

Pengaruh Pemanfaatan Cornice Adhesive Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Berpori

Parea Rusan Rangan

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Toraja

e-mail: pareausanrangan68@gmail.com

Abstrak

Porous concrete atau pervious concrete atau beton porous merupakan beton yang memiliki pori-pori yang lebih banyak dari pada beton normal. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan tambah atau bahan additive. Beberapa jenis mineral yang dapat digunakan sebagai bahan tambah beton yaitu puzzollan, fly ash, steel slag, copper slag dan silica fume. Bahan-bahan ini biasanya mengandung CaO, SiO₂, Fe₂O₃, FeO, MgO and MnO. Pada penelitian ini peneliti mencoba untuk menggunakan Cornice Adhesive sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton berpori, dimana komposisi kimia yang terkandung dalam Cornice Adhesive salah satunya adalah Silika SiO₂ yang merupakan unsur pembentukan utama dalam pembuatan semen. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan Cornice Adhesive terhadap kuat tarik belah, permeabilitas dan porositas beton porous. Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental, menggunakan cetakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm dengan menggunakan standar ACI 522R-2010. Komposisi penambahan Cornice Adhesive dalam penelitian ini sebesar 7%, 12% dan 17% dari berat semen dan 0% (beton porous normal) sebagai pembandingan dengan umur perawatan 3, 7, 14 dan 28 hari. Berdasarkan analisis data dari hasil pengujian kuat tarik belah pada umur 28 hari dengan rata-rata penambahan cornice adhesive 7% (0,94 MPa), 12% (0,75 MPa), 17% (0,49 MPa) dan kuat tarik belah beton normal (0,99 MPa) sedangkan untuk porositas didapatkan rata-rata 14 hari dengan nilai rata-rata 7% (2,73%), 12% (2,85%), 17% (2,71%) dan beton normal (3,17%) dan untuk permeabilitas didapatkan rata-rata 14 hari dengan nilai rata-rata 7% (5,470 mm/detik), 12% (4,884 mm/detik), 17% (4,565 mm/detik) dan untuk beton normal (3,974 mm/detik).

Kata kunci: Beton Porous, Kuat Tarik Belah, Permeabilitas, Porositas, Cornice Adhesive

Abstract

A Porous concrete or pervious concrete or porous concrete is concrete that has more pores than normal concrete. Improving the quality of concrete can be done by providing added materials or additives. Some types of minerals that can be used as concrete additives are pozzolan, fly ash, steel slag, copper slag and silica fume. These ingredients usually contain CaO, SiO₂, Fe₂O₃, FeO, MgO and MnO. In this study, researchers tried to use Cornice Adhesive as an added material in making porous concrete, where the chemical composition contained in Cornice Adhesive is one of which is Silica SiO₂ which is the main formation element in making cement. The purpose of this study was to determine the effect of adding Cornice Adhesive on the tensile strength, permeability, and porosity of porous concrete. In this study, an experimental method was used, using a cylindrical mold measuring 15 cm x 30 cm using the ACI 522R-2010 standard. The composition of Cornice Adhesive addition in this study was 7%, 12%, and 17% of cement weight and 0% (normal porous concrete) as a comparison with a treatment life of 3, 7, 14, and 28 days. Based on data analysis of the results of tensile strength testing at the age of 28 days with an average addition of cornice adhesive 7% (0.94 MPa), 12% (0.75 MPa), 17% (0.49 MPa) and tensile strength of normal concrete (0.99 MPa) while for porosity obtained an average of 14 days with an average value of 7% (2.73%), 12%

(2.85%), 17% (2.71%) and normal concrete (3.17%) and for permeability obtained an average of 14 days with an average value of 7% (5.470 mm / second), 12% (4.884 mm/sec), 17% (4.565 mm/sec) and for normal concrete (3.974 mm/sec).

Keywords : Porous Concrete, Tensile Strength, Permeability, Porosity, Cornice Adhesive

PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Beton pada umumnya banyak diaplikasikan pada pembangunan gedung-gedung, namun seiring berjalannya waktu maka pemanfaatan beton sendiri tidak hanya digunakan untuk pembangunan struktur gedung, tetapi juga dimanfaatkan untuk perkerasan jalan. Perkerasan jalan yang biasanya menggunakan perkerasan lentur dan kaku yang pada umumnya tidak mampu menyerap air sehingga dapat menimbulkan genangan diganti berupa perkerasan beton berpori.

