

ANALISIS KUAT GESER PADA PEMANFAATAN BATU APUNG BERLAPIS CAT SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA BETON

Arie Prakoso¹⁾, Ari Wibowo²⁾, Christin Remayanti N³⁾

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Brawijaya
Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145 – Telp (0341) 580120
E-mail: arieprakoso@icloud.com¹⁾

ABSTRAK

Beton ringan adalah salah satu inovasi dalam pembuatan beton. Beberapa keuntungan beton ringan dibandingkan dengan beton biasa adalah beratnya yang lebih ringan, waktu pembangunan dan pengangkutan yang lebih cepat, dan biaya yang lebih murah. Metode yang digunakan untuk membuat beton ringan juga beragam, salah satunya adalah menggunakan agregat ringan batu apung sebagai pengganti agregat normal.

Riset ini meneliti kuat geser beton ringan yang menggunakan batu apung sebagai pengganti agregat kasar. Batu apung dicat terlebih dahulu untuk mengurangi kemampuan penyerapan air batu apung tersebut. Benda uji yang digunakan adalah balok beton sebanyak 12 balok yang terdiri dari 6 balok beton normal dan 6 balok beton ringan. Kedua tipe beton tersebut diuji dengan diberi beban sampai mencapai keruntuhan. Ada dua jenis beban yang akan digunakan, yaitu 1 beban terpusat dan 2 beban terpusat. Masing-masing jenis beton akan diberi 2 jenis beban tersebut.

Kedua jenis beton tersebut direncanakan dengan dimensi beton dan mix design yang sama dengan perbandingan 1 : 2 : 3 (semen : pasir : agregat kasar). Dari hasil uji beton silinder didapatkan mutu beton normal sebesar 23,17 MPa dan beton ringan sebesar 9,67 MPa. Kemudian pada pengujian selanjutnya yaitu pengujian tekan balok beton didapatkan hasil yang memperlihatkan bahwa beton normal memiliki beban maksimal yang lebih besar daripada beton ringan.

Kata Kunci : kuat geser, mutu beton, batu apung, beton ringan, beton normal.

ABSTRACT

Lightweight concrete is an innovation which has advantages such as lighter and easier to load. There are some ways to build lightweight concrete. One of the methods is to use lightweight aggregate like pumice as an alternate of the coarse aggregate.

This study researched the shear stress in lightweight concretes that used pumice as the aggregate. To reduce pumice's ability that could absorb water, the pumice surface is coated with paint. The test objects for this research are 12 beams which contain 6 normal concretes and 6 lightweight concretes.

Those two kinds of concretes will be loaded until collapse. There are two varieties of loadings, which are 1-point loading and 2-point loading. Each of concrete types will be loaded with those loadings. Those two types of concretes were planned with the same dimension and mix design ratio, which is 1 : 2 : 3 (cement : sand : coarse aggregate). The result of concrete test cylinders shows that yield strength of normal concrete is 23.17 MPa and lightweight concrete is 9.67 MPa. The next loading test shows that generally normal concretes have higher ultimate loads than lightweight concretes.

Keywords : shear stress, yield strength, pumice, lightweight concrete, normal concrete.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material komposit yang sangat umum digunakan di dalam bidang konstruksi. Pada dasarnya, komposisi dari beton terdiri dari semen, agregat, dan air. Penggunaan beton sudah ada sejak ribuan tahun yang lalu di Siria dan Jordania.

Kemudian dipakai juga di zaman Romawi kuno dan Mesir kuno. Seiring kemajuan peradaban manusia yang pesat dan semakin modern, beton mengalami banyak perkembangan dalam pembuatan dan penggunaannya. Contoh inovasi-inovasi yang diterapkan dalam pembuatan beton

adalah beton bertulang, beton ringan, dan beton pretegang.

