

Hubungan Nilai Kuat Tekan Beton *Porous* Dengan *Superplasticizer* Terhadap Nilai Prositas, Infiltrasi Dan Permeabilitas

The relationship between the compressive strength of porous concrete with superplasticizer and the prosity, infiltration, and permeability values

Christovel V. Hendriks¹, Didik Setya Purwantoro², Muhammad Nur Fajar³, Iqbal⁴, dan Faried Desembardi⁵

(1,2,3,4,5)Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong

Abstrak

Bahu jalan belum dapat berperan secara signifikan dalam pengelolaan air di sekitar jalan, sehingga terjadi genangan air pada bahu jalan karena kurangnya daerah resapan air pada bahu jalan. Oleh karena itu, bahu jalan harus terbuat dari beton yang mampu mengalirkan air ke tanah agar tidak terjadi genangan air. Beton *porous* kurang cocok digunakan pada perkerasan yang membutuhkan kuat tekan tinggi. Hal ini disebabkan karena bentuk beton *prous* mempunyai rongga-rongga sehingga menyebabkan kuat tekan beton *prous* relatif rendah. Untuk menghindari hal ini, *superplasticizer* dapat digunakan untuk menaikkan kuat tekannya. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi *superplasticizer* terhadap permeabilitas, porositas dan infiltrasi beton *porous* serta hubungan kuat tekan terhadap permeabilitas, infiltrasi dan porositas berdasarkan variasi *superplasticizer*. Variasi *Superplasticizer* yang digunakan sebesar 0%, 1%, 1.5%, dan 2 % dengan komposisi 5:1. Dari penelitian ini, hubungan kuat tekan dengan permeabilitas, hubungan kuat tekan maka semakin tinggi juga nilai infiltrasi, permeabilitas dan porositas. Penyebab dari hasil analisa tersebut adalah karena adanya penambahan *superplasticizer* yang membuat nilai kuat tekan beton *porous* menjadi rendah tetaoi meningkatkan nilai porositas yang mengakibatkan nilai permeabilitas dan infiltrasi juga tinggi.

Kata Kunci: Beton *Porous*, Kuat Tekan, Permeabilitas, Infiltrasi, Porositas, *Superplasticizer*

Abstract

The road shoulder has not been able to play a significant role in managing surface water around the roadway, resulting in water ponding on the shoulder due to the lack of water infiltration areas. Therefore, the road shoulder should be constructed using concrete that allows water to infiltrate into the soil to prevent water accumulation. Porous concrete is less suitable for pavements requiring high compressive strength because its structure contains interconnected voids, which result in relatively low compressive strength. To overcome this limitation, superplasticizers can be used to improve the compressive strength of porous concrete. This study aims to determine the effect of superplasticizer variation on the permeability, porosity, and infiltration capacity of porous concrete, as well as to analyze the relationship between compressive strength and permeability, infiltration, and porosity based on different superplasticizer contents. The superplasticizer variations used in this study were 0%, 1%, 1.5%, and 2% with a mix proportion of 5:1. The results show that the relationship between compressive strength and permeability indicates that as the compressive strength increases, the values of infiltration, permeability, and porosity also increase. This phenomenon is influenced by the addition of superplasticizers, which reduce the compressive strength of porous concrete while increasing its porosity, leading to higher permeability and infiltration values.

Keywords: Porous Concrete, Compressive Strength, Permeability, Infiltration, Porosity, Superplasticizer

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur sering menyebabkan terjadinya konversi lahan sehingga permeabilitas tanah menjadi rendah (Tyas et al., 2020). Saat ini bahu jalan belum dapat berperan secara signifikan dalam pengelolaan air di sekitar jalan, sehingga terjadi genangan air pada bahu jalan karena kurangnya daerah resapan air pada bahu jalan. Oleh karena itu, bahu jalan harus terbuat dari beton yang mampu mengalirkan air ke permukaan tanah agar tidak terjadi genangan air pada bahu jalan. Berbagai inovasi dan terobosan untuk mengatasi permasalahan tersebut antara lain dengan penerapan beton *porous* (Tyas et al., 2020).