Penelitian tentang beton tanpa pasir atau disebut juga beton berpori semakin mendapat perhatian akhir-akhir ini. Beton berpori yang menjadi salah satu solusi dalam konstruksi perkerasan merupakan produk yang dapat dikatakan berhasil dalam memenuhi harapan sebagai konstruksi yang ramah lingkungan. Porous concrete atau pervious concrete atau beton porous merupakan beton yang memiliki pori-pori yang lebih banyak dari pada beton normal. Beton berpori terdiri dari agregat kasar, semen, air dan admixture yang diinginkan. Beton berpori merupakan beton yang sedikit atau bahkan tidak ada campuran agregat halus atau pasir dalam mix desain. Jika dibandingkan dengan agregat normal biasanya beton berpori lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

Beton porous atau beton berpori merupakan jenis beton khusus dengan porositas tinggi yang diaplikasikan sebagai plat beton yang memungkinkan air hujan dan air dari sumber-sumber lain untuk dapat melewatinya, sehingga mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan muka air tanah. Porositas tinggi tercapai karena rongga yang saling berhubungan. Biasanya beton berpori menggunakan sedikit atau tanpa agregat halus dan memiliki cukup pasta semen untuk melapisi permukaan agregat kasar dan untuk menjaga interkoneksi pori. Beton berpori secara tradisional digunakan untuk area parkir, di daerah rambu lalu lintas, dan trotoar untuk pejalan kaki (NRMCA, 2004). Salah satu standar yang mengatur tentang beton berpori adalah ACI 522R-2010 Report on Pervious Concrete. Rasio kadar air dan semen dalam ACI 522R-2010 berkisar 0,27 sampai 0,34 kadar air ini lebih rendah dibandingkan kadar air semen beton normal.

Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan tambah atau bahan additive. Penggunaan additive di dalam campuran beton mempunyai beberapa keuntungan yaitu memperbaiki workability beton, mengurangi panas hidrasi, mengurangi biaya pekerjaan beton, mempertinggi daya tahan terhadap serangan sulfat, mempertinggi daya tahan terhadap serangan reaksi alkali-silika, menambah keawetan (durabilitas) beton, meningkatkan kuat tekan beton, meningkatkan usia pakai beton, mengurangi penyusutan, membuat beton lebih kedap air, porositas dan daya serap air pada beton rendah (Mulyono T, 2003). Beberapa jenis mineral yang dapat digunakan sebagai bahan tambah beton yaitu puzollan, fly ash, steel slag, copper slag dan silica fume. Bahan-bahan ini biasanya mengandung CaO, SiO₂, Fe₂O₃, FeO, MgO and MnO.

Pada penelitian ini peneliti mencoba untuk menggunakan Cornice Adhesive sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton berpori, dimana komposisi kimia yang terkandung dalam Cornice Adhesive salah satunya adalah Silika SiO₂ yang merupakan unsur pembentukan utama dalam pembuatan semen (Parea Rusan Rangan, 2021).

Beton berpori (Porous concrete atau pervious concrete) merupakan beton yang memiliki pori-pori yang lebih banyak dari pada beton normal. Beton terdiri dari agregat kasar, semen, air dan admixture yang diinginkan. Beton porous merupakan beton yang sedikit atau bahkan tidak ada campuran agregat halus atau pasir dalam mix desain. Jika dibandingkan dengan agregat normal biasa beton poros lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Salah satu

aturan yang mengatur tentang beton porous adalah ACI 522R-10 Report On Pervious Concrete. Beton porous memiliki kemampuan porositas yang tinggi, namun kuat tekan dan kuat lentur yang dimiliki lebih rendah. Beton porous dalam ACI (American Concrete Institute) 522R-10 Report On Pervious Concrete adalah beton yang memiliki nilai slump mendekati nol, yang terbentuk dari semen portland, agregat kasar, sedikit atau tanpa agregat halus, admixture dan air. Menurut ACI 522R-2010, beton porous memiliki kisaran angka pori dari 2 mm - 8 mm dan void ratio antara 15% sampai 35% dengan kuat tekan berkisar antara 2,8 Mpa - 28 MPa. Beton porous sudah banyak digunakan di negara-negara Eropa sejak 1930 untuk bangunan berlantai satu maupun bangunan tinggi. Penggunaan pervious concrete atau beton porous umumnya untuk area parkir, trotoar dan jalur pejalan kaki, sehingga tempat tersebut dapat menjadi daerah resapan dan meningkatkan muka air tanah namun juga nyaman untuk digunakan.

Karakteristik Beton Porous yaitu kekuatan beton non-pasir tergantung pada kepadatannya, kuat tekannya bervariasi antara 70 kg/cm² jika kepadatan beton sebesar 1900 kg/m³ sehingga mencapai kuat tekan 140 kg/cm² untuk besar kepadatan beton 2100kg/m³ pada umur 28 hari. Kuat tekan beton tetap bertambah setelah 28 hari sehingga dapat sebesar kuat tekan beton normal. Dalam hal desain campuran beton non pasir perbandingan air dan semen (rasio) bukan merupakan faktor kontrol yang utama melainkan perbandingan campuran agregat dan semen pada posisi yang optimum yang menghasilkan kekuatan tekan tinggi (Aoki, 2009).

