

**PENGARUH PENGGUNAAN BETON POROUS SEBAGAI
PENGANTI BATAKO RINGAN BERLUBANG TERHADAP KUAT
TEKAN DAN KUAT LENTUR DENGAN VARIASI SERAT BENANG**

NASKAH PUBLIKASI

TEKNIK SIPIL

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**RYAN RADYA DESSANDA
NIM. 145060101111049**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**

PENGARUH PENGGUNAAN BETON POROUS SEBAGAI PENGGANTI BATAKO RINGAN BERLUBANG TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR DENGAN VARIASI SERAT BENANG

(The Effect of Porous Concrete Use as a Substitute for Lightweight Hollow Blocks on Compressive Strength and Flexure Strength With Variations of Fiber Yarn))

Ryan Radya Dessanda, Sri Murni Dewi, Eva Arifi.
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia-Telp (0341) 566710. 587711
E-mail : dessanda77@gmail.com

ABSTRAK

Recycled Coarse Agregate merupakan agregat daur ulang yang berasal dari limbah konstruksi beton. RCA akan digunakan sebagai pengganti kerikil alam dalam proporsi *beton porous*, dan pori – pori terbentuk dari agregat kasar dengan sedikit atau tanpa agregat halus sebagai penyusun batako *beton porous*. Batako *beton porous* fungsinya dapat sebagai dinding pada bangunan, struktur kolom dan digunakan sebagai dinding penahan tanah. Batako *beton porous* dapat digunakan sebagai dinding penahan tanah karena *beton porous* memiliki pori-pori yang bisa sebagai tempat keluarnya air, jadi tidak membutuhkan pipa pada dinding penahan tanah dan untuk memperkuat struktur pada lubang batako *beton porous* diisi tulangan lalu dicor dengan *fresh concrete*. Untuk mencegah keruntuhan secara horizontal pada batako *beton porous* akan ditambahkan serat benang yang kedalam *beton porous* secara horizontal mengisi pada sisi-sisi dari batako tersebut. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan kuat lentur yang terdapat pada batako *beton porous* dengan variasi serat benang. Variasi serat benang yang digunakan adalah 2 serat benang, 4 serat benang, dan 6 serat benang

Hasil dari pengujian kuat tekan dan kuat lentur menunjukkan bahwa batako *beton porous* yang menggunakan 6 serat benang memiliki nilai rata-rata kuat tekan maupun kuat lentur yang lebih besar dibandingkan batako *beton porous* yang menggunakan 2 dan 4 serat benang. Nilai kuat tekan dengan menggunakan 2 serat benang, 4 serat benang, dan 6 serat benang secara berturut-turut sebesar 1,387025 MPa; 2,946309 MPa; dan 3,210291 MPa. Untuk nilai kuat lentur dengan menggunakan 2 serat benang, 4 serat benang, dan 6 serat benang secara berturut-turut sebesar 0,25125 MPa; 0,322875 MPa; dan 0,37875 MPa.

Kata kunci : Batako beton porous, serat benang, kuat tekan, kuat lentur.

ABSTRACT

Recycled Coarse Agregate is a recycling aggregate derived from concrete construction waste. RCA will be used instead of natural aggregate in the proportion of porous concrete, and Pores of its concrete created by coarse aggregate with small amount of or without fine aggregate. Porous concrete blocks can function as a wall on the building, column structure and used as a retaining wall. Porous concrete blocks can be used as retaining walls because porous concrete has pores that can serve as a discharge site, so it does not require a pipe on the retaining wall and to reinforce the structure on the hollow of porous concrete blocks with reinforcement and then cast with fresh concrete. To prevent the horizontal collapse of the porous concrete blocks yarn fiber was added into the porous concrete horizontally along the sides of the blocks. This study aims to determine the compressive strength and flexural strength of porous concrete blocks using yarn fiber variation. The variations of the yarn used was 2 yarn fibers, 4 yarn fibers, and 6 yarn fibers.

The results of the compressive strength and flexural strength tests indicate that porous concrete blocks use 6 yarn fibers have an average value of compressive strength and flexural strength more better than porous concrete blocks use 2 and 4 yarn fibers. The value of compressive strength use 6 yarn fibers, 4 yarn fibers, and 2 fibers are 1.387025 MPa; 2.946309 MPa; and 3.210291 MPa, respectively. For flexure strength values use 6 yarn fibers, 4 yarn fibers, and 2 yarn fibers are 0.25125 MPa; 0.322875 MPa; and 0.37875 MPa, respectively.

Keywords: Porous concrete blocks, fiber yarn, compressive strength, flexure strength.