Beton ringan adalah salah satu inovasi dalam pembuatan beton. Namun, penggunaan beton ringan bukan suatu hal yang baru karena beton ringan sudah digunakan sejak ratusan tahun yang lalu. Keuntungan-keuntungan beton ringan jika dibandingkan dengan beton biasa adalah beratnya yang lebih ringan, waktu pembangunan dan pengangkutan yang lebih cepat, dan biaya yang lebih murah. Metode yang digunakan untuk membuat beton ringan juga beragam, seperti meniadakan agregat halus dalam pencampuran beton tersebut. Metode lain yang umum adalah menggunakan agregat ringan sebagai pengganti agregat normal.

Agregat ringan yang sering digunakan sebagai komposisi beton ini salah satunya adalah batu apung. Batuan ini merupakan batu vulkanik yang berasal dari magma yang keluar dari gunung berapi dan kemudian mengalami proses pendinginan. Batu apung ini berpori dan bisa mengapung di atas air. Sifat batu apung yang ringan inilah yang membuat batuan ini sering digunakan sebagai agregat ringan. Meskipun ringan, batu apung memiliki kemampuan penyerapan air yang tinggi. Jurnal Properties of Pumice Lightweight Aggregate menyebutkan bahwa persentase penyerapan air oleh batu apung jauh lebih tinggi dibandingkan agregat normal, yaitu sebesar 32,98%. Penyerapan air yang tinggi ini akan mempengaruhi beton tersebut karena air yang digunakan saat proses pencampuran beton akan terserap ke dalam batu apung dalam jumlah yang banyak.

Berawal dari kondisi tersebut, maka batu apung yang akan dijadikan agregat ringan dalam penelitian ini akan dicat dengan cat keramik untuk menghindari penyerapan air yang berlebihan. Kemudian beton bertulang yang berkomposisi batu apung ini akan diuji sebagai balok, yang merupakan salah satu elemen struktur. Riset ini akan meneliti pengaruh pengecatan batu apung dengan cat keramik terhadap kuat geser balok beton bertulang.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan mutu beton antara beton normal dan beton yang menggunakan agregat kasar batu apung?
2. Bagaimana kuat geser beton yang menggunakan agregat kasar batu apung?

1.3. Tujuan Penelitian

Riset ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan dan pengaruh kuat geser balok yang menggunakan batu apung sebagai agregat kasarnya.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batas masalah sebagai berikut:

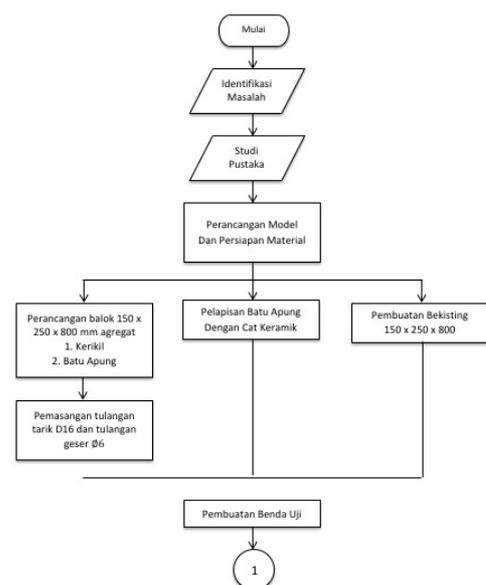
- Cat yang dipakai untuk melapisi batu apung adalah cat keramik.
- Semen yang dipakai adalah semen tipe PPC
- Beton normal menggunakan campuran semen, pasir, dan kerikil dengan perbandingan 1 : 2 : 3
- Beton ringan menggunakan campuran semen, pasir, dan batu apung dengan perbandingan 1 : 2 : 3
- Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui kuat geser pada balok.
- Benda uji balok sebanyak 12 buah dengan ukuran 150 x 200 x 800 mm.
- Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

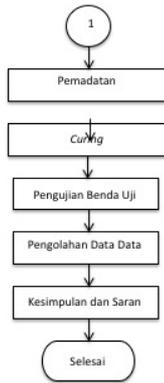
1.5 Manfaat

Penelitian dan hasil dari pengujian balok beton bertulang yang menggunakan batu apung sebagai agregat kasar ini diharapkan dapat berguna dan bermanfaat dalam perkembangan dunia teknik sipil.

