1:2	A	0,53	0,53	0,14-1,22	Memenuhi
	B	0,56			
	C	0,49			
1:3	A	2,54	3,45	0,14-1,22	Tidak memenuhi
	B	3,61			
	C	4,19			
1:4	A	4,29	4,33	0,14-1,22	Tidak memenuhi
	B	4,45			
	C	4,24			
1:5	A	5,95	5,35	0,14-1,22	Tidak memenuhi
	B	5,91			
	C	4,20			
1:6	A	5,40	5,86	0,14-1,22	Tidak memenuhi
	B	6,38			
	C	5,81			

Berdasarkan tabel 4, dapat dilihat bahwa dari 5 variasi komposisi beton porous yang diuji hanya komposisi 1:2 yang

memenuhi syarat sedangkan 4 lainnya tidak memenuhi syarat.

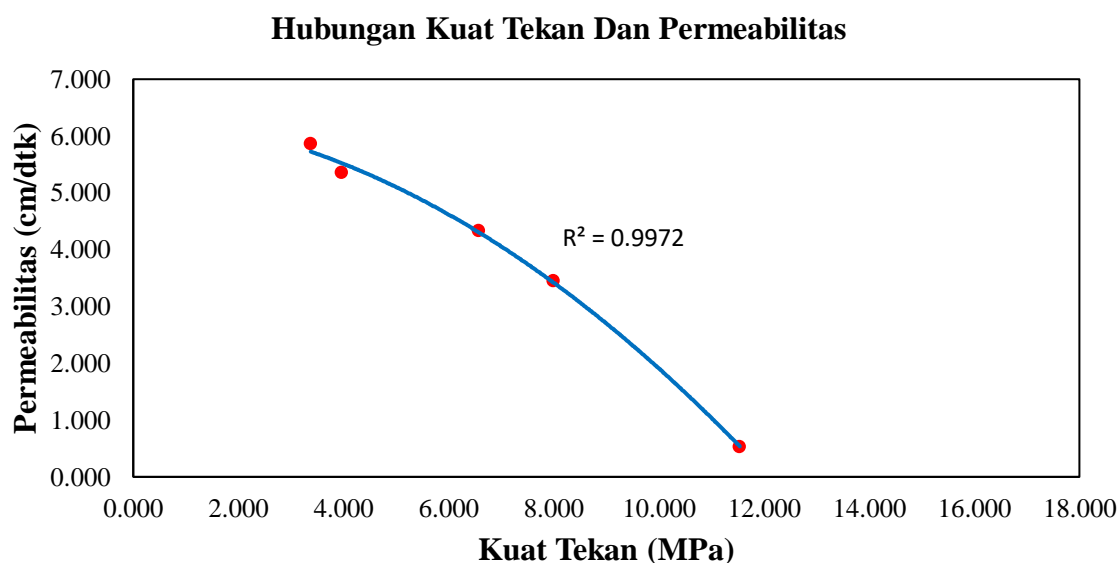


Gambar 5. Kurva Perbandingan Nilai Permeabilitas

Berdasarkan gambar 5, dapat dilihat variasi komposisi dengan perbandingan 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6 memiliki nilai permeabilitas yang tinggi namun tidak ada yang memenuhi syarat berdasarkan ACI 522R - 10. Hal ini menandakan tingginya kemampuan beton porous mengalirkan air disertai dengan besarnya rongga-rongga pada beton porous sehingga menurunkan nilai kuat tekan dari beton itu sendiri.

Hubungan Nilai Kuat Tekan dengan Nilai Permeabilitas

Dari pengujian kuat tekan dan permeabilitas dari ke-5 variasi komposisi beton porous yang dibuat, selanjutnya dilakukan Analisa regresi untuk melihat hubungan antara nilai kuat tekan dengan nilai permeabilitas. Berikut kurvanya.