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi saat ini, banyak pembangunan besar-besaran yang dilakukan oleh Pemerintah Indonesia yang bertujuan untuk menyejahterakan masyarakat. Hal itu menyebabkan kebutuhan bahan bangunan seperti kerikil, pasir dan semen akan meningkat pesat. Pembangunan tersebut lebih banyak didominasi dengan pembangunan gedung-gedung bertingkat lebih dari 5 lantai, pada bangunan terdiri dari atap, dinding dan lantai. Bahan konstruksi yang paling sering digunakan untuk dinding adalah bata beton, bata celcon (*hebel*), batako dan batu bata.

Batako merupakan bahan konstruksi yang terbuat dari campuran antara semen, pasir dan air yang kemudian dimasukkan kedalam cetakan sesuai standart dan di press. Batako digunakan sebagai alternatif pengganti batu bata sebagai dinding, dikarenakan batu bata memiliki beberapa kelemahan jika digunakan sebagai konstruksi. Seiring berkembangnya jaman dan teknologi telah banyak ditemukan inovasi atau alternatif yang bisa digunakan pada pembuatan batako untuk meningkatkan mutu dan kualitas pada batako tersebut. Bisa menggunakan cara penambahan bahan tambahan pada batako, karena mampu meningkatkan kuat tekan dan membuat batako menjadi tahan lama. Daur ulang dari beton bekas yang sudah digunakan juga bisa menjadi salah satu cara untuk penambahan agregat pada batako sebagai pengganti dari pasir. Namun seperti yang dijelaskan oleh Amri (2005) ada beberapa yang membedakan dari Penggunaan Beton Daur Ulang (BDU) yaitu secara umum sifat mekanis beton agregat daur lebih jelek dibanding beton yang terbuat dari agregat alam, terutama dalam menahan beban tarik. Hasil penelitian Sakkung (1999) memperlihatkan bahwa material hasil proses penyaringan memiliki sifat fisik yang serupa dengan sebelum proses penyaringan, sehingga secara teknis material hasil daur ulang dapat digunakan.

Maka pada penelitian kali ini berinovasi untuk mengganti pasir dengan penggunaan RCA (*recycle course aggregate*) dari bahan beton yang sudah tidak terpakai dan membuat batako ringan itu menjadi berbahan beton *porous*. RCA (*recycle course aggregate*) merupakan hasil pembongkaran struktur beton bisa berupa bangunan yang sudah diruntuhkan atau beton-beton sisa yang sudah diuji oleh peneliti sebelumnya yang akan digunakan kembali sebagai pengganti kerikil atau agregat kasar dalam campuran pembuatan beton baru. Pada batako ringan ini menghilangkan agregat halus secara keseluruhan dengan menggantikannya agregat kasar yaitu daur ulang dari beton yang sudah digunakan, akibat tidak menggunakan pasir

dalam batako maka terciptalah rongga-rongga yang di isi udara. Kadar rongga berkisar 12% sampai 25 %.

Fungsi dari batako beton *porous* ini selain bahannya ringan juga memiliki banyak fungsi yaitu bisa digunakan sebagai dinding pada bangunan, dinding penahan tanah dan apabila pada lubang batako diberi tulangan lalu dicor dengan *fresh concrete* akan dapat menjadi struktur kolom. Kegunaan yang pertama batako beton *porous* digunakan sebagai dinding pada bangunan-bangunan dan fungsinya sama seperti dinding-dinding biasa yang menggunakan bata ringan. Apabila yang digunakan sebagai dinding penahan tanah memiliki fungsi sebagai tempat keluarnya air dan tidak memerlukan lagi adanya pipa karena pada batako beton *porous* memiliki rongga-rongga yang bisa membuat air keluar. Selanjutnya batako beton *porous* bisa digunakan sebagai struktur kolom apabila pada lubang pada batako disusun keatas lalu diisi dengan tulangan dan lalu di cor dengan beton segar. Untuk mencegah keruntuhan secara horisontal pada batako beton *porous* maka perlu adanya perkuatan dalam menahan gaya horisontal, perkuatan tersebut dengan menggunakan tambahan serat benang yang di masukkan secara horisontal kedalam cetakan benda uji. Jadi pada penelitian kali ini batako beton *porous* akan ditambahkan serat benang dengan 3 variasi yang diinginkan agar kerja serat benang bisa seperti tulangan pada beton. Oleh karena itu penelitian ini mengambil judul "Pengaruh Penggunaan Beton Porous sebagai Pengganti Batako Ringan Berlubang terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur dengan Variasi Serat Benang".

TUJUAN

Adapun Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi serat benang terhadap nilai kuat tekan dan nilai kuat lentur batako beton *porous*.

