

Analysis of The Addition of Bendrat Steel Fiber with Partial Substitution of Pumice as a Substitute for Coarse Aggregate on the Compressive Strength of Concrete

Rabiyatul Uzda¹, Syafrudin Ishak Latuconsina², Morgan Setiady³, Hamza Serangan Polpoke⁴

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kota Ambon, 97233, Indonesia

¹⁾rabiyatuluzda@gmail.com; ²⁾ishaklatuconsina@gmail.com; ³⁾morgan.lamotokana@gmail.com;

⁴⁾hamzahpolpoke@gmail.com

ABSTRAK

Batu Apung (*pumice*) adalah material alam yang pembentukan materialnya berasal dari aktivitas gunung api berupa material endapan piroklastik. Batu pumice terbentuk akibat dari proses pendinginan gas dan material vulkanik secara cepat. Batu apung digunakan sebagai alternatif pembuatan beton ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dari penambahan serat kawat bendrat dengan substitusi parsial batu apung (*pumice*) sebagai pengganti agregat kasar. Dalam penelitian ini batu apung digunakan sebagai substitusi parsial terhadap agregat kasar dengan variasi yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, dan 15%. Sedangkan untuk serat kawat bendrat digunakan dengan kadar yang sama untuk setiap variasi sebesar 2% dari berat semen. Jumlah benda uji yang dibuat adalah 12 buah dan hanya untuk diuji kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan mutu beton rencana $f'c$ sebesar 20,57 MPa. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan, diperoleh nilai kuat tekan pada beton normal BN = 21,04 MPa (naik 1,39% dari mutu beton rencana), untuk beton BKBA 5% = 15,10 MPa (turun 28,25% terhadap beton BN), untuk beton BKBA 10% = 13,02 MPa (turun 38,12% terhadap beton BN), sedangkan untuk beton BKBA 15% = 11,23 MPa (turun 46,64% terhadap beton BN). Rata-rata penurunan kuat tekan yang terjadi adalah sebesar 28,25%.

Kata kunci: Batu Apung (*Pumice*), Kuat Tekan Beton, Serat Kawat Bendrat

ABSTRACT

Pumice is a type of natural material derived from pyroclastic material deposits resulting from volcanic activity which is formed due to the rapid cooling of volcanic gases and materials. Pumice is used as an alternative for lightweight concrete. The purpose of this study was to determine how much the value of the compressive strength of concrete resulting from the addition of bendrat steel fiber with partial substitution of pumice as a substitute for coarse aggregate. In this study pumice was used as a partial substitution of coarse aggregate with variations used were 0%, 5%, 10%, and 15%. Meanwhile, bendrat steel fiber is used with the same content for each variation of 2% of the cement weight. The number of test objects made was 12 pieces and only for testing the compressive strength of concrete at the age of 28 days with the design concrete quality $f'c$ 20.57 MPa. Based on the results of the compressive strength testing of concrete that has been carried out, the compressive strength value for normal concrete is BN = 21.04 MPa (up 1.39% from the design concrete quality), for BKBA 5% concrete = 15.10 MPa (down 28.25 % against BN concrete), for BKBA 10% concrete = 13.02 MPa (decrease 38.12% against BN concrete), while for BKBA 15% concrete = 11.23 MPa (decrease 46.64% against BN concrete). The average decrease in compressive strength that occurs is 28.25%.

Keywords: Bendrat Steel Fiber, Concrete Compressive Strength, Pumice.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini beton semakin masif digunakan. Hampir di setiap infrastruktur yang ada ditemukan penggunaan beton di dalamnya. Proses pencampuran dan pembuatan beton yang mudah membuat beton banyak diminati. Pembangunan konstruksi rumah, gedung perkantoran, gedung sekolah, rumah sakit, jembatan, hingga pada beberapa perkerasan jalan pun menggunakan beton sebagai komponen utamanya. Umumnya beton terdiri campuran semen, pasir, kerikil dan air (Ramadhan, 2016).

Berdasarkan berat jenisnya beton dibagi menjadi 3 kategori diantaranya beton normal, beton ringan, dan beton berat. Penggunaan inovasi beton selalu didasarkan sesuai dengan kebutuhannya misalnya inovasi beton ringan yang dapat dipakai sebagai struktural. Beton ringan tersebut memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki berat jenis yang ringan, mampu mengurangi beban struktur dan memiliki dimensi penampang yang jauh lebih kecil (Tjokrodinuljo, 2007).

