

# PENGARUH SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN DENGAN ABU AMPAS TEBU TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS BETON POROUS

Teguh Putra

Hieryco Manalip, Mielke R. I. A. J. Mondoringin

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi

Email : [teguhbutarbutar@gmail.com](mailto:teguhbutarbutar@gmail.com)

## ABSTRAK

*Meningkatnya luas daerah dengan permukaan yang kedap air mengakibatkan air tidak bisa berinfiltrasi ke dalam tanah dengan baik, sehingga menimbulkan genangan air. Penggunaan beton porous merupakan salah satu cara efektif untuk mengatasi hal tersebut. Beton porous merupakan beton yang memiliki celah diantara agregat sehingga memiliki kemampuan untuk meloloskan air agar dapat berinfiltrasi ke dalam tanah.*

*Abu Ampas Tebu yang berasal dari PT.PG Gorontalo merupakan limbah yang memiliki kandungan silikat. Limbah yang dihasilkan hanya dihampar di pekarangan dan tidak dimanfaatkan sehingga dapat mencemari udara karena ukurannya yang halus. Dibutuhkan pengolahan agar dapat mengurangi masalah tersebut.*

*Penelitian ini dilakukan dengan abu ampas tebu (AAT) sebagai bahan pengganti semen dengan persentase secara berturut-turut 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat semen. Dengan komposisi agregat 55% agregat lolos saringan 1/2'' namun tertahan saringan 3/8'' dan 45% lolos saringan 3/4'' namun tertahan 1/2''.*

*Nilai kuat tekan optimum beton porous tercapai pada campuran beton dengan persentase AAT 10% yang berusia 28 hari yaitu 13.143 MPa. Untuk beton porous dengan permeabilitas optimum adalah beton dengan persentase AAT 0% yaitu 5.334 cm/detik. Sedangkan untuk campuran beton porous yang memiliki permeabilitas yang efektif dan kuat tekan yang cukup adalah campuran dengan persentase AAT 10% yang memiliki nilai kuat tekan 13.143 MPa dan permeabilitas 3.59 cm/detik..*

**Kata kunci:** Beton porous, kuat tekan, permeabilitas, abu ampas tebu

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Penggunaan beton konvensional yang semakin meluas mengakibatkan banyak daerah dengan permukaan kedap air, sehingga air tidak bisa berinfiltrasi ke dalam tanah dengan baik. Beton Porous merupakan salah satu cara yang efektif untuk mengatasi masalah ini.

Beton Porous memiliki porositas yang tinggi sehingga memiliki kemampuan untuk meloloskan air agar bisa berinfiltrasi ke dalam tanah. Porositas yang tinggi tercapai karena rongga yang saling berhubungan. Beton porous biasanya digunakan di area parkir, daerah lampu lalu lintas dan trotoar (NRMCA, 2004)

Abu ampas tebu adalah abu yang diperoleh dari tebu yang telah diperas niranya

dan ampasnya dibakar pada ketel-ketel uap, biasanya ampas tebu ini digunakan sebagai bahan bakar pada ketel uap, abu yang dihasilkan dari hasil pembakaran merupakan material yang akan digunakan dalam penelitian.

Berdasarkan hasil pengujian oleh Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado di peroleh kandungan silikat abu ampas tebu sebesar 68,5% sehingga memiliki sifat pozzolan.

Menurut standar ASTM C 125-07 (2007), pozzolan ialah bahan yang mempunyai silika atau silika alumina yang memiliki sedikit atau tidak ada sifat semen tetapi apabila dalam bentuk butiran yang halus dan dengan kehadiran kelembaban, bahan ini dapat bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu biasa untuk membentuk senyawa bersifat semen.

Dengan ukuran butiran yang halus dan kandungan silikat yang tinggi maka dilakukan penelitian tentang abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen.

### Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh penggunaan AAT(*Abu Ampas Tebu*) sebagai bahan pengganti sebagian semen pada campuran beton *porous* terhadap permeabilitas dan kuat tekan beton *porous*.

### Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan pengganti berupa abu ampas tebu (AAT) yang berasal dari limbah industri dari Pabrik Gula Gorontalo.
2. Semen merek Tonasa.
3. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Lansot.
4. Abu Ampas Tebu yang lolos saringan no.200
5. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 5 variasi yang berbeda. Setiap variasi terdiri dari 3 sampel
6. Pengujian yang dilakukan:
  - Pengujian kuat tekan pada beton yang berusia 7 dan 28 hari.
  - Pengujian permeabilitas pada beton yang berusia 28 hari.
7. Pengujian dilakukan di lab material Universitas Sam Ratulangi.

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi sebagian semen dengan menggunakan AAT terhadap kuat tekan dan permeabilitasnya.

### Manfaat Perencanaan

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan pemahaman khususnya dalam penggunaan abu ampas tebu sebagai substitusi pada semen serta pengaruhnya terhadap kuat tekan dan permeabilitas beton *porous*.

Dari segi ekonomi diharapkan dapat mengurangi biaya dalam pembuatan beton *porous*. Selain itu penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam penelitian-penelitian selanjutnya.

## LANDASAN TEORI

### Beton

Beton adalah suatu amterila yagn terdiri dari camouran semen, air, agregat dan dengan atau tanpa bahan tambahan. Beton memiliki daya kuat tekanyang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipregunakan untuk pemulihan jembatan dan jalan. Karena beton merupakan komposit, maka beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007)

### Beton Porous

Beton porous adalah tipe beton dengan Porositas yang tinggi, sehingga dapat meloloskan air. Porositas yang tinggi dicapai karena adanya rongga udara yang saling berhubungan. Beton porous adalah suatu material bergradasi seragam yang terdiri dari semen Portland, agregat kasar, sedikit atau tanpa agregat halus, bahan tambah, dan air. Kombinasi bahan-bahan ini ketika dituang, dipadatkan dan dirawat dengan benar, akan menghasilkan suatu bahan keras yang memiliki permeabilitas 81 – 730 l/min/m<sup>2</sup> dengan kekuatan 2,8 – 28 MPa.

Beton non pasir telah digunakan secara luas sebagai bahan bangunan struktual di Eropa, Australia dan Timur Tengah lebih dari 70 tahun (Macintosh dkk, 1965, dalam Harber, 2005). Penggunaan paling awal beton non pasir terjadi di Inggris pada tahun 1852 dengan pembangunan dua rumah tinggal dan krib laut sepanjang 61 m dan lebar 2,15 m (Francis, 1965, dalam Harber, 2005).

### Kelebihan dan Kekurangan Beton Porous

Kelebihan dan kekurangan beton *porous* adalah (Tennis dkk. 2004; ACI 2010):

Kelebihan beton *porous*:

1. Manajemen efektif untuk aliran air hujan
2. Mengurangi kontaminasi di aliran air
3. Mengisi kembali persediaan air tanah
4. Mengurangi efek panas bumi
5. Mengurangi suara ribut akibat interaksi antara ban dan jalan

Kekurangan beton *porous*:

1. Pemakaian terbatas untuk kendaraan berat di lalu lintas padat
2. Praktek konstruksi khusus

3. Sensitif terhadap konten air dan control dalam beton segar
4. Kekurangan metode percobaan yang distandarisasi
5. Perhatian khusus dan pemeliharaan dalam desain untuk tipe tanah tertentu
6. Perhatian khusus mungkin diperlukan untuk tanah dengan kandungan air tanah yang tinggi

**Material Pembentuk Beton Porous**

Berdasarkan ACI 522R-10 mix design untuk beton porous terdiri dari: semen (270 - 415 kg), agregat (1190 - 1480 kg), faktor air semen (0.27 – 0.34), perbandingan berat pasir dan kerikil (0 sampai 1 : 1). Penambahan pasir akan menurunkan kadar pori dan meningkatkan kuat tekan.