TINJAUAN PUSTAKA

Batako

Campuran pembentuk batako sebagai bahan konstruksi adalah antara semen, pasir dan air yang kemudian di press kedalam cetakan yang sesuai dengan standart. Menurut PUBI-1982 batako atau batu cetak tras-kapur adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras, kapur dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya. Batako merupakan bahan bangunan yang biasanya digunakan untuk pasangan dinding atau dinding tembok. Jenis batako ada 2 golongan, yaitu batako padat dan batako berlubang. Sifat peredam panas yang dimiliki oleh batako berlubang lebih baik daripada

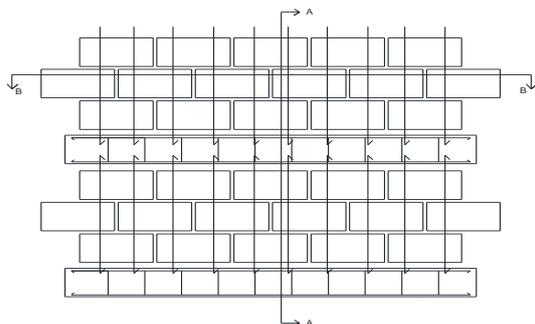
bratako padat dengan menggunakan bahan dan ketebalan yang sama.

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi mutu bara beton berlubang antara lain :

- **Faktor Air Semen**
FAS merupakan suatu perbandingan dari berat air dengan semen dalam suatu *mix design*, dan sangat berpengaruh terhadap *mix design* bata beton berlubang dalam hal kekuatan maupun kemudahan dalam pengerjaan (*workability*).
- **Sifat Agregat**
Pengaruhnya bisa berupa dengan kekerasan agregat, susunan besar butir agregat, kebersihan agregat. Ketiga pengaruh tersebut dapat mempengaruhi pada beton.
- **Umur Bata Beton Berlubang**
Semakin bertambahnya umur bata beton berlubang, maka kuat tekannya pun akan bertambah tinggi atau semakin kuat. Standart kekuatan pada bata beton berlubang yang dipakai adalah kekuatan pada umur 28 hari, apabila diinginkan untuk mengetahui kekuatan bata beton berlubang pada umur 28 hari, maka dapat dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 3 atau 7 hari dan hasilnya dapat dikalikan dengan faktor tertentu untuk mendapatkan perkiraan kuat tekan bata beton berlubang pada umur 28 hari.

Beton Porous

Beton berpori (Porous Concrete) adalah material beton spesial dengan porositas tinggi yaitu antara 15-30% rongga udara sehingga mudah untuk dilalui air. Beton berpori dibuat dari campuran air, semen, dan agregat kasar dengan sedikit atau tanpa agregat halus agar didapatkan pori-pori yang cukup banyak dan berhubungan. Fungsi utama beton porus adalah sebagai perkerasan beton penutup permukaan tanah dengan tujuan agar dapat air dapat dengan mudah mengalir ke bawahnya, dan dengan demikian kelebihan air permukaan akan dapat kembali terserap ke dalam tanah, daripada hanya terbuang ke laut (Paul et all, 2004).



Gambar 1. Dinding Penahan Tanah batako

Beton *porous* memiliki beberapa fungsi salah satunya adalah rongga yang berada beton tersebut dapat mengalirkan genangan-genangan air maupun air hujan hingga memungkinkan air untuk diserap oleh tanah. batako beton *porous* pada lubangnyanya di beri tulangan baja maka bisa dijadikan struktur kolom dan bisa juga digunakan sebagai dinding penahan tanah yang tidak memerlukan pipa air karena air bisa merembes ke pori-pori beton

Recycled Coarse Aggregate

Recycle Coarse Agregate atau bisa juga disebut daur ulang beton menjadi sebuah agregat merupakan suatu upaya yang memiliki tujuan untuk meminimalisir kebutuhan material yang berasal dari alam. Karena aktivitas kontruksi mengalami peningkatan maka akan membuat persediaan batuan dialam akan berkurang dan limbah beton juga akan semakin meningkat. Limbah beton ini bisa berasal dari sisa bangunan baru maupun penghancuran bangunan lama, apabila limbah ini dibiarkan disembarang tempat akan membuat dampak buruk bagi lingkungan karena dapat merusak alam da membuat kesuburan tanah akan terganggu.

Pada hasil studi eksperimental, RCA mengandung mortar antara 25% sampai 45% yang menyebabkan berat jenis agregat menjadi lebih kecil,memiliki pori yang lebih, kekerasanya berkurang, bidang temu bertambah, dan unsur-unsur kimia agesif akan dapat masuk dan merusak dengan mudah. Selain itu juga terdapat retak mikro pada RCA yang dapat ditimbulkan oleh mesin penggiling batu pada saat produksi agregat daur ulang yang tidak mampu membelah daerah lempengan maupun patahan pada NCA. Retak tersebut dapat terjadi karena ada tahanan kekangan mortar yang menyelimuti permukaan NCA (Suharwanto,2005).