Beton ringan memiliki berat satuan yang lebih kecil yakni sekitar 1900 kg/m^3 atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya antara $1440\text{-}1850 \text{ kg/m}^3$, dengan nilai mutu betonnya pada umur 28 hari lebih besar dari 17,2 MPa. Beton ringan identik dengan penggunaan agregat ringan didalamnya. Salah satu contoh agregat yang digunakan adalah batu pumice (batu apung) yang digunakan sebagai pengganti agregat kasar pada campuran (Endarto & Zulfiar, 2010).

Batu Apung (*pumice*) adalah jenis material alam berupa endapan piroklastik yang merupakan hasil aktivitas vulkanik gunung api. sebagai batuan yang terbentuk secara alamiah, batu apung disusun oleh senyawa-senyawa kimia pembentuk berupa mineral oksida seperti SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , CaO , Na_2O , TiO_2 , serta MgO yang

menyatu dan membentuk komposit alam. Batu apung memiliki berat jenis sekitar $720\text{-}1440 \text{ kg/m}^3$, berat ini lebih ringan dibandingkan dengan agregat kasar lainnya misalnya kerikil maupun batuan pecah yang berat jenisnya mencapai 1450 kg/m^3 . Hal inilah yang menjadi dasar batu apung dapat digunakan sebagai campuran dalam beton ringan (Ridha, 2016).

Serat baja (*steel fiber*) adalah satu dari berbagai jenis serat tambahan yang dapat memberikan penambahan efek tulangan serat pada beton. Penambahan serat dilakukan dengan cara random (serat dibagikan secara acak) ke dalam campuran beton segar dengan tujuan untuk mengurangi peregangannya yang disebabkan akibat pembebanan.

Dari segi ekonomi, Pemakaian serat baja untuk struktur bangunan masih jarang ditemukan karena harganya yang mahal dan sulit ditemui di pasar Indonesia. Peneliti mencoba menggunakan serat kawat bendrat sebagai alternative pengganti serat baja dalam memberi penguatan pada beton. Kawat bendrat banyak tersedia di pasaran dengan harga yang relative murah. Pada penelitian ini batu apung digunakan pada campuran dengan variasi penambahan 0%, 5%, 10%, dan 15% diberi tambahan serat berupa kawat bendrat sebesar 2% dari berat semen. Pemberian variasi ini dilakukan untuk mengetahui berapa nilai kuat tekan maksimum untuk beton ringan berserat dari tiap-tiap variasi tersebut.

Perumusan Masalah

Berapa besar nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menambahkan serat kawat bendrat dan batu apung (*pumice*) sebagai substitusi partial agregat kasar?

Tujuan Penelitian

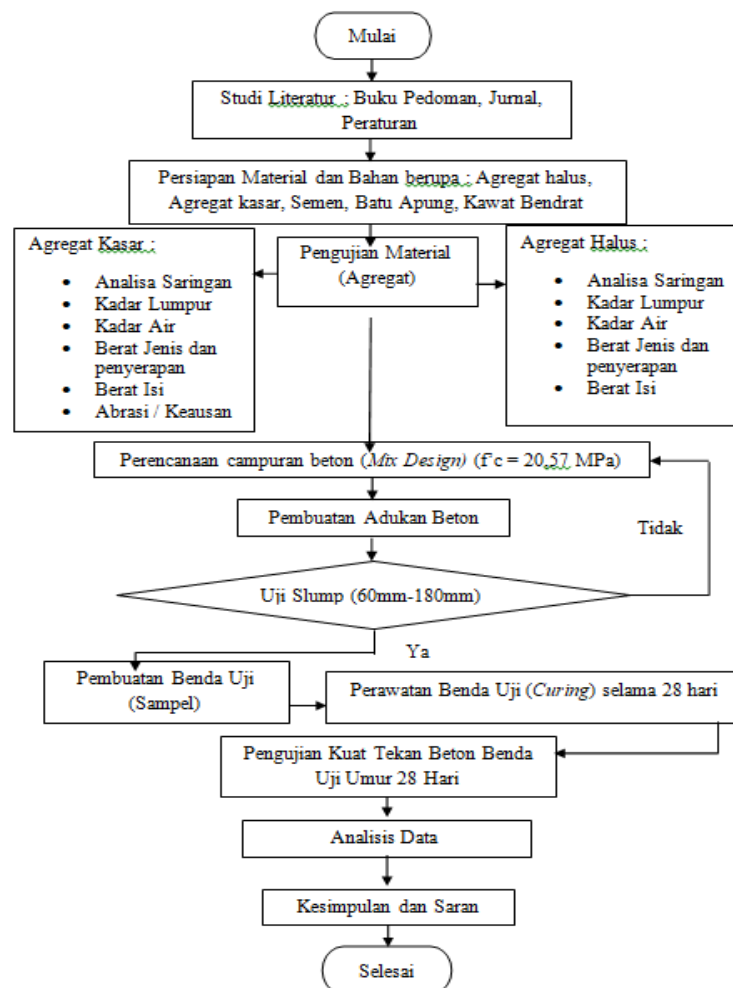
Mengetahui berapa besar nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menambahkan serat kawat bendrat dan