Cornice Adhesive

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Beberapa jenis mineral yang dapat digunakan sebagai bahan tambah beton yaitu puzzollan, fly ash, steel slag, copper slag dan silica fume. Bahan-bahan ini biasanya mengandung CaO, SiO₂, Fe₂O₃, FeO, MgO and MnO. Cornice Adhesive adalah bubuk perekat yang diformulasikan khusus sebagai plamir. Fungsinya yaitu untuk memperbaiki permukaan tembok yang retak, kurang rata, kasar dan berlubang. Cornice Adhesive mengandung Silika SiO₂ yang merupakan unsur pembentukan utama dalam pembuatan semen.

Permeabilitas

Permeabilitas beton merupakan kemampuan pori-pori beton ringan dilalui oleh air. Pasta semen yang telah mengeras tersusun atas banyak partikel, dihubungkan antar permukaan yang jumlahnya relatif lebih kecil dari total permukaan partikel yang ada. Air memiliki viskositas yang tinggi namun demikian dapat bergerak dan merupakan bagian dari aliran yang terjadi (neville 1995).

Untuk mengetahui dan mengukur permeabilitas beton perlu dilakukan pengujian. Salah satu cara pengujian adalah uji aliran (*flow test*) yaitu pengujian untuk mengukur permeabilitas terhadap air bila air dapat mengalir melalui sampel beton.

Permeabilitas dipengaruhi oleh porositas beton. Nilai permeabilitas beton dihitung menggunakan persamaan NRMCA, 2004:

$$k=2.3 \frac{aL}{At} \times \left[\log \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \right] \quad (1.1)$$

Dengan :

k : koefisien permeabilitas air (cm/s)

a : luas potongan melintang tabung (cm²)

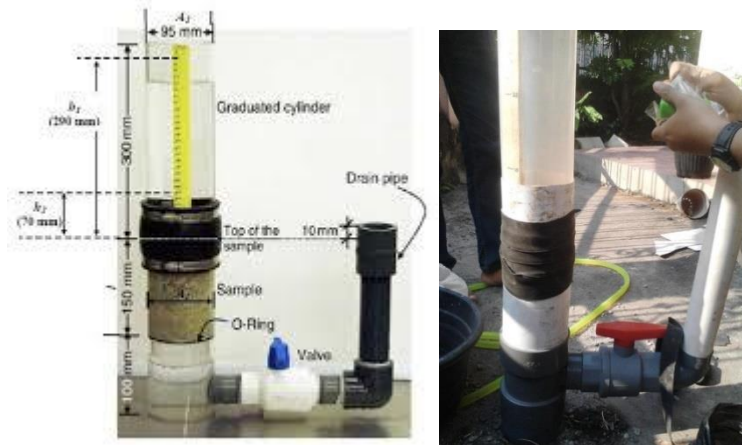
L : tebal benda (cm)

A : luas potongan melintang tabung (cm²)

t : waktu yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari h₁ ke h₂

h₁ : tinggi batas atas pada tabung (cm)

h₂ : tinggi batas bawah pada tabung (cm)



Gambar 1.1 Alat Pengujian Permeabilitas

Porositas

Porositas adalah besarnya presentase ruang-ruang kosong atau besarnya kadar pori yang terdapat pada beton dan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kekuatan beton. Pori-pori beton biasanya berisi udara atau berisi air yang sangat berhubungan dan dinamakan dengan kapiler beton. Beton mempunyai kecenderungan berisi rongga akibat adanya gelembung-gelembung udara yang terbentuk selama atau sesudah pencetakan. Hal ini penting terutama untuk memperoleh campuran yang mudah untuk dikerjakan dengan menggunakan air yang berlebihan dari pada yang dibutuhkan guna persenyawaan kimia dengan semen. Pengujian porositas dilakukan dengan metode perendaman dalam air, sehingga nilai akhir porositas beton porous dapat dihitung dengan menggunakan:

$$P = \left(\frac{W_b - W_k}{v_b} \right) \times \left(\frac{1}{\rho_{air}} \right) \times 100\% \quad (1.2)$$

dengan:

- P = Porositas (%)
- W_b = Massa basah benda uji setelah perendaman (gr)
- W_k = Massa kering benda uji (gr)
- v_b = Volume benda uji (cm^3)
- ρ_{air} = Massa jenis air (gr/cm^3)

Kuat Tarik Belah

Kekuatan tarik beton relative rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan (Ferguson, 1986:11).