Beton *porous* kurang cocok digunakan pada perkerasan yang membutuhkan kuat tekan tinggi. Hal ini disebabkan karena bentuk beton *porous* mempunyai rongga-rongga sehingga menyebabkan kuat tekan beton *porous* relatif rendah. Semakin tinggi porositas beton maka semakin rendah daya dukungnya, sehingga semakin besar kuat tekan beton maka porositas air beton semakin rendah. (Febrianto, 2016). Untuk menghindari hal ini, *superplasticizer* dapat digunakan. Penggunaan *superplasticizer* dapat meningkatkan workability dengan rasio koefisien air-semen yang rendah. Bahan tersebut ditambah dengan *superplasticizer* untuk membantu mengurangi konsumsi air untuk menghasilkan beton dengan kepadatan tertentu, hingga 12% atau lebih. (Tyas et al., 2020).

TINJAUAN PUSTAKA

Beton *Porous*

Menurut (Kurniadi & Himawan, 2019), Beton tanpa pasir adalah suatu bentuk beton ringan sederhana yang dibuat dengan cara mengurangi penggunaan agregat halus atau tidak menggunakan pasir dalam campurannya, sehingga menimbulkan rongga-rongga antar agregat kasar, rongga-rongga dalam campuran tersebut merata dan saling tersebar.

Kuat Tekan

Nilai kkuat tekan beton *porous* sesuai dengan ACI 522R-10 yaitu berada diantara 2,8 – 28 Mpa. Kuat tekan beton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut sesuai SNI 03-1974-1990

$$f_c' = P/A \dots \dots \dots (1)$$

Dimana,

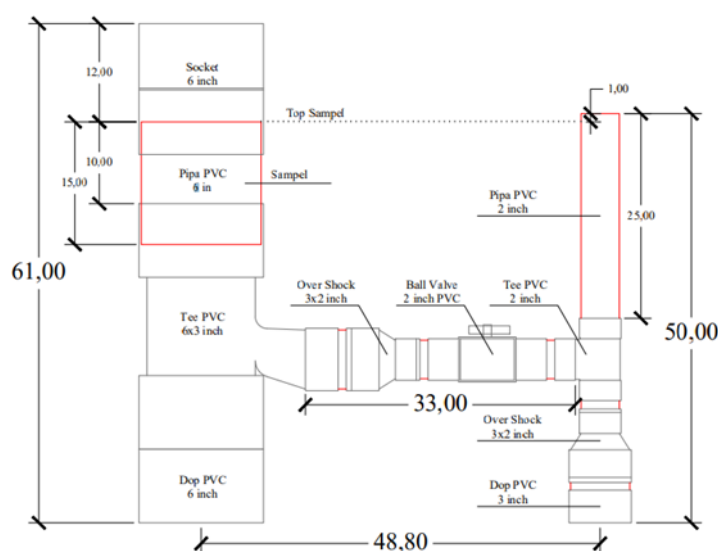
f_c' = Kuat Tekan

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas Penampang (cm²)

Permeabilitas

Menurut ACI 552R-10 (2010) menyatakan bahwa nilai permeabilitas pada beton *porous* yang diperoleh berkisar antara 0.14-0.22 cm/detik. Untuk mengetahui nilai permeabilitas pada beton *porous* dapat ditentukan dengan melakukan pengujian yang menggunakan prinsip falling head permeability.



Gambar 1. Set Up Pengujian Permeabilitas

Menurut (Nurfaizatu et al., 2021), menghitung nilai permeabilitas dapat menggunakan persamaan Darcy berikut :

$$k = 2,303 \times \frac{a \times L}{A \times t} \times \log_{10} \frac{h_1}{h_2} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana,

K = koefisien permeabilitas air (cm/det)

A = Luas penampang sampel (cm²)

a = Luas permukaan pipa inlet, (cm²)

L = Tinggi sampel (cm)

$t_{rata-rata}$ = Waktu yang dibutuhkan untuk mengalir air (det)

h_1 = Tinggi awal (cm)

h_2 = Tinggi akhir (cm)