batu apung (*pumice*) sebagai substitusi partial agregat kasar?

Pengujian kuat tekan beton akan dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Berikut adalah langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Agregat merupakan material yang menentukan kekuatan beton dan menempati 60-70% dari keseluruhan volume beton. SNI mengatur tentang syarat batas kondisi agregat yang harus dipenuhi sebelum digunakan dalam campuran beton. Beberapa Pengujian yang akan dilakukan adalah:

1. Pengujian sieve analysis (Analisa saringan)

2. Pengujian Berat jenis & Penyerapan
3. Pengujian bobot isi
4. Pengujian kadar air
5. Pengujian kadar lumpur

3.1 Hasil Pengujian Material, Agregat Halus

Pengujian dilakukan terhadap pasir yang diambil dari Desa Laha, Air Sakula. berikut terlampir hasil pengujian pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Material Pasir (Agregat Halus)

Jenis Pengujian	Hasil	Standar	Satuan
MK (Modulus Kehalusan)	2,66	1,5 – 3,8	%
BJ (berat jenis)	2,46	2,3 – 2,6	gram
Absorpsi (penyerapan)	2	≤ 2	%
Bobot Isi			
- Lepas	1,58	1,2 – 1,7	gr/cm ³
- Padat	1,71	1,4 – 1,9	gr/cm ³
Kadar Air	2,35	≤ 5	%
Kadar Lumpur	4,55	5	%

Tujuan dilakukan Pengujian analisa saringan adalah untuk memperoleh jumlah Persentase butiran agregat halus maupun agregat kasar yang lolos dalam satu set saringan yang kemudian ditampilkan pada grafik pembagian butir. Dari hasil pemeriksaan gradasi agregat halus, pasir yang digunakan termasuk dalam daerah gradasi no. 2, yaitu pasir agak kasar dengan nilai modulus kehalusan butir sebesar 2,66 % yang termasuk pada agregat halus normal. Nilai modulus halus butir yang didapatkan memenuhi syarat yang

ditentukan yakni 1,5% sampai 3,8%. Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan dan grafik, ukuran butir agregat halus berada pada Zona II.

3.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar (Kerikil)

Pengujian dilakukan terhadap kerikil Desa Laha, Air Sakula menghasilkan nilai modulus kehalusan batu pecah yang akan digunakan. berikut terlampir hasilnya pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian kerikil (Agregat Kasar)

Jenis pengujian	Hasil	Standar	Satuan
MK (Modulus Kehalusan)	6,64	6 – 7,1	%
BJ (Berat Jenis)	2,51	2,5 – 2,8	gram
Absorpsi (Penyerapan)	2,63	≤ 3	%
Bobot Isi			
- Lepas	1,57	1,2 – 1,7	gr/cm ³
- Padat	1,65	1,4 – 1,9	gr/cm ³
Kadar Air	2,26	≤ 3	%
Kadar Lumpur	0,1	1	%

3.3 Hasil Pengujian Batu Apung

Pengujian analisa saringan (gradasi) yang dilakukan terhadap Batu Apung.

Pengujian yang dilakukan menggunakan SNI ASTM C136-2012.

Tabel 3. Hasil Pengujian Batu Apung (Agregat Kasar)

Hasil pengujian	Nilai	Standar	Satuan
MK (Modulus Kehalusan)	7	6 – 7,1	%
BJ (Berat Jenis)	1	0,75-1,2	gram
Absorpsi (Penyerapan)	2,97	≤ 3	%
Bobot Isi			
- Lepas	0,46	1,2 – 1,7	gr/cm ³

Hasil pengujian	Nilai	Standar	Satuan
- Padat	0,54	1,4 – 1,9	gr/cm ³
Kadar Air	2,76	≤ 3	%
Kadar Lumpur	0,92	1	%

3.4 Rancangan Campuran Beton

Metode perhitungan yang digunakan dalam