Uji Kuat Lentur Batako

Pengujian kuat lentur beton bertujuan untuk memperoleh kuat lentur beton untuk keperluan perencanaan struktur. Kuat lentur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$M = \frac{1}{4} PL$$

$$y = \frac{1}{2} d$$

$$I = \frac{1}{12} bd^3$$

$$\sigma = \frac{My}{I}$$

dengan :

σ = kuat lentur benda uji (MPa)

P = beban maksimum (kg)

L = panjang tumpuan (cm)

b = lebar benda uji (cm)

Uji Kuat Tekan Batako

Kuat tekan (Compressive strength) adalah suatu bahan yang merupakan perbandingan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan dengan luas penampang bahan yang mengalami gaya tersebut (Mariq R.2009). Kuat tekan batako mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Untuk cara pengujian kuat tekan pada batako dilakukan dengan metode pengujian kuat tekan untuk batako berdasarkan SNI-03-0348-1989-7. Lalu dari hasil yang sudah didapatkan dibuat grafik hubungan antara umur dan kuat tekan rata-ratanya. Pada tegangan biasanya akan disimbolkan f , dengan menganggap bahwa tegangan terdistribusi dengan merata dalam satuan penampang dan disebutkan pengertian dari tegangan adalah gaya persatuan luas, maka rumus dari tegangan dapat digambarkan sebagai berikut :

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

Dimana:

f = Tegangan (kg/cm²)

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Penampang Tekan (cm²)

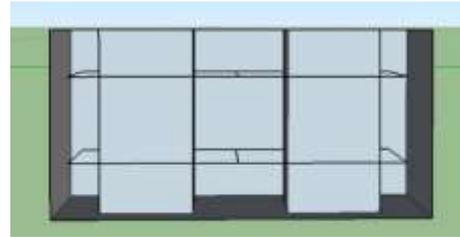
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan menggunakan variabel, variabel yang digunakan yaitu variabel kontrol, variabel bebas dan variabel terikat.

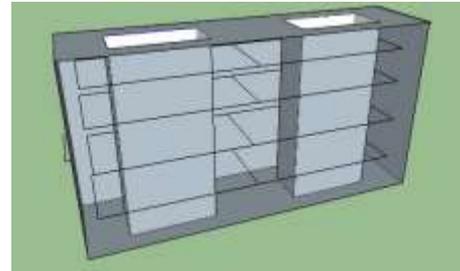
- **Variabel kontrol :**
 1. Benda uji batako dengan ukuran panjang 40cm, lebar 10cm, dan tinggi 20cm
 2. Serat benang
 3. Perawatan benda uji batako dibungkus plastic selama 7 hari
 4. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari
- **Variabel bebas :**

Penggunaan RCA dengan presentase komposisi 100% dan penggunaan 2 serat benang , 4 serat benang, dan 6 serat benang
- **Variabel terikat :**
 1. Kuat tekan
 2. Kuat Lentur

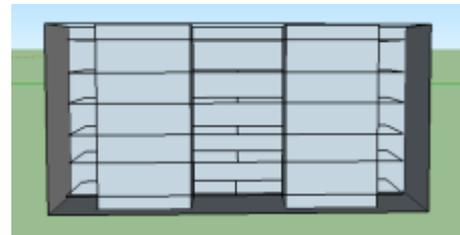
Benda uji batako berlubang yang digunakan berukuran panjang 40cm, lebar 10cm dan tinggi 20 cm yang sesuai dengan standart batako berlubang.



Gambar 2. Bentuk benda uji dengan 2 serat benang



Gambar 3. Bentuk benda uji dengan 4 serat benang



Gambar 4. Bentuk benda uji dengan 6 serat benang

Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Benda uji ditutup dengan plastic sejak pada saat kondisi beton segar selama 7 hari pada temperatur 25° C untuk pematangan (*curing*). Proses *curing* ini dimaksudkan agar memaksimalkan mutu beton *porous* dan membantu proses hidrasi beton dengan menjaga kelembabannya. Proses ini merupakan perawatan lapangan khusus untuk beton *porous*. Perlakuan ini berdasarkan ketentuan yang ada pada ACI 522-I-13. Karena untuk memaksimalkan proses hidrasi beton agar tidak cepat menguap. Air yang telah tercampur pada beton segar cenderung cepat menguap karena komposisi *mix design* yang berpori.