**Kuat Tekan**

Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton disbanding dengan sifat-sifat lain, kekuatannya ditentukan berdasarkan pengaturan dari perbandingan antara semen, agregat kasar dan halus, serta air.

Kekuatan tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekanan per satuan luas. Semakin tinggi kekuata struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004). Besarnya kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

dengan:

- f'c = kuat tekan beton (N/mm<sup>2</sup>)
- P = beban tekan maksimum (N)
- A = luas bidang tekan benda uji (mm<sup>2</sup>)

**Permeabilitas Beton**

Permeabilitas merupakan kemampuan beton untuk meloloskan air. Untuk mengukur permeabilitas beton perlu dilakukan pengujian, salah satunya adalah uji aliran yaoutu pengujian untuk mengukur permeabilitas beton terhadap air bila air dapat mengalir melalui sampel beton.

Dari data pengujian ini ditentukan koefisien permeabilitas yang menunjukkan suatu angka kecepatan rembesan dluida dalam

suatu zat. Koefisien permeabilitas untuk uji aliran dihitung dengan rumus Darcy:

$$K = \frac{L \cdot (w/t)}{h \cdot A}$$

dengan:

- K = koefisien permeabilitas (cm/det)
- L = Panjang atau tinggi sampel(cm)
- A = Luas penampang sampel (cm<sup>2</sup>)
- h = tinggi ruang kosong (cm)
- t = Waktu aliran (det)
- w = Volume air (cm<sup>3</sup>)

**METODOLOGI PENELITIAN**

Tahapan pelaksanaan penelitian:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi Campuran Beton

Penelitian ini menggunakan komposisi campuran beton dengan cara coba-coa (Trial Mix Design) secara berulang-ulang untuk mendapatkan komposisi yang sesuai. Sehingga digunakan mix design dengan cara perbandingan antara semen, agregat kasar, dan air, sebagai berikut:

Tabel 1. Mix Design Beton Porous

Perbandingan Mix design		
Semen	Agregat Kasar	Air
1	4	0.33
Semen	Agregat Kasara	Air
382.17 kg	1528.66 kg	127.40 kg

### Variasi Campuran Beton Porous

Variasi campuran beton porous yang diteliti terdiri dari 5 variasi dengan ukuran agregat kasar dan semen dibuat konstan, namun persentase *Abu Ampas Tebu* yang disubstitusikan terhadap semen berbeda. Ukuran agrerat kasar yang digunakan yaitu 55% agregat ukuran 9.52 mm atau lolos saringan 1/2" tertahan pada saringan 3/8" dan 45% agregat ukuran 12.7 mm atau lolos saringan 3/4" tertahan saringan 1/2". Pada variasi 5% dilakukan penambahan air sebesar 12.50% dari voume awal air, variasi 10% sebesar 16.66% dari volume awal air, variasi 15% sebesar 33.33% dari volume awal air dan variasi 20% sebesar 54.16% dari volume awal air.

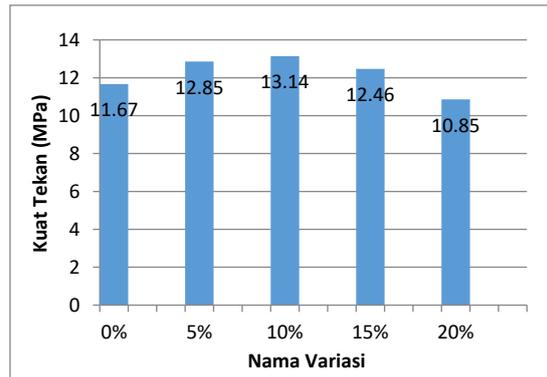
### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Porous

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kuat tekan optimum pada variasi 3 yaitu 13.143 Mpa pada beton usia 28 hari. Berikut merupakan hasil Pengujian dari 5 variasi beton porous yang diteliti.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Porous

No	Nama Variasi	Kuat Tekan (Mpa)	
		7 hari	28 hari
1	0%	10.047	11.670
2	5%	10.163	12.853
3	10%	10.927	13.143
4	15%	10.727	12.467
5	20%	9.543	10.857

Sumber: Hasil Penelitian

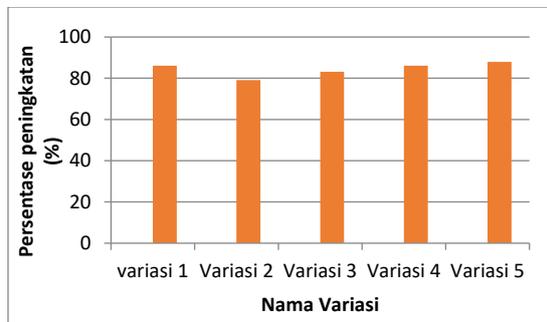


Gambar 2. Grafik Hubungan Variasi Substitusi AAT dengan Hasil Kuat Tekan 28 Hari Beton Porous

Tabel 3. Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Usia 7 hari ke 28 hari

No	Nama Variasi	Kuat Tekan (MPa)		Perbandingan Kuat Tekan Beton (%)	
		7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
1	Variasi 1	10.04	11.67	86	100
2	Variasi 2	10.16	12.85	79	100
3	Variasi 3	10.92	13.14	83	100
4	Variasi 4	10.72	12.46	86	100
5	Variasi 5	9.54	10.85	88	100

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 3. Pesentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Porous

Dari hasil kuat tekan beton didapatkan persentase peningkatan nilai kuat tekan berbeda-beda pada setiap variasi. Hasil kuat tekan substitusi 5%, 10% dan 15% AAT lebih tinggi dari hasil kuat tekan substitusi 0% AAT. Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa, peningkatan kuat tekan beton porous dari 7 hari ke 28 hari tidak dapat ditetapkan dengan nilai konstan seperti beton pada umumnya, karena akan berbeda sesuai dengan komposisi yang digunakan.

**Hasil Pengujian Permeabilitas Beton Porous**

Pengujian permeabilitas dilakukan menggunakan air sebanyak 2L,4L dan 8L air. Berdasarkan hasil pengujian, permeabilitas dengan nilai optimum diperoleh pada variasi 1C dengan nilai permeabilitas 5.334 cm/dtk. Variasi 1C adalah Variasi yang tidak menggunakan Abu Ampas Tebu dan pengujian permeabilitas menggunakan volume 8 L air.

Tabel 4. Hasil Uji Permeabilitas Beton Porous dengan Volume 2L Air

No	Nama Variasi	Waktu Aliran (dtk)	Permeabilitas (cm/dtk)
1	Variasi 1A	14.66	4.37
2	Variasi 2A	19.10	3.75
3	Variasi 3A	24.22	3.24
4	Variasi 4A	22.50	2.86
5	Variasi 5A	26.73	2.39

Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 5. Hasil Uji Permeabilitas Beton Porous dengan Volume 4L Air

No	Nama Variasi	Waktu Aliran (dtk)	Permeabilitas (cm/dtk)
1	Variasi 1B	25.34	5.05
2	Variasi 2B	33.55	4.52
3	Variasi 3B	43.49	3.43
4	Variasi 4B	41.59	3.10
5	Variasi 5B	44.55	2.86

Sumber: Hasil Penelitian

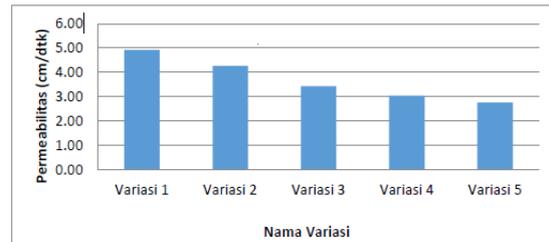
Tabel 6. Hasil Uji Permeabilitas Beton Porous dengan Volume 8L Air

No	Nama Variasi	Waktu Aliran (dtk)	Permeabilitas (cm/dtk)
1	Variasi 1C	48.07	5.33
2	Variasi 2C	67.78	4.52
3	Variasi 3C	84.74	3.59
4	Variasi 4C	81.95	3.14
5	Variasi 5C	85.09	3.00

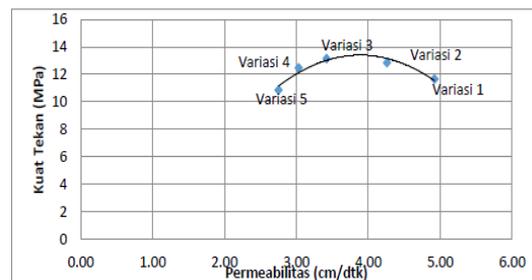
Sumber: Hasil Penelitian

Tabel 7. Rata-Rata Hasil Uji Permeabilitas

No	Nama Variasi	Permeabilitas (cm/dtk)
1	Variasi 1	4.92
2	Variasi 2	4.26
3	Variasi 3	3.42
4	Variasi 4	3.03
5	Variasi 5	2.75



Gambar 4. Grafik Hubungan Variasi Komposisi AAT dengan Permeabilitas Beton Porous



Gambar 5. Hubungan Kuat Tekan dengan Permeabilitas

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan permeabilitas beton porous yang telah dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 4, Penambahan persentase AAT mengakibatkan beton menjadi semakin padat sehingga nilai permeabilitasnya akan semakin menurun sebab ruang kosong sebagai media lewatnya udara maupun cairan sedikit sehingga membuat beton tersebut tidak mudah dilalui udara atau cairan. Dari gambar 5. dapat dilihat pada variasi 1-3 terjadi penurunan nilai permeabilitas, tetapi nilai kuat tekannya meningkat. Sedangkan pada variasi 4-5 terjadi penurunan nilai permeabilitas dan juga pada nilai kuat tekannya.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari data yang ada dapat disimpulkan bahwa tidak semua AAT yang disubstitusikan berfungsi sebagai pengikat pada beton namun ada sebagian AAT berperan sebagai pengisi yang membuat beton menjadi lebih padat sehingga pada setiap penambahan persentase AAT permeabilitasnya akan semakin menurun.
2. Nilai kuat tekan optimum tercapai pada variasi AAT 10% pada umur beton 28 hari yang menghasilkan nilai kuat tekan 13.14 MPa dengan kenaikan sebesar 12.62% terhadap beton tanpa bahan tambahan AAT.

3. Variasi beton porous yang efektif mengalirkan air dan juga memiliki kuat tekan yang cukup dari 5 variasi yang diuji adalah variasi 3 dengan penggunaan substitusi 10% AAT dengan nilai kuat tekan 13.143 MPa dan permeabilitas rata-ratanya 3.42 cm/det.

### Saran

1. Pada penelitian selanjutnya untuk variasi substitusi AAT sebaiknya dilakukan juga penelitian dengan persentase AAT dengan interval 5-10%.
2. Pada pengujian permeabilitas sebaiknya menggunakan peralatan uji permeabilitas.
3. Untuk penelitian yang lebih mengutamakan permeabilitas beton porous, sebaiknya tidak menggunakan AAT sebagai bahan pengganti semen.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee. 2010. ACI 522R-10, *Report on Pervious Concrete Made from Recycled Aggregate By Pulsed Power*.
- Harber, P.J., 2005, *Applicability of No-Fines Concrete as a Road Pavement*, Research Project, Bachelor of Engineering, Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland.
- Mulyono, Tri., 2004. *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- NRMCA, 2004. *What, Why, and How? Pervious concrete*, Concrete in practice series, CIP 38, Silver Spring, Maryland, May 2004.
- Tennis, P., Leming, M., & Kiefer, C., 2004. *Pervious Concrete Pavements*.