Infiltrasi

Menurut (Kurniadi & Himawan, 2019), Proses masuknya air dari atas (surface) ke dalam tanah disebut infiltrasi. Sedangkan laju infiltrasi (ft) adalah infiltrasi maksimum yang ditentukan oleh kondisi permukaan termasuk lapisan atas dari tanah. Semakin banyak jumlah rongga maka semakin besar pula nilai laju infiltrasinya, sebaliknya semakin sedikit jumlah rongganya maka semakin kecil pula nilai laju infiltrasinya. Mengetahui nilai laju infiltrasi dapat menggunakan persamaan dari (Nurfaizatu et al., 2021) berikut :

$$I = \frac{4V}{D^2 \pi t} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana,

I = laju infiltrasi, mm/jam

V = Volume air, cm³

D = diameter mm

t = waktu, detik

Porositas

Semakin tinggi nilai porositas maka porositas beton semakin buruk karena berkurangnya ikatan antara agregat dan semen. Menurut (Abrar, 2021), Menghitung besarnya porositas dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Porositas = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Dimana,

A = Berat sampel dalam air (gram)

B = Berat sampel dalam kondisi SSD (gram)

C = Berat sampel kering oven (gram)

Koefisien Determinasi

Menurut (Natoen et al., 2018), koefisien determinasi digunakan untuk mengukur kuatnya hubungan variabel (y) yang di tentukan oleh variabel (x). Koefisien determinasi menunjukkan seberapa besar variabel independen (x) yang dapat menjelaskan variasi variabel dependen (y). Penentuan nilai koefisien determinasi menunjukkan besarnya keragaman variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh variabel bebas.

METODE

Tahap penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimental yang dilakukan dilaboratorium dengan cara membuat benda uji dengan komposisi pada **tabel 1**, setelah dilakukan uji kuat tekan, prositas, infiltrasi dan permeabilitas. Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu primer (pengujian fisik di laboratorium) dan sekunder (studi literasi dari penelitian terdahulu).

Tabel 1. Mfix Design

Material	Variasi Superplasticizer (Sp)			
	0%	1%	1,5%	2%
Semen	6,030	6,030	6,030	6,030
Agregat Kasar	30,150	30,150	30,150	30,150
Air	1,809	1,809	1,809	1,809
Superlasticizer	0	0,0603	0,0905	0,1206

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permeabilitas

Dari hasil pengujian permeabilitas pada umur 7 hari, maka dibuat dalam bentuk sebagai berikut

Tabel 2. Hasil Uji Permeabilitas

Variasi Superplasticizer (Sp)	Rata-Rata Permeabilitas (k)	ACI 522R-10	Keterangan
	(cm/s)	cm/s	
0%	5,41	0,14-1,22	Tidak Memenuhi
1%	5,61	0,14-1,22	Tidak Memenuhi
1,5%	6,35	0,14-1,22	Tidak Memenuhi
2%	6,61	0,14-1,22	Tidak Mementuhi

Hasil pengujian permeabilitas variasi penambahan *superplasticizer* 2% memiliki nilai permeabilitas yang tinggi sebesar 6,61 cm/s dibandingkan dengan variasi penambahan *superplasticizer* yang lainnya. Nilai permeabilitas pada variasi penambahan *superplasticizer* 0%, 1%, 1,5%, dan 2% melebihi standar ACI 522R-10 dengan standar acuan sebesar 0.14-1.22 cm/s. Dikarenakan penggunaan *superplasticizer* membuat air semen berkurang dan membuat partikel antar semen tidak saling mengumpul (mencegah kohesi) sehingga pasta semen lebih alir yang membuat rongga-rongga pada beton *porous* membesar.

Infiltrasi

Dari hasil pengujian infiltrasi pada umur 7 hari, maka dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Uji Infiltrasi

Variasi <i>Superplasticizer</i> (<i>Sp</i>)	Rata-rata Infiltrasi
	cm/s
0%	3,018
1%	3,276
1,5%	3,677
2%	3,783

Nilai laju infiltrasi tertinggi pada beton variasi penambahan *superplasticizer* 2% sebesar 3,783 cm/s, dan nilai laju infiltrasi terendah pada beton tanpa *superplasticizer* (0%) sebesar 3,018 cm/s. Dapat disimpulkan bahwa penambahan *superplasticizer* sangat mempengaruhi proses penyerapan air oleh beton *porous*.