Gambar 6. Kurva Hubungan Nilai Kuat tekan dan Permeabilitas

Dilihat dari Gambar 6 Kurva Hubungan kuat tekan dan permeabilitas mengalami penurunan dengan nilai koefisien determinasi yaitu (R^2) = 0,9972. Dari hasil analisis nilai R^2 hubungan nilai kuat tekan dan permeabilitas memenuhi syarat $0,8 \leq R^2 \leq 1$ artinya memiliki hubungan yang sangat kuat.

Dari dari grafik hubungan kuat tekan dan permeabilitas diketahui bahwa semakin rendah nilai kuat tekan beton maka nilai permeabilitas akan semakin tinggi. Kemudian dapat dilihat juga bahwa semakin besar rasio agregat semen jumlah semen yang digunakan akan semakin sedikit membuat rongga-rongga membesar dan memudahkan air untuk melewati beton porous sekaligus akan membuat beton tersebut rapuh dan mudah hancur, sehingga akan membuat

nilai kuat tekan pada beton porous menurun.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan permeabilitas untuk lima variasi komposisi beton porous, komposisi yang memenuhi syarat adalah komposisi dengan perbandingan rasio 1:2, selain itu hubungan antara hasil uji tekan dan uji permeabilitas beton porous sangat erat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACI 522R-10. (2010). Laporan Beton Pervious.
- [2] Agus, I. (2022). Desain Beton Berongga (Porous Concrete) Dengan Variasi Faktor Air Semen (FAS) Sebagai Beton Ramah Lingkungan. Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil

- UNIDAYAN, 11(1), 18–24.
<https://doi.org/10.55340/jmi.v11i1.825>
- [3] Amiruddin, A. A., Parung, H., Sibela, N., Fajar, M. N., & Arifin, H. (2022). The Effect of Bamboo Water Content on the Tensile Strength of Bamboo. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1117(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1117/1/012008>
- [4] Ardiansyah, D., Riyanto, S., & Sugiharti, S. (2021). Pengaruh Ukuran Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Berpori Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal JOS-MRK*, 2(4), 271–276.
<https://doi.org/10.55404/jos-mrk.2021.02.04.271-276>
- [5] Darwis, Z., Supriyadi, H., & Jenderal, J. (2017). BETON NON-PASIR DENGAN PENGGUNAAN AGREGAT LOKAL DARI MERAK untuk digunakan dalam pembuatan. 6(1), 101–111.
- [6] Dwita, E., Manalu, D. F., & Sabri, F. (2017). Analisis Pengaruh Penggunaan Batu Pecah Granit Pulau Bangka terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton Berpori sebagai Bahan Penutup Halaman. *Fropil*, 5(2), 86–96.
- [7] Ginting, A. (2019). Kuat Tekan dan Porositas Beton Porous dengan Bahan Pengisi Styrofoam. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 76–98.
<https://doi.org/10.28932/jts.v11i2.1404>
- [8] Nainggolan, G., & Lumembang, A. (2022). Saluran Serap Sebagai Solusi Genangan Air Pada Badan Jalan. *Jurnal Konstruksi*, 1(1 Desember), 1–8.
- [9] Pratama, Subaer, & Jasaruddin. (2019). Potensi Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun Fly Ash Beton Geopolimer Berpori Sebagai Bahan Bahu Jalan. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 15(2), 84–89.
<https://doi.org/10.35580/jspf.v15i2.11040>
- [10] SNI 03-1974. (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Standar Nasional Indonesia 03-1974-1990, 2–6.
- [11] Setiya Budi, A., Dwi Hermawan, I., & Wibowo, D. (2024). JURNAL TEKNIK SIPIL : RANCANG BANGUN THE EFFECT OF ACTIVATOR CONTENT 0,53 AND SS/SH RATIO (0,5-1,5) IN FLY ASH BASED GEOPOLYMER CONCRETE ON COMPRESSIVE STRENGTH.
<https://doi.org/10.33506/rb.v10i2.3593>
- [12] Slb-c, D. A. N., & Jember, Y. P. A. B. (2020). Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember.
- [13] Solikha. (2023). PENGARUH VARIASI UKURAN AGREGAT KASAR BATU PECAH TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS BETON POROUS. 5, 1–14.