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah:

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi dL} \quad (1.3)$$

dimana :

- f_{ct} = Kuat tarik belah (MPa)
- P = Gaya tekan Aksial (N)
- d = Diameter benda uji silinder (mm)
- L = Panjang benda uji silinder (mm)



Gambar 2.2 Pengujian kuat tarik belah

METODE

Penelitian dilakukan dengan uji eksperimental dilaboratorium. Bahan yang digunakan untuk pembuatan beton berpori adalah semen, agregat, air dan *cornice adhesive* sebagai bahan tambah pengganti sebagian semen. Setelah alat dan bahan telah siap maka akan dilakukan pemeriksaan dan pengujian bahan yang akan dibuat sampel pengujian. Apabila pemeriksaan sudah dilakukan dan belum memenuhi syarat maka akan dilakukan pemeriksaan ulang secara lebih akurat tapi apabila pemeriksaan sudah memenuhi syarat maka dilakukan perancangan mix design.

Pada penelitian ini akan dibuat beton dengan menggunakan penambahan *cornice adhesive* dengan variasi penambahan 0%, 7%, 12% dan 17% dari berat semen. Selanjutnya setelah pembuatan benda uji sudah mulai kering dan bisa dikeluarkan dari cetakan berbentuk silinder 15 cm x 30 cm, maka proses selanjutnya adalah perawatan benda uji dengan perendaman. Benda uji diangkat dari bak perendaman selama 3, 7, 14 dan 28 hari dengan jumlah rencana benda uji sebanyak 56 buah beton berpori. Kemudian benda uji dikeringkan sehari sebelum dilakukan pengujian kuat tarik belah beton. Setelah pengujian selesai maka data diolah untuk diketahui berapa besar kuat tekan benda uji.

Pemeriksaan Karakteristik Bahan Campuran

Pemeriksaan bahan dasar yang dilakukan dilaboratorium terdiri dari beberapa bagian berisi bagaimana data dikumpulkan, sumber data dan cara analisis data dengan melakukan pengujian karakteristik agregat terlebih dahulu sesuai standar SNI yaitu : analisa saringan agregat, pemeriksaan kadar air agregat, pemeriksaan kadar lumpur agregat, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat, pemeriksaan bobot isi agregat, pemeriksaan keausan agregat (abration test).

Rancangan Campuran Beton (Mix Design)

Rancangan campuran beton pada pada penelitian ini disusun berdasarkan ACI 522R-10, 2010 untuk rencana campuran beton berpori. Komposisi atau jenis beton yang akan diproduksi biasanya bergantung pada beberapa hal yaitu:

- a. Sifat-sifat mekanis beton keras yang diinginkan, yang biasanya ditentukan oleh perencanaan struktur.
- b. Sifat-sifat segar yang diinginkan, yang biasanya ditentukan oleh jenis konstruksi, teknik penempatan/pegecoran pemindahan.
- c. Tingkat pengendalian (control) dilapangan.

Perancangan campuran beton dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan komposisi campuran beton yang ekonomis dan memenuhi persyaratan durabilitas, kekuatan dan kelecakan. Dan untuk mendapatkan komposisi campuran tersebut perlu dilakukan proses "trial and error" yang dimulai dari suatu perancangan campuran dan kemudian diikuti oleh

pembuatan campuran awal (trial mix). Rencana campuran dilakukan apabila semua pemeriksaan bahan sudah memenuhi standar SNI dan ASTM. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik baiknya. Tujuan perencanaan beton adalah untuk menentukan proporsi semen, agregat dan air yang memenuhi syarat sebagai berikut:

- Kekuatan memenuhi yang diinginkan
- Mudah dikerjakan pada saat beton masih segar
- Awet atau tahan terhadap pengaruh lingkungan
- Ekonomis

Dengan mengetahui perencanaan campuran yang akan digunakan dan telah memenuhi syarat spesifikasi maka pelaksanaan percobaan dapat dimulai.

Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Umur dan jumlah benda uji untuk pengujian kuat tarik belah, porositas dan permeabilitas pada beton berpori yaitu pada umur 3 hari sebanyak 12 buah, 7 hari sebanyak 12 buah, 14 hari sebanyak 12 buah dan 28 hari sebanyak 12 buah benda uji yang berbentuk silinder sedangkan benda uji untuk permeabilitas dan porositas berjumlah 8 buah. Jadi total benda uji yang direncanakan adalah 56 buah benda uji.

Tabel 3. Proporsi Campuran Bahan Tambah *Cornice Adhesive*

<i>Cornice Adehsive</i> (kg)		
7%	12%	17%
0,104573	0,179268	0,253963

Sumber : Hasi Penelitian Laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan karakteristik agregat kasar dan semen dilaboratorium dan dari analisis data diperoleh hasil seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 4.1

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Sifat Karakteristik Agregat dan Semen

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi (SNI)	Keterangan
1	Kadar Lumpur	1.37%	0.2 % - 2 %	Memenuhi
	Bobot Isi :			
2	Kondisi Padat	1.59	1.2 -1.9	Memenuhi
	Kondisi Lepas	1.4	1.2 -1.9	Memenuhi
3	Kadar air	2.46%	0.5 % - 5 %	Memenuhi
4	Berat jenis (bulk)	2.51	1,6 - 3.1	Memenuhi
5	BJ. Jenuh Kering Permukaan (SSD)	2.6	1,6 - 3.2	Memenuhi
6	Bj.Semu (Apparent)	2.62	1,6 - 3.3	Memenuhi
7	Penyerapan	1.57%	0.2 % - 5 %	Memenuhi
8	Abrasi (Keausan)	31.47%	15 % - 40 %	Memenuhi

9	Berat Semen	Jenis	3.0	3,0 – 3,2	Memenuhi
---	-------------	-------	-----	-----------	----------

Sumber : Hasi Penelitian Laboratorium

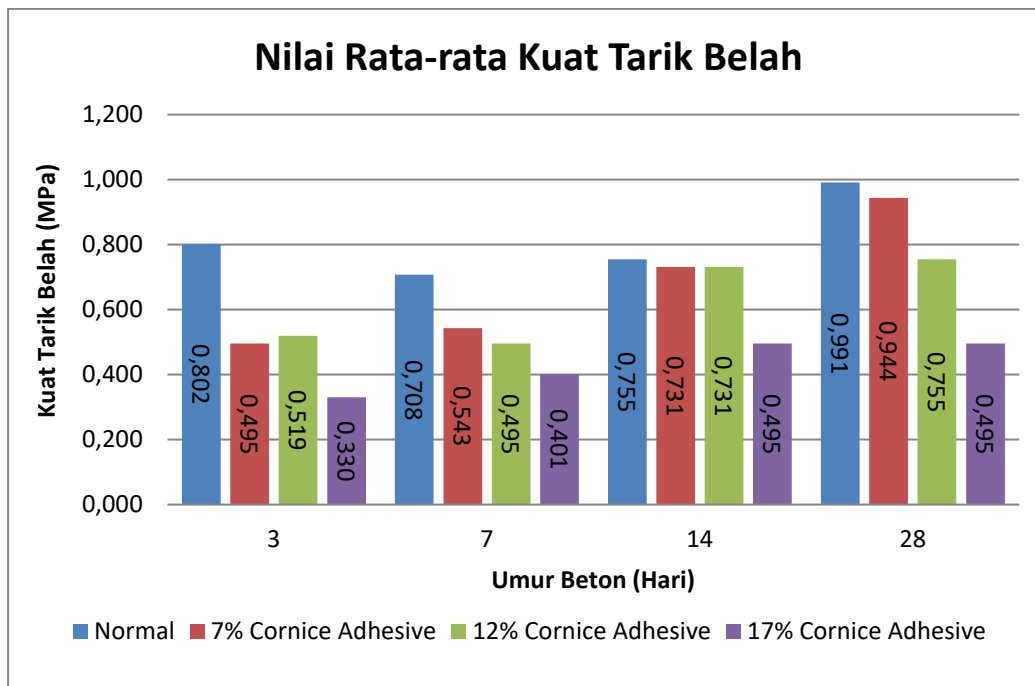
Tabel 2 Memperhatikan bahwa hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar (cipping) asal lampan sebesar 1,37% setelah memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI yaitu antara 0,2% - 2%. Begitupun bobot isi dalam kondisi padat sebesar 1,59 gr/cm³ dan bobot isi agregat dalam kondisi lepas sebesar 1,4 gr/cm³ juga telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh SNI yaitu antara 1,2 – 1,9 gr/cm³. Untuk memeriksa kadar air, berat jenis (bulk), berat jenis permukaan (SSD), berat jenis semu (*apparent*), dan penyerapan agregat dan berat jenis semen juga memenuhi standar SNI karena nilai hasil pemeriksaan agregat dilaboratorium berada diantara nilai standar yang sudah ditetapkan oleh SNI.

Adapun hasil kuat tarik belah rata-rata beton berpori normal dan yang menggunakan *cornice adhesive* pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari terlihat seperti tabel dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Rata-rata Kuat Tarik Belah Beton Berpori

Jenis Beton	Umur (Hari)			
	3	7	14	28
Normal	0.802	0.708	0.755	0.991
7% <i>Cornice Adhesive</i>	0.495	0.543	0.731	0.944
12% <i>Cornice Adhesive</i>	0.519	0.495	0.731	0.755
17% <i>Cornice Adhesive</i>	0.330	0.401	0.495	0.495

Sumber : Hasi Penelitian Laboratorium



Grafik 4.1 Grafik Hasil Perbandingan Kuat Tarik Belah Beton Berpori

Sumber : Hasi Penelitian Laboratorium

Berdasarkan grafik 4.1 memperlihatkan bahwa hasil yang didapatkan kuat tarik belah beton berpori normal atau tidak menggunakan bahan tambah *cornice adhesive* pada umur 28 hari dengan rata-rata 0,991 MPa sedangkan yang menggunakan penambahan *cornice adhesive* semua benda uji mengalami penurunan kuat tarik belah yakni pada penambahan

7% *cornice adhesive* didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 0,944 MPa, pada penambahan 12% *cornice adhesive* didapatkan kuat tarik belah rata-rata 0,755 MPa dan pada penambahan 17% *cornice adhesive* didapatkan kuat tarik belah rata-rata 0,495.