Prosedur

Pelaksanaan curing yaitu sebagai berikut:

1. Meletakkan beton segar ke dalam bekisting
2. Proctor beton segar sesuai dengan ketentuan pada pembuatan benda uji.
3. Setelah diratakan, bungkus permukaan bekisting yang terbuka dengan plastic, dan direkatkan dengan bekisting bisa dengan bantuan karet atau isolasi.

Pengujian Kuat Tekan

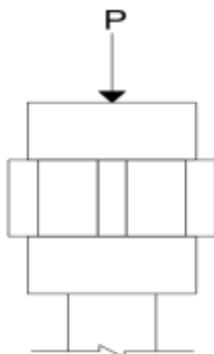
Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang mengakibatkan beton tersebut hancur pada gaya tertentu oleh mesin penguji. Pengujian

ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton pada umur 28 hari berdasarkan standart ASTM C-39 (*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*).

Prosedur Pengujian

Pelaksanaan pengujian kuat tekan yaitu sebagai berikut:

4. Meletakkan benda uji pada mesin penguji secara sentris.
5. Posisikan jarum skala gaya pada angka 0.
6. Menjalankan mesin penguji dengan penambahan beban yang konstan.
7. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur.
8. Catat beban maksimum yang mampu ditahan



Gambar 5. Skema Pengujian Kuat Tekan

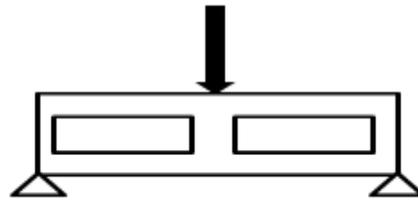
Pengujian Kuat Lentur

Maksud dan tujuan pada pengujian kuat lentur yaitu untuk mendapatkan parameter kuat lentur dari hasil pengujian di laboratorium dan memakai konsep gelagar sederhana dengan sistem beban titik ditengah.

Prosedur Pengujian

Pelaksanaan pengujian kuat lentur yaitu sebagai berikut:

4. Meletakkan benda uji pada kedua tumpuan dan diletakkan pada pelat bawah mesin pembebanan serta diukur jarak bentang kedua tumpuan
5. Pasang bagian penekan beban pada bagian atas mesin penekan
6. Atur unit tumpuan bawah dimana benda uji diletakkan sehingga penekan beban berada pada tengah bentang
7. Posisikan jarum skala gaya diangka 0
8. Menjalankan mesin penguji dengan penambahan beban yang konstan.
9. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur.
10. Catat beban maksimum yang mampu ditahan



Gambar 6. Skema Pengujian Kuat Lentur

HASIL PENELITIAN

Berat Isi Agregat Kasar Daur Ulang (RCA)

Hasil pemeriksaan berat isi agregat RCA pada ukuran 0,5 – 1 cm dan 1 – 2 cm. Nilai berat isi rata-rata agregat pada ukuran 0,5 – 1 cm sebesar 1,362 gr/cm³ sedangkan berat isi rata-rata agregat pada ukuran 1 – 2 cm sebesar 1,384 gr/cm³.

Mix desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah mix desain dalam perbandingan volume. Berat isi agregat kasar diperlukan dalam menentukan berat mix desain yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam mix design tersebut akan ditambahkan koefisien sebanyak 10 % dari hasil yang sudah didapat untuk menghindari kekurangan dalam proses pengecoran.

Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Daur Ulang (RCA)

Diperoleh tiga macam berat jenis yaitu berat jenis curah, berat jenis kering, berat jenis permukaan dan berat jenis semu sehingga diperoleh nilai persentase penyerapan (*absorption*) agregat. Nilai rata-rata dari berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, dan berat jenis semu adalah 2,390; 2,471; dan 2,601. Nilai berat jenis yang digunakan adalah berat jenis kering permukaan jenuh yaitu 2,471. Hal ini menunjukkan bahwa RCA memiliki nilai berat jenis rata-rata RCA lebih besar daripada syarat yang ditentukan yaitu 2,4. Sedangkan hasil tiga sampel menunjukkan nilai rata-rata penyerapan agregat kasar daur ulang sebesar 3,394%. Nilai penyerapan rata-rata RCA lebih kecil daripada syarat yang ditentukan yaitu 4%. Maka hal ini sesuai standar yang ditentukan dan dapat digunakan.

Keleccakan (*Workability*)

Pada pengujian tersebut diperoleh nilai slump dari setiap dua kali pengecoran pada benda uji batako beton *porous*. Nilai slump pada pengujian ini yang terbesar adalah 155 mm dan yang terendah adalah 150 mm. Diketahui nilai slump yang didapatkan tidak jauh berbeda karena mix desain yang digunakan juga sama, tidak ada perbedaan antar pengecoran pertama dan pengecoran kedua. Dilakukan pengecoran sebanyak dua kali, dikarenakan kapasitas molen tidak memungkinkan / tidak cukup apabila pengecoran

dilakukan secara bersamaan. Semakin besar nilai slump, maka semakin mudah pengerjaannya, dan semakin kecil nilai slump, maka kemudahan pekerjaan (*workability*) semakin rendah. Hal ini juga akan berpengaruh pada kuat tekan dan kuat lentur yang dihasilkan pada benda uji.