3 METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Penelitian



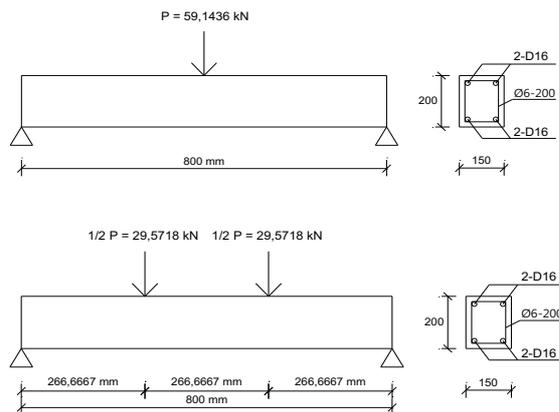


Gambar 1. Diagram Alir

3.2 Persiapan Benda Uji

Benda uji yang digunakan adalah:

1. 6 Balok beton berukuran 150 x 200 x 800 mm dengan campuran semen, pasir, dan kerikil dengan perbandingan 1 : 2 : 3 (beton normal)
2. Balok beton berukuran 150 x 200 x 800 mm dengan campuran semen, pasir, dan batu apung dengan perbandingan 1 : 2 : 3 (beton ringan)



Gambar 2. Benda Uji

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kuat Tekan Silinder

Pengujian silinder untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Normal

Silinder	Berat Isi (kg/m ³)	Kuat Tekan (Mpa)
SN1	2310.69	22.97
SN2	2225.81	21.10
SN3	2263.54	25.45
Rata-Rata	2266.68	23.17

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder Beton Ringan.

Silinder	Berat Isi (kg/m ³)	Kuat Tekan (Mpa)
SA1	1820.26	6.62
SA2	1512.80	11.77
SA3	1763.67	10.63
Rata-Rata	1698.91	9.67

4.2 Pengujian Beton Segar

Beton segar merupakan beton yang baru keluar dari mesin pengaduk. Pengujian yang dilakukan adalah uji slump. Beton segar dituang dari mesin pengaduk ke bak penampungan. Kemudian didapatkan nilai slump yang berguna untuk menunjukkan sifat kelecakan (workability) dalam campuran beton. Nilai slump diperoleh dari besarnya penurunan campuran beton segar yang telah dimasukkan kedalam kerucut Abrams dan diisi tiap 1/3 bagian dengan masing-masing lapisan ditusuk sebanyak 25 kali. Setelah itu alat uji slump diangkat secara vertikal untuk mendapatkan nilai slump. Pada penelitian ini, nilai rata-rata slump yang didapatkan sekitar 100 mm sehingga sudah memenuhi syarat SNI.

4.3 Pengujian Kuat Geser Balok Beton

Beton akan diuji dengan diberi beban terpusat sampai runtuh untuk mengetahui beban geser maksimal yang dapat diterima beton tersebut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Geser Balok Beton Normal dengan 1 Beban Terpusat

Balok	Berat Isi (kg/m ³)	Jumlah Beban	Beban Maksimal (kg)
N4	2481.48	1	> 8200
N5	2418.52	1	> 8200
N6	2409.26	1	> 8200

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Geser Balok Beton Normal dengan 2 Beban Terpusat

Balok	Berat Isi (kg/m ³)	Jumlah Beban	Beban Maksimal (kg)
N1	2466.67	2	> 8200
N2	2435.19	2	> 8200
N3	2446.30	2	> 8200

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Geser Balok Beton Ringan dengan 1 Beban Terpusat

Balok	Berat Isi (kg/m ³)	Jumlah Beban	Beban Maksimal (kg)
A3	1840.74	1	6700
A4	1770.37	1	5600
A6	1853.70	1	6700

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Geser Balok Beton Ringan dengan 2 Beban Terpusat

Balok	Berat Isi (kg/m ³)	Jumlah Beban	Beban Maksimal (kg)
A1	1892.59	2	> 8200
A2	1859.26	2	6500
A5	1812.96	2	> 8200

Berdasarkan tabel-tabel hasil pengujian diatas, beban maksimal yang dapat diterima oleh beton normal lebih besar daripada beton ringan. Dari 12 benda uji, hanya 4 balok beton yang runtuh, yaitu 3 balok beton ringan dengan 1 beban terpusat, dan 1 balok beton ringan dengan 2 beban terpusat.