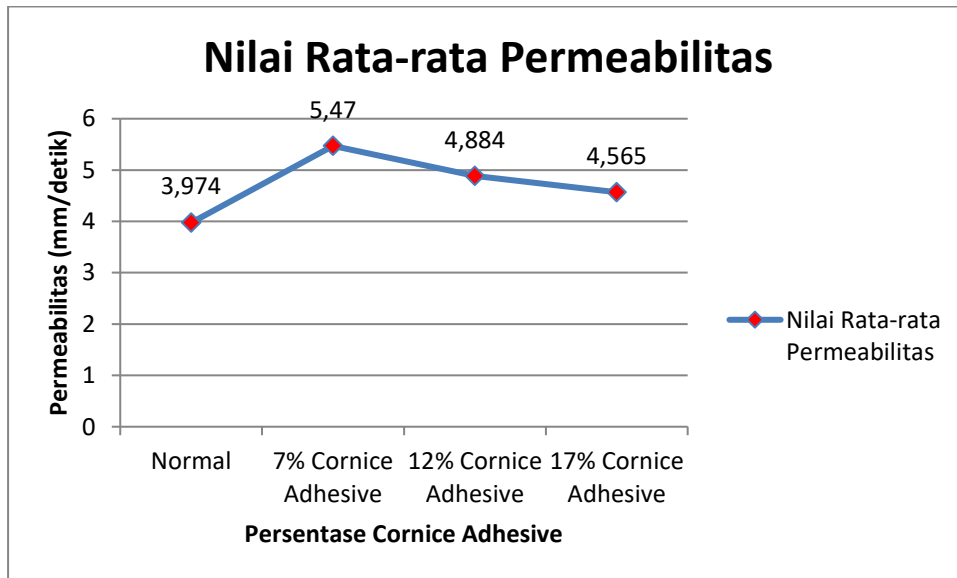
Hasil Perhitungan Permeabilitas

Berdasarkan hasil penelitian pelaksanaan pengujian permeabilitas beton berpori dari benda uji silinder, maka permeabilitas beton dapat dihitung sebagai berikut (Pengujian Permeabilitas dilakukan pada umur 14 Hari)

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Permeabilitas Beton Berpori Umur 14 Hari

Kode	Umur Beton	Penambahan <i>Cornice Adhesive</i>	Nilai Permeabilitas	Nilai Rata-rata Permeabilitas
	(Hari)	(%)	(mm/detik)	(%)
BU1	14	0	4.238	3.974
BU2			3.709	
BU1	14	7	4.830	5.470
BU2			6.109	
BU1	14	12	4.154	4.884
BU2			5.613	
BU1	14	17	4.515	4.565
BU2			4.615	

Sumber : Hasi Penelitian Laboratorium 2022



Grafik 4.2 Grafik Hasil Perbandingan Nilai Permeabilitas Beton Berpori Pada Umur 14 Hari

Sumber : Hasi Penelitian Laboratorium 2022

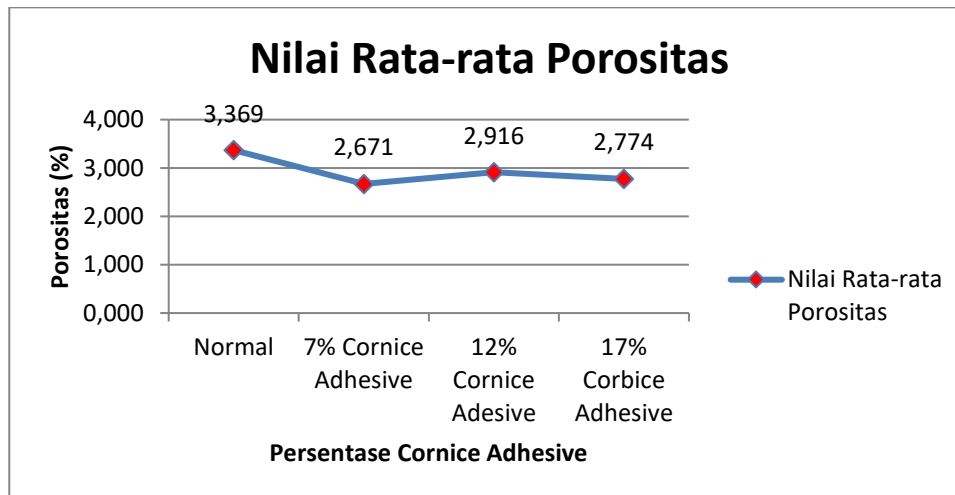
Berdasarkan grafik 4.3 memperlihatkan bahwa hasil yang didapatkan permeabilitas beton berpori normal pada umur 28 dengan rata-rata 3,974 mm/detik sedangkan yang menggunakan penambahan *cornice adhesive* 7% didapatkan hasil permeabilitas rata-rata 5,470 mm/detik dan penambahan *cornice adhesive* 12% didapatkan hasil permeabilitas rata-rata 4,884 mm/detik sedangkan penambahan *cornice adhesive* 17% didapatkan hasil

permeabilitas rata-rata 4,565 mm/detik. Berdasarkan hasil perbandingan nilai permeabilitas diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase *cornice adhesive* yang digunakan dalam beton berpori semakin rendah pula nilai permeabilitas yang dihasilkan.

Hasil Perhitungan Porositas

Berdasarkan hasil penelitian pelaksanaan pengujian porositas beton berpori dari benda uji silinder, maka porositas beton dapat dihitung sebagai berikut (pengujian porositas dilakukan pada umur 14 hari).

Berdasarkan uraian diatas, maka hasil porositas beton porous dapat diuraikan seperti pada tabel berikut ini :



Grafik 4.3 Grafik Hasil Perbandingan Nilai Porositas Beton Berpori Pada Umur 14 Hari

Berdasarkan grafik 4.2 memperlihatkan bahwa hasil yang didapatkan porositas beton normal atau tidak menggunakan bahan tambah *cornice adhesive* pada umur 28 hari dengan rata-rata 3,369% sedangkan yang menggunakan penambahan *cornice adhesive* 7% didapatkan hasil porositas beton dengan rata-rata 2,671% dan penambahan *cornice adhesive* 12% didapatkan hasil porositas beton dengan rata-rata 2,916% sedangkan penambahan *cornice adhesive* 17% didapatkan hasil porositas beton dengan rata-rata 2,774%.

SIMPULAN

1. Kuat tarik belah beton berpori dengan gradasi seragam dari hasil penelitian memperlihatkan bahwa hasil yang didapatkan kuat tarik belah beton berpori normal pada umur 28 hari dengan rata-rata 0,991 MPa sedangkan yang menggunakan penambahan *cornice adhesive* semua benda uji mengalami penurunan kuat tarik belah yakni pada penambahan 7% *cornice adhesive* didapatkan nilai kuat tarik belah rata-rata 0,944 MPa, pada penambahan 12% *cornice adhesive* didapatkan kuat tarik belah rata-rata 0,755 MPa dan pada penambahan 17% *cornice adhesive* didapatkan kuat tarik belah rata-rata 0,495. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak *cornice adhesive* yang digunakan maka semakin rendah kuat tarik belah yang dihasilkan.
2. Permeabilitas beton berpori dengan gradasi seragam dari hasil penelitian memperlihatkan bahwa hasil yang didapatkan permeabilitas beton porous normal pada umur 28 dengan rata-rata 3,974 mm/detik sedangkan yang menggunakan penambahan *cornice adhesive* 7% didapatkan hasil permeabilitas rata-rata 5,470 mm/detik dan penambahan *cornice adhesive* 12% didapatkan hasil permeabilitas rata-rata 4,884 mm/detik sedangkan penambahan *cornice adhesive* 17% didapatkan hasil permeabilitas rata-rata 4,565 mm/detik. Permeabilitas pada beton berpori bergradasi seragam mencapai nilai rata-rata tertinggi sebesar 5,470 mm/detik. Hasil penelitian ini memenuhi standar ACI 522R-2010

antara 1,4 mm/detik sampai 12,2 mm/detik dan hasil nilai porositas dapat diketahui dari hasil pengujian permeabilitas. erisi simpulan dan saran. Simpulan memuat jawaban atas pertanyaan penelitian. Saran-saran mengacu pada hasil penelitian dan berupa tindakan praktis, sebutkan untuk siapa dan untuk apa saran ditujukan. Ditulis dalam bentuk essay, bukan dalam bentuk numerikal. Maksimal 100 kata

Saran

Setelah penulis melakukan penelitian tentang pengaruh pemanfaatan cornice adhesive sebagai bahan tambah terhadap kuat tarik belah beton berpori, maka penulis memberikan saran yakni untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk tidak memakai cornice adhesive sebagai bahan tambah pada beton berpori karena hasil penilitian menunjukkan bahwa kuat tarik belah pada benda uji yang menggunakan bahan tambah cornice adhesive lebih rendah dibandingkan dengan benda uji normal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Pimpinan UKI Toraja, ibu Ermitha Ambun Rombe, dan Winhandra T. yang telah memberikan kontribusi dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Commite.(2010). ACI 522R-10, Report on Pervious Concrete, USA: American Concrete Institute.
- Anindia Nur Aulia. 2018. Karakteristik Beton Pori (Pervious Concrete) dengan Penambahan Admixture Terhadap Laju Alir, Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah, Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
- Anita Setyowati, Srie Gunarti, Subari Guntur Alam. 2013. Pengaruh Penambahan Waterglass Pada Sifat Mekanik Beton.
- Arusmalem Ginting, 2015. Perbandingan Kuat Tekan dan Prositas Beton Porous Menggunakan Agregat Kasar Bergradasi Seragam dengan Gradasi Menerus, Jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2011. SNI 1974:2011; Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.
- Bintang Gumelar, Arie Wardono, 2019. Pengaruh Penambahan Nanosilika Komersial Pada Kuat tekan, Prositas dan Permeabilitas Beton, Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.
- Budi Setiawan, Adi Susanto, Silviani, 2013. Waterglass Sebagai Bahan Tambah Untuk Menambah Daya Kedap Air Pada Beton, Jurusan Teknik Sipil Universitas Borobudur.
- Desti Ayu, Anastasya Tando, 2020. Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Porositas, Permeabilitas dan Kuat Tekan Beton Porous, Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia.
- Eko Putro Pratomo, Ary Setyawan, Djumari. 2016. Pengaruh Gradasi Terhadap Porositas dan Kuat Tekan Beton Berpori, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Ermitha A.R., Parea Rusan Rangan, 2022. Analisis Kuat Tarik Belah Beton Dengan Bahan Tambah Serat Buah Pinang Dan Waterglass, Konperensi Nasional Teknik Sipil - KoNTeKS 16, halaman : 492 – 495.
- Ikhwanudin Muhammad Thorikur Majid, 2019. Pengaru Fly Ash Sebagai Bahan Penambahan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Porous Beragregat Kasar Kerikil Palu, Jurusan Tekni Sipil Universitas Politeknik Negeri Balikpapan.
- Monica Fransisca Khonando Hieryco Manalip, Steenie E. Wallah. Jurnal Teknik Sipil statik Vol. 7 No. 3 Maret 2019 (351-358) ISSN: 237-6732. Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton Porous dengan Vaariasi Ukuran Agregat, Juerusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sary Shandy, Joni Hemanto, 2019. Studi Kolerasi Porositas Beton Terhadap Kuat Tekan Rata-Rata Menggunakan Agregat Kasar Batu Angus. SNI 2493:2011. Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium, BSN 2011, Jakarta

- Trisnoyowono, Diarto. 2014, Beton Non-Pasir. Yogyakarta. Graha Ilmu.ry, D., Jacobs, L.C. & Razavieh, A. 1976. *Pengantar Penelitian Pendidikan*. Terjemahan oleh Arief Furchan. 1982. Surabaya: Usaha nasional
- Arikunto, S. 1998. *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rinneka Cipta
- Jawa Pos. 22 April 2008. *Wanita Kelas Bawah Lebih Mandiri*, hlm. 3
- Kansil, C.L. 2002. Orientasi Baru Penyelenggaraan Pendidikan Program Profesional dalam Memenuhi Kebutuhan Dunia Idustri. *Transpor*, XX(4): 54-5 (4): 57-61
- Kumaidi. 2005. Pengukuran Bekal Awal Belajar dan Pengembangan Tesnya. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. Jilid 5, No. 4,
- Kuntoro, T. 2006. *Pengembangan Kurikulum Pelatihan Magang di STM Nasional Semarang: Suatu Studi Berdasarkan Dunia Usaha*. Tesis tidak diterbitkan. Semarang: PPS UNNES
- Pitunov, B. 13 Desember 2007. Sekolah Unggulan Ataukah Sekolah Pengunggulan ? *Majalah Pos*, hlm. 4 & 11.
- Parea Rusan Rangan, dkk. 2021. Compressive strength of high-strength concrete with cornice adhesive as a partial replacement for cement, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, <https://iopscience.iop.org/issue/1755-1315/871/1>, IOP Publishing, Volume : 871, Issue : 012006, Pages 1-7.
- Parea Rusan Rangan, dkk. 2021. The Potential Utilization of Candlenut Shell Waste as Coarse Aggregate Replacement in Concrete *Journal Design Engineering*, Volume 1, Issue 1, Pages 458-466.
- Waseso, M.G. 2001. *Isi dan Format Jurnal Ilmiah*. Makalah disajikan dalam Seminar Lokakarya Penulisan artikel dan Pengelolaan jurnal Ilmiah, Universitas Lambungmangkurat, 9-11 Agustus