Density (Beton Segar)

Berat volume beton segar (Density) merupakan perbandingan antara massa beton dengan volume alat uji. Berat beton diambil dari berat alat uji yang berisi beton segar, Mc dikurangi berat alat uji, Mm. Pada saat beton dituangkan ke dalam alat uji, beton dibagi menjadi dua lapisan. Masing-masing lapisan dipadatkan menggunakan *proctor hammer standart* sebanyak 20 kali. dapat diperoleh nilai berat volume beton segar untuk mengetahui kepadatan beton segar aktual. Hasil pengujian berat volume menunjukkan bahwa pada tahap pengecoran pertama maupun kedua memiliki nilai density yang tidak jauh beda yaitu sebesar 1130,1859 kg/m³ dan 1115,8798 kg/m³.

Kuat Tekan Batako Beton Porous

Pada pengujian kuat tekan kali ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai kuat tekan batako *beton porous* dengan variasi jumlah serat benang. Dari hasil pengujian ini diharapkan mendapatkan nilai kuat tekan yang berbeda pada setiap variasi jumlah serat benang. Batako *beton porous* tersebut diuji pada umur 28 hari. Setiap variasi *mix design* dibuat tiga benda uji batako dengan ukuran yang sama.

Tabel 1. Rekap Hasil Kuat Tekan

Kode mix design	No. Sampel	Beban (kN)	Luas (cm ²)	Berat Volume (kg/m ³)	Kuat Tekan (Mpa)
Abc 1+	1	40	298	1468,1	1,342282
	2	37	298	1436,2	1,241611
	3	47	298	1483,2	1,577181
Abc 2+	1	60	298	1719,8	2,013423
	2	57	298	1635,9	1,912752
	3	62	298	1736,5	2,080537
Abc 3+	1	99	298	1937,9	3,322148
	2	105	298	2021,8	3,52349
	3	83	298	1887,6	2,785235



Gambar 6. Grafik Pengujian Kuat Tekan

Dilihat dari data uji kuat tekan yang didapat pada masing-masing benda uji memiliki perbedaan, yaitu bisa kita lihat pada benda uji batako *beton porous* yang menggunakan 2 serat benang mempunyai nilai kuat tekan yang relatif kecil dibandingkan dengan variasi serat benang yang lainnya dan benda uji batako *beton porous* yang menggunakan 6 serat benang mempunyai nilai kuat tekan yang besar. Kuat tekan terkecil pada hasil uji kuat tekan yaitu **ABC1+** pada sample kedua sebesar 1,241611 Mpa dan kuat tekan terbesar pada hasil uji kuat tekan yaitu **ABC3+** pada sample kedua sebesar 3,52349 Mpa. Ketiga variasi batako *beton porous* yang sudah diuji harus sesuai dengan standart syarat mutu bata beton pada SNI 03-0349-1989. Batako *beton porous* yang menggunakan variasi 2 serat benang tidak memenuhi standart bata beton berlubang, variasi 4 serat benang memenuhi standart bata beton berlubang mutu IV, dan variasi 6 serat benang memenuhi standart bata beton berlubang mutu IV.

Pada grafik hasil uji kuat tekan setiap variasi serat benang yaitu pada sample ABC1+, ABC2+ dan ABC3+. Pada grafik tersebut bisa dilihat pada masing-masing setiap variasi bahwa hasil yang didapat relatif naik setiap variasinya. Dari hasil pengujian kuat tekan, dengan pendekatan persamaan eksponensial mendapatkan persamaan hubungan kuat tekan dan variasi serat benang yaitu $y = 0,4558x + 0,3579$ dengan korelasi sebesar $R^2 = 0,8881$.

Kuat Lentur Batako Beton Porous

Pada pengujian kuat lentur kali ini dimaksudkan untuk mengetahui hasil kuat lentur batako *beton porous* dengan variasi jumlah serat benang. Dan pada hasil pengujian ini diharapkan mendapatkan nilai kuat lentur yang berbeda pada setiap variasi jumlah serat benang. Batako tersebut diuji pada umur 28 hari. Setiap variasi *mix design* dibuat tiga benda uji batako dengan ukuran yang sama.