4.3 Perbandingan Beban Geser Maksimal Teoritis dengan Aktual

Pembuatan benda uji secara aktual di penelitian ini tidak menghasilkan benda uji yang benar-benar sama seperti perencanaan teoritis. Diperlukan data baru dari pengujian awal untuk perhitungan selanjutnya. Kuat tekan yang didapatkan dari hasil pengujian akan digunakan untuk menghitung beban geser maksimal secara teoritis

Hasil analisis beban geser maksimum telah didapatkan sehingga dapat digunakan untuk membandingkannya dengan hasil beban geser maksimum secara aktual.

Tabel 7. Perbandingan Kuat Geser Balok Beton Normal dengan 1 Beban Terpusat secara Teoritis dan Aktual

Balok	Jumlah Beban	Beban Maksimal Teoritis (kg)	Beban Maksimal Aktual (kg)	KR (%)
N4	1	6399.61	> 8200	> 21.96
N5	1	6399.61	> 8200	> 21.96
N6	1	6399.61	> 8200	> 21.96

Tabel 8. Perbandingan Kuat Geser Balok Beton Normal dengan 2 Beban Terpusat secara Teoritis dan Aktual

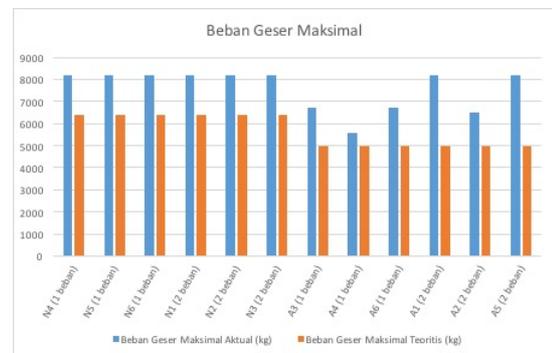
Balok	Jumlah Beban	Beban Maksimal Teoritis (kg)	Beban Maksimal Aktual (kg)	KR (%)
N1	2	6399.61	> 8200	> 21.96
N2	2	6399.61	> 8200	> 21.96
N3	2	6399.61	> 8200	> 21.96

Tabel 9. Perbandingan Kuat Geser Balok Beton Ringan dengan 1 Beban Terpusat secara Teoritis dan Aktual

Balok	Jumlah Beban	Beban Maksimal Teoritis (kg)	Beban Maksimal Aktual (kg)	KR (%)
A3	1	4951.33	6700	26.10
A4	1	4951.33	5600	11.58
A6	1	4951.33	6700	26.10

Tabel 10. Perbandingan Kuat Geser Balok Beton Ringan dengan 2 Beban Terpusat secara Teoritis dan Aktual

Balok	Jumlah Beban	Beban Maksimal Teoritis (kg)	Beban Maksimal Aktual (kg)	KR (%)
A1	2	4951.33	> 8200	> 39.62
A2	2	4951.33	6500	23.83
A5	2	4951.33	> 8200	> 39.62



Gambar 3. Grafik Perbandingan Beban Geser Maksimal Aktual dengan Teoritis

4.4. Perbandingan Beban Geser Maksimal Beton Normal dengan Beton Ringan

Hasil yang sudah didapatkan digunakan lagi untuk membandingkan beban geser maksimal beton normal dengan beton ringan. Grafik tersebut dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Beban Geser Maksimal Aktual Beton Normal dengan Beton Ringan yang Diberi 1 Beban Terpusat