Porositas

Dari hasil pengujian porositas pada umur 7 hari, maka dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut

Tabel 4. Hasil Uji Porositas

Variasi <i>Superplasticizer</i> (<i>Sp</i>)	Rata-rata Porositas	ACI 522R-10	Keterangan
	(%)	(%)	
0%	10,90	15-35	Tidak Memenuhi
1%	11,23	15-35	Tidak Memenuhi
1,5%	13,65	15-35	Tidak Memenuhi
2%	14,82	15-35	Tidak Memenuhi

Hasil pengujian porositas dapat dianalisis bahwa pada variasi penambahan *superplasticizer* 2% memiliki nilai prorsitas yang tinggi dibandingkan variasi penambahan *superplasticizer* yang lainnya. Namun nilai porositas pada beton *porous* tidak ada yang memenuhi syarat ACI 522R-10 yaitu 15-35%. Dikarenakan beton *porous* memiliki rongga-rongga yang akan membesar seiring dengan penambahan *superplasticizer* sehingga pada pengujian permeabilitas dan infiltrasi mendapatkan nilai yang besar juga.

Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari, maka dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan

Variasi <i>Superplasticizer</i> (<i>Sp</i>)	Rata-Rata Kuat Tekan	ACI 522R-10	Keterangan
	(Mpa)	(Mpa)	
0%	3,08	2,8-28	Memenuhi
1%	1,78	2,8-28	Tidak Memenuhi
1,5%	1,40	2,8-28	Tidak Memenuhi
2%	1,07	2,8-28	Tidak Memenuhi

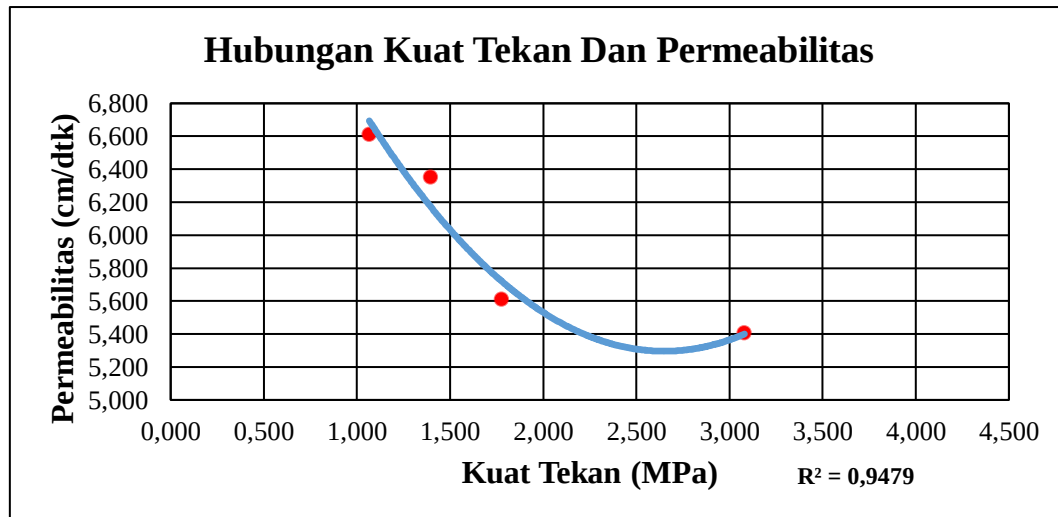
Nilai kuat tekan pada beton *porous* yang memenuhi syarat dalam ACI 522R-10 yaitu beton *porous* tanpa penambahan *superplasticizer* dengan niali kuat tekan sebesar 3,08 Mpa. Kuat tekan beton *porous* dengan penambahan *superplasticizer* 1%, 1,5%, 2% sebesar 2,22 MPA, 1,75 MPA dan 1,33 MPA dari tabel 14

memiliki kuat tekan yang rendah, dikarenakan fungsi *superplasticizer* membuat rongga-rongga membesar dan mengurangi kemampuan semen untuk memberikan kemampuan mengikat antara agregat pada beton *porous* berkurang sehingga menghasilkan kuat tekan beton ternilai.