Tabel 2. Rekap Hasil Kuat Lentur

KODE MIX DESIGN	No. Sample	Beban maks (kg)	Berat Volume (kg/m ³)	Kuat lentur maksimum (Mpa)
ABC1-	1	110	1451,34	0,2475
	2	119,5	1506,71	0,268875
	3	105,5	1437,91	0,237375
ABC2-	1	137,5	1624,16	0,309375
	2	142,5	1652,68	0,320625
	3	150,5	1672,81	0,338625
ABC3-	1	165,5	1837,24	0,372375
	2	174	1937,919	0,3915
	3	165,5	1870,805	0,372375



Gambar 7. Grafik Pengujian Kuat Lentur

Dilihat dari data uji kuat tekan yang didapat pada masing-masing benda uji memiliki perbedaan, yaitu bisa kita lihat pada benda uji batako *beton porous* yang menggunakan 2 serat benang mempunyai nilai kuat lentur yang relatif kecil dibandingkan dengan variasi serat benang yang lainnya dan benda uji batako *beton porous* yang menggunakan 6 serat benang mempunyai nilai kuat lentur yang lebih besar. Kuat lentur terkecil pada hasil uji kuat lentur yaitu **ABC1+** pada sample kedua sebesar 0,237375 Mpa dan kuat tekan terbesar pada hasil uji kuat tekan yaitu **ABC3+** pada sample kedua sebesar 0,3915 Mpa.

Pada gambar 4.16 merupakan grafik hasil uji kuat lentur setiap variasi serat benang yaitu pada sample ABC1+, ABC2+ dan ABC3+. Pada grafik tersebut bisa dilihat pada masing-masing setiap variasi bahwa hasil yang didapat relatif naik setiap

variasinya. Dari hasil pengujian kuat lentur, dengan pendekatan persamaan eksponensial mendapatkan persamaan hubungan kuat lentur dan variasi serat benang yaitu $y = 0,0319x + 0,1901$ dengan korelasi sebesar $R^2 = 0,9486$.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian pengaruh penggunaan beton porous sebagai pengganti batako ringan berlubang terhadap kuat tekan dan kuat lentur dengan variasi serat benang dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian berat isi agregat pada ukuran 5-10 mm sebesar 1,362 gr/cm³ dan agregat yang berukuran 10-20 mm sebesar 1,384 gr/cm³.
2. Hasil pengujian test slump pada pengecoran untuk kuat tekan didapatkan sebesar 155 mm dan untuk uji test slump pada pengecoran untuk kuat lentur didapatkan sebesar 150 mm.
3. Pengujian density beton segar pada pengecoran untuk kuat tekan didapatkan sebesar 1330,1859 kg/m³ dan untuk density beton segar pada pengecoran untuk kuat lentur didapatkan sebesar 1115,8798 kg/m³.
4. Variasi 6 serat benang, variasi 4 serat benang, dan variasi 2 serat benang pada batako *beton porous* sangat berpengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur yang terjadi pada batako tersebut.
5. Pada hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa batako *beton porous* yang menggunakan 6 serat benang memiliki kuat tekan rata-rata lebih tinggi daripada batako *beton porous* dengan 2 serat benang maupun 4 serat benang. Batako *beton porous* dengan 2 serat benang, 4 serat benang, dan 6 serat benang memiliki kuat tekan secara berturut-turut sebesar 1,387025 MPa; 2,946309 MPa; dan 3,210291 MPa. Dari hasil pengujian kuat tekan, didapatkan pendekatan persamaan eksponensial pada hubungan kuat tekan dan variasi serat benang yaitu $y = 0,4558x + 0,3579$ dengan korelasi sebesar $R^2 = 0,8881$.
6. Pada hasil pengujian kuat lentur menunjukkan bahwa batako *beton porous* yang menggunakan 6 serat benang memiliki kuat lentur rata-rata lebih tinggi daripada batako *beton porous* dengan 2 serat benang maupun 4 serat benang. Batako *beton porous* dengan 2 serat benang, 4 serat benang, dan 6 serat benang memiliki kuat lentur secara berturut-turut sebesar 0,25125 MPa;

0,322875 MPa; dan 0,37875 MPa. Dari hasil pengujian kuat lentur, didapatkan pendekatan persamaan eksponensial pada hubungan kuat lentur dan variasi serat benang yaitu $y = 0,0319x + 0,1901$ dengan korelasi sebesar $R^2 = 0,9486$.

7. Hipotesis penelitian ini yang menyatakan bahwa batako *beton porous* dengan 6 serat benang memiliki kuat tekan dan kuat lentur yang lebih besar daripada variasi 2 serat benang maupun 4 serat benang.