Gambar 4. Grafik Perbandingan Beban Geser Maksimal Aktual Beton Normal dengan Beton Ringan yang Diberi 2 Beban Terpusat

4.4. Analisis Kuat Geser Tanah

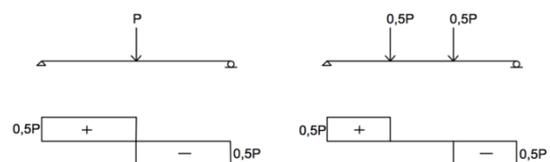
Batu apung yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran 10-20 mm. Berdasarkan jurnal Pengaruh Ukuran Butir Batu Apung Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan, beton ringan yang menggunakan agregat batu apung berukuran 10-20 mm dapat memberikan kuat tekan sebesar 13,5 MPa. Dalam penelitian ini, rata-rata kuat tekan beton yang menggunakan batu apung adalah 9,67 MPa. Lebih rendah daripada penelitian dalam jurnal tersebut dan lebih rendah daripada data perencanaan penelitian ini, yaitu sebesar 18 MPa.

Penggunaan vibrator saat pengecoran beton yang menggunakan batu apung menyebabkan tidak meratanya batu apung yang tersebar. Hal ini

menyebabkan turunnya mutu beton dari perencanaan.

Batu apung yang digetarkan dengan vibrator tersebut menjadi naik ke atas permukaan beton sehingga batu apung di bagian atas balok lebih banyak dibandingkan dengan di bagian bawah. Hal ini menyebabkan perbedaan hasil aktual dengan perhitungan teoritis. Dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6 bahwa grafik beton ringan yang diberi 1 beban terpusat secara umum memiliki beban maksimal yang lebih rendah daripada beton ringan yang diberi 2 beban terpusat. Hal ini berbeda dengan perhitungan teoritis yang memperlihatkan bahwa beban maksimal beton yang diberi 1 beban terpusat tidak berbeda dengan yang diberi 2 beban terpusat. Pada gambar 4.5 dan gambar 4.6 terdapat grafik yang memperlihatkan perbedaan antara beban geser maksimal beton normal dan beton ringan dengan 1 beban terpusat dan 2 beban terpusat. Secara umum, dapat dilihat bahwa beton ringan mempunyai beban maksimal yang lebih rendah dibandingkan dengan beton normal.

Pada lampiran 1 dapat dilihat bahwa keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan geser, maka yang mempengaruhi keruntuhan beton adalah kuat geser beton tersebut. Kuat geser beton ini sendiri dipengaruhi oleh mutu beton tersebut. Perbedaan beban maksimal antara beton normal dengan beton ringan terjadi karena adanya perbedaan mutu beton yang cukup jauh diantara beton ringan dengan beton normal. Beton normal mempunyai mutu beton 23,17 MPa. Sedangkan beton ringan memiliki mutu beton 9,67 MPa. Mutu beton yang berbeda tersebut disebabkan oleh penggunaan agregat kasar yang berbeda. Beton normal menggunakan batu pecah. Sedangkan beton ringan menggunakan batu apung. Pada lampiran 1 dapat diperhatikan bahwa retak geser pada beton yang diberi 1 beban lebih panjang daripada beton yang diberi 2 beban. Hal ini terjadi karena balok yang diberi 1 beban memiliki bidang geser yang lebih luas daripada balok yang diberi 2 beban sehingga menyebabkan retak geser yang lebih panjang.

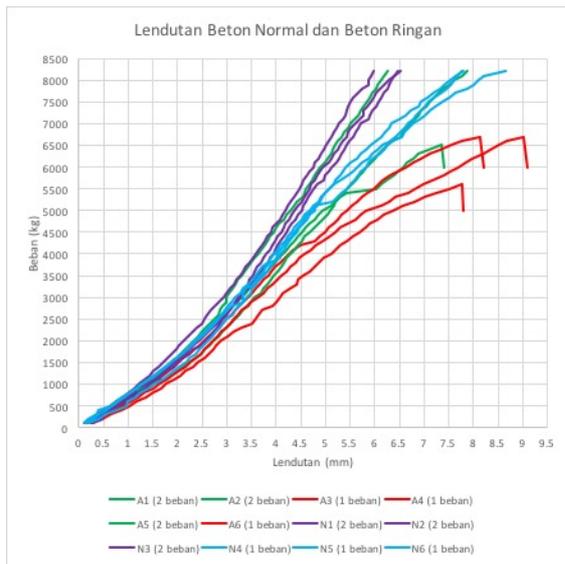


Gambar 5. Bidang Geser Benda Uji Balok

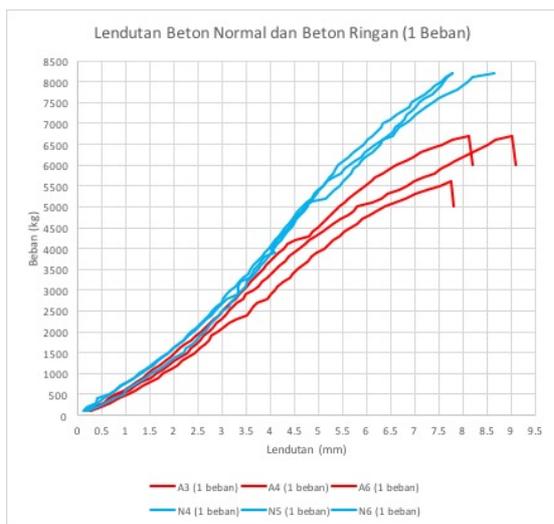
4.5. Analisis Lendutan Beton

Grafik hubungan beban-lendutan hasil dari pengujian yang didapatkan menunjukkan hubungan antara setiap penambahan beban dengan interval 100 kg dengan lendutan yang dibaca dari LVDT masing-masing benda uji.

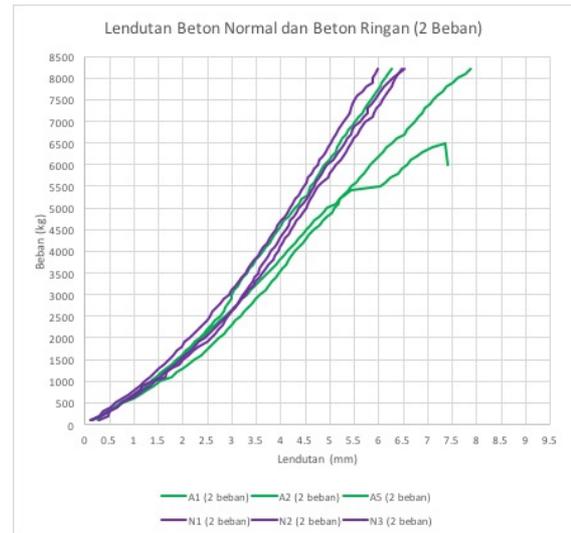
Terdapat tiga grafik dibawah ini, yaitu grafik pertama yang menunjukkan semua hubungan beban-lendutan beton normal dan beton ringan. Kemudian grafik kedua dan ketiga yang menunjukkan hubungan beban-lendutan beton dengan 1 beban dan beton dengan 2 beban.



Gambar 6. Grafik Beban-Lendutan Beton Normal dan Beton Ringan



Gambar 7. Grafik Beban-Lendutan Beton Normal dan Beton Ringan yang Diberi 1 Beban



Gambar 8. Grafik Beban-Lendutan Beton Normal dan Beton Ringan yang Diberi 2 Beban

4.6 Kekurangan Penelitian

Pada gambar 4.4 terdapat grafik yang memperlihatkan perbedaan yang cukup besar dalam perbandingan beban geser maksimal beton secara teoritis dengan aktual untuk beton normal maupun beton ringan. Hal ini disebabkan karena adanya beberapa kekurangan dalam penelitian ini. Kekurangan tersebut adalah tidak adanya pengujian kuat leleh baja untuk tulangan geser maupun tulangan tarik sehingga data yang digunakan adalah dengan menggunakan asumsi. Tulangan tarik menggunakan asumsi 300 MPa. Sementara itu, tulangan geser menggunakan asumsi 240 MPa.

Kekurangan yang lain adalah kurang ketatnya pengerjaan pembuatan benda uji sehingga kuat tekan yang didapatkan berbeda dengan kuat tekan yang direncanakan. Untuk beton normal, kuat tekan yang diperoleh sebesar 23,17 MPa. Sementara itu, untuk beton ringan, kuat tekan yang diperoleh adalah 9,67 MPa. Kuat tekan dalam perencanaan awal adalah 18 MPa.

Kekurangan-kekurangan tersebut juga menyebabkan 8 dari 12 benda uji balok beton tidak bisa diuji sampai mengalami keruntuhan karena beban maksimalnya lebih tinggi daripada perhitungan teoritis sehingga alat penguji tidak mampu memberi beban yang dibutuhkan karena melebihi batas kemampuan load cell.

Pola retak yang dapat dilihat pada lampiran 1 memperlihatkan bahwa terdapat pola retak yang tidak sama pada kedua sisi tiap balok, yaitu benda uji

N1, N3, dan A2. Hal ini juga merupakan kekurangan dalam penelitian ini.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Dengan menggunakan perbandingan mix design yang sama, yaitu 1 : 2 : 3 (semen : pasir : agregat kasar), beton ringan yang menggunakan agregat batu apung memiliki mutu beton yang lebih rendah sebesar 9,67 MPa dibandingkan beton normal yang memiliki mutu beton sebesar 23,17 MPa.

2. Empat benda uji balok beton ringan A2, A3, A4, dan A6 mengalami keruntuhan yang sesuai dengan perencanaan awal, yaitu keruntuhan geser. 8 benda uji sisanya tidak mengalami keruntuhan karena alat penguji yang tidak mampu memberi beban maksimal. Dari 8 benda uji tersebut, keretakan yang terjadi adalah retak geser. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa balok beton normal memiliki beban maksimal yang lebih besar dibandingkan dengan balok beton ringan.

5.2 Saran

Berikut ini terdapat beberapa saran yang berhubungan dengan penelitian balok beton, kuat geser, dan agregat kasar batu apung, yaitu:

1. Perlu adanya pengujian pendahuluan yang lebih mendetil (seperti uji kuat baja yang tidak dilakukan dalam penelitian ini) agar data untuk perhitungan teoritis bisa lebih akurat.

2. Dalam pembuatan benda uji, harus dilakukan seketat mungkin agar tidak ada hal-hal yang dapat mempengaruhi hasil pengujian terhadap benda uji tersebut.

3. Kemampuan alat penguji harus benar-benar dipertimbangkan agar tidak ada benda uji yang tidak dapat diuji sampai selesai seperti yang terjadi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. ASTM C150: Standard Specification for Portland Cement.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural .SNI 03-2461-2002. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. SNI 03-2847-2002. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2004. Semen Portland. SNI-15-2049-2004. Jakarta.

Dipohusodo, I. 1993. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1993-03. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Geoffrey N., Mang'uriu, Mutku R.N., Oyawa W.O. & Aboudha S.O. 2012. Properties of Pumice Lightweight Aggregate. Civil and Environmental Research Journal. Vol 2: No. 10.

Hayati, Abdullah, & Huzaim. 2014. Analisis Perilaku Geser Balok Beton Ringan Busa Bertulang dengan Agregat Bongkahan Cangkang Sawit: Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Munoz, J. F., Isabel T., Marc A.A. & Steven M.C. 2005. Effects of Coarse Aggregate Clay-Coatings on Concrete Performance. Madison: University of Wisconsin-Madison.

Nawy, Edward. 2010. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Bandung : PT Refika Aditama.

Wahjono, Agustinus. 2013. Pengaruh Fiber Bendrat Terhadap Kuat Geser Balok Beton Bertulang dengan Sengkang: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.