Analisa Determinasi

Hubungan Kuat Tekan dengan Permeabilitas

Nilai korelasi pengujian kuat tekan dengan permeabilitas menggunakan persamaan regresi polnomial yang dapat dilihat pada gambar berikut

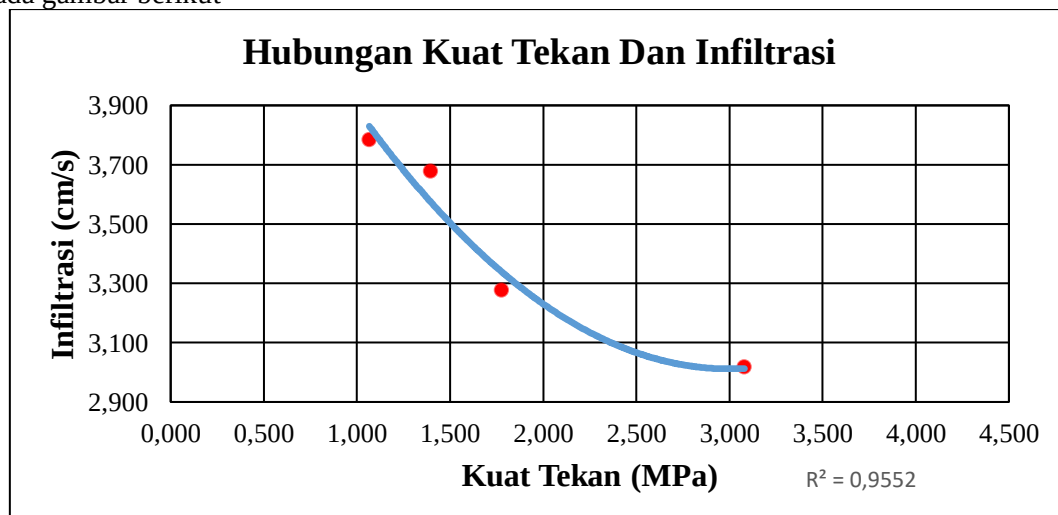


Gambar 2. Hubungan Kuat Tekan Dengan Permeabilitas

Hubungan kuat tekan dan permeabilitas mengalami penurunan dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,947. Dari hasil analisis nilai R^2 hubungan nilai kuat tekan dan permeabilitas memenuhi syarat $0,8 \leq R^2 \leq 1$ yang artinya memiliki hubungan yang sangat kuat. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai kuat tekan beton maka semakin tinggi nilai permeabilitas beton tersebut.

Hubungan Kuat Tekan dengan Infiltrasi

Nilai korelasi pengujian kuat dengan porositas menggunakan persamaan regresi polnomial yang dapat dilihat pada gambar berikut

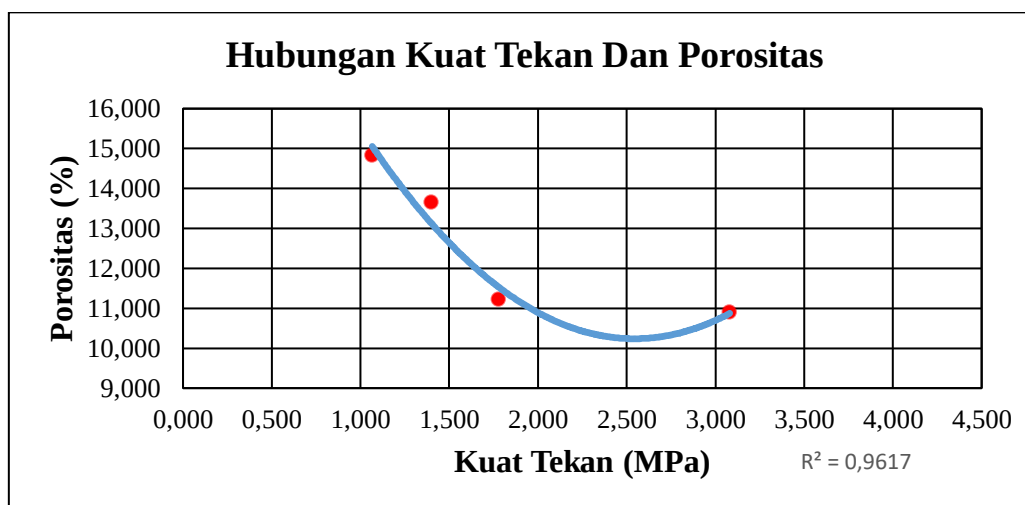


Gambar 3. Hubungan Kuat Tekan Dengan Infiltrasi

Dilihat dari gambar 16, hubungan kuat tekan dan infiltrasi mengalami penurunan dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,9552. Dan hasil analisis nilai R^2 hubungan nilai kuat tekan dan infiltrasi memenuhi syarat $0,8 \leq R^2 \leq 1$ yang artinya memiliki hubungan yang sangat kuat, maka dapat disimpulkan bahwa semakin rendah nilai kuat tekan beton maka semakin tinggi nilai infiltrasi beton tersebut.

Hubungan Kuat Tekan dengan Posoitas

Nilai korelasi pengujian kuat tekan dengan porositas menggunakan persamaan regresi polynomial yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Hubungan Kuat Tekan Dengan Porositas

Dilihat dari gambar 17, hubungan kuat tekan dan porositas mengalami penurunan dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,9671. Dari hasil nilai R^2 hubungan nilai kuat tekan dan porositas memenuhi syarat $0,8 \leq R^2 \leq 1$ yang artinya memiliki hubungan yang kuat. Maka dapat disimpulkan bahwasemakin rendah kuat tekan beton maka semakin tinggi nilai porositas beton tersebut.

KESIMPULAN

Penambahan *superplasticizer* pada beton *porous* tidak meingkatkan nilai kuat tekan dikarenakan sifat dari *superplasticizer* yang membuat kemampuan daya rekat semen bekurang atau membuat semen tidak saling berkoheisi menyebabkan nilai porositas tinggi seiring penambahan *superplasticizer* pada beton *porous*, sehingga pori-pori membesar membuat nilai permeabilitas dan infiltrasi semakin tinggi.

Dari hasil hubungan kuat tekan denga permeabilitas sebesar 0,9466, hubungan kuat tekan dengan infiltrasi sebesar 0,9543, dan hubungan kuat tekan yang sangat kuat, dapat diartikan bahwa semakin rendah kuat tekan maka semakin tinggi juga nilai infiltrasi, permeabilitas dan porositas. Penyebab dari hasil analisis tersebut adalah karena adanya penambahan *superplasticizer* yang membuat nilai kuat tekan beton *porous* menjadi rendah tetapi membuat nilai porositas tinggi yang mengakibatkan juga nilai permeabilitas dan infiltrasi juga tinggi, yang selaras dengan membesarnya pori-pori pada beton *porous* membuat beton *porous* menjadi lemah.

REFERENSI

- Abrar, A. (2021). Komposisi Beton Pori Sebagai Bahan Ramah Lingkungan Mengatasi Banjir. Jurnal Unitek, 14(2), 48–57. <https://doi.org/10.52072/unitek.v14i2.244>
- ACI 522R. (2010). Laporan Beton Pervious.
- ASTM-C1701. 2013. “Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete 1.” : 9–11.
- Darmawan, Risky et al. 2022. “Pemanfaatan Bahan Tambah Sika-Viscocrete Guna Meningkatkan Kuat Tekan Beton Tanpa Pasir (No Fines Concrete) Sebagai Alternatif Pengendali Banjir.” Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) 8(1): 374–82.
- Desmaliana, E., Hazairin, H., Herbudiman, B., & Lesmana, R. (2020). Kajian Eksperimental Sifat Mekanik Beton *Porous* dengan Variasi Faktor Air Semen. Jurnal Teknik Sipil, 15(1), 19–29. <https://doi.org/10.24002/jts.v15i1.3147>

- Febrianto, E. (2016). Pengaruh Penambahan Silica Fume Pada *Porous Concrete Block* Terhadap Nilai Kuat Tekan Dan Permeabilitas. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil (Rekats)*, 3(3), 1–8.
- Gina, Mazaya Btari, dan Amalia Amalia. 2019. “Kualitas Beton Berpori Dengan Bahan Tambah Silica Fume Sebagai Bahan Perkerasan Kaku Yang Ramah Lingkungan.” *Jurnal Poli-Teknologi* 18(1): 93–102.
- Gregorius Talinusa, W. J. T. (2014). Pengaruh Dimensi Benda Uji Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 2(7), 344–351. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/6005>
- Hanta Lius dan Makmur Amelia. 2015. “Studi eksperimental pengaruh bentuk agregat terhadap nilai porositas dalam campuran beton berpori pada aplikasi jalur pejalan kaki.”
- Harmiyati, D. S. dan D. P. R. (2023). PENGARUH CANGKANG TELUR TERHADAP KUAT TEKAN, POROSITAS, DAN PERMEABILITAS PADA BETON *POROUS* SEBAGAI MATERIAL GREEN BUILDING.
- Hidayat, Asep Kurnia, Rosi Nursani, dan Salim Faiz. 2022. “Analisis Kuat Tekan dan Laju Infiltrasi pada Beton *Porous* K-200 dengan Tambahan Sika Fume.” *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 4(1).
- Ir. Tri Mulyono, M.T. 2003. *Teknologi Beton*.
- Kurniadi, E., & Himawan, L. (2019). KAJIAN KUAT TEKAN DAN INFILTRASI PADA BETON NON PASIR (Study Of Compressive Strength And Infiltration Of no-fines Concrete) Program Diploma Teknik Sipil / Departemen Teknik Sipil / Sekolah Vokasi UGM Program Diploma Teknik Sipil / Departemen Teknik Sipi. 72–78.
- Layang, Samuel, dkk. 2023. “Variation of *Superplasticizer* Amount on Concrete Compressive Strength.” *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan* 11(2): 117–23.
- Natoen, A., AR, S., Satriawan, I., & Periansya. (2018). Faktor-Faktor Demografi Yang Berdampak Terhadap Kepatuhan Wajib Pajak Badan (UMKM) Di Kota Palembang. *Jurnal Riset Terapan Akuntansi*, 2(2), 101–115.
- Nurfaizatu, S., Agung, Z., & Riyanto, E. (2021). Kajian Beton *Porous* Menggunakan Agregat 1-2 cm Dengan Pengisi Abu Batu. 5, 10–20.
- Nurfaizatu, Siti, Zahro Agung, dan Eko Riyanto. 2021. “Kajian Beton *Porous* Menggunakan Agregat 1-2 cm Dengan Pengisi Abu Batu.” 5: 10–20
- SNI 03-1974. (1990). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Standar Nasional Indonesia 03-1974-1990, 2–6.
- SNI 1973:2008. 2008. “Cara uji berat isi , volume produksi campuran dan kadar udara beton.”
- SNI 7656:2012. (n.d.). SNI 7656:2012 Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. Badan Standarisasi Nasional, 52.
- Sultan, Mufti Amir, dan Faisal Litololy. 2018. “KORELASI POROSITAS BETON TERHADAP KUAT TEKAN RATA-RATA.” 2(November): 57–63.
- Sungsang, A., Patria, N., & Haikal, F. (2022). Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu. 15(2), 12–22.
- Tyas, Y. W., Nurtanto, D., & Krisnamurti, K. (2020). Pengaruh Variasi Prosentase *Superplasticizer* terhadap Sifat Mekanik dan Porositas Beton Berpori. *Media Teknik Sipil*, 18(1), 33–41. <https://doi.org/10.22219/jmts.v17i2.11053>