Saran

Pada penelitian pengaruh penggunaan beton porous sebagai pengganti batako ringan berlubang terhadap kuat tekan dan kuat lentur dengan variasi serat benang ini ditemukan beberapa kendala maupun permasalahan yang ditemukan baik dalam proses persiapan, pengecoran dan pengujian serta pengambilan data. Saran yang diberikan ini dalam rangka untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya terkait judul ini, antara lain.

1. Diperlukan metode yang cukup baik dalam memasukkan serat benang kedalam benda uji batako *beton porous*, dikarenakan serat benang harus berada ditengah setiap sisi pada batako *beton porous* agar tali dapat bekerja secara maksimal dalam mengikat *beton porous*.
2. Bekisting batako *beton porous* tidak dapat dicor dengan bekisting yang terbuat dari baja dikarenakan akan susah dilepas, oleh karena itu bekisting harus terbuat dari bahan tripleks agar benda uji mudah dikeluarkan dari bekisting batako.
3. Pengawasan faktor air semen sangat diperlukan dilapangan karena cukup susah dilakukan, alangkah baiknya untuk seluruh alat yang digunakan dalam pengadukan campuran batako *beton porous* terlebih dahulu dibasahi untuk menjaga faktor semen yang ada.
4. Harus ada standart pemadatan yang diberlakukan saat melakukan pemadatan pada benda uji batako *beton porous*, dikarenakan pemadatan ini sangat berpengaruh terhadap density dan kuat tekan maupun kuat lentur.
5. Pada saat pembuatan benda uji batako *beton porous* membutuhkan tempat yang luas untuk menempatkan batako uji, agar batako dapat terlindungi.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee. (2010). ACI 522R-10, *Repot on Pervious Concrete*, USA: American Concrete Institute.
- Anggakusuma.R.D.et,al 2014. Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Semen Merah Dari Limbah Gerabah, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Aprianti.K 2017 Pengaruh Metode Two-stage Mixing Approach (TSMa) Terhadap Kuat Tekan Beton Porous Dengan Variasi Komposisi Agregat Kasar Daur Ulang (RCA)
- Bahar, Suardi & Suhanda, Rahman. (2004). *Pedoman Pekerjaan Beton*, Jakarta: PT. Wijaya Karya (PT. WIKA).
- Departemen Pekerjaan Umum, 1989. Bata Beton Untuk Pasangan Dinding SNI 03-0349-1989.Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-0692-1996, *Bata Beton*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-1969-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Badan Standarisai Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*, Badan Standarisai Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Dony Hermanto, Supardi, dan Purwanto, Edy. (2014) Kuat Tekan Batako Dengan Variasi Bahas Tambah Serat Ijuk. Jurnal: Fakultas Teknik Univeritas Sebelas Maret.
- El-Reedy, M. A. (2009). *Advanced Materials and Techniques for Reinforced Concrete Structures*. Dunfermline, UK: CRC Press.
- Irawan.B 2014. Tinjauan Kualitas Batako Dengan Pemakaian Bahan Tambah Serbuk halus Ex Cold Milling, Universitas Muhamadiyah Surakarta, Surakarta
- Nugroho.A.S 2014. Tinjauan Kualitas Batako Dengan Pemakaian Bahan Tambah Limbah Gypsum, Universitas Muhamadiyah Malang, Malang.
- Misbachul Munir. (2008) Pemanfaatan Abu Batubara (*Fly Ash*) untuk Hollow Block yang Bermutu dan Aman bagi Lingkungan, Universitas Diponegoro
- Murdock, L. J. & Brook, K. M. (1986). *Bahan dan Praktek Kerja Beton*. Jakarta: Erlangga.
- Naila Mahdiana, Arifi, Eva, dan Nulina, Siti. (2018). *Pengaruh Void Ratio dan*

Permeabilitas Beton terhadap Kuat tekan Beton Porous dengan Variasi RCA.
Jurnal; Fakultas Teknik Univeritas Brawijaya.

- NRMCA Committee. (2004). *“What, Why, and How? Pervious Concrete” Concrete in Practice series, CIP 38.* NRMCA (National Ready Mixed Concrete Association). Silver Spring, Maryland.
- Nurlina, Siti. (2008). *Struktur Beton.* Malang: Bargie Media.
- Shetty, M.S. (2000). *Concrete Technology-Theory And Practice.* India: S. Chand Limited.
- Sriravindraja, R., Wang, N. D. H. & Ervin, L. J. W. (2012), Mix Design for Pervious Recycled Aggregate Concrete. *International Journal of Concrete Structures and Materials.* VI (4): 239-246.
- Trisnoyuwono, Diarto. (2014). *Beton Non-Pasir.* Jakarta: Graha Ilmu
- Wibowo, Ari & Setyowati, Edhi W. (2003). *Buku Diktat Teknologi Beton.* Malang: Laboratorium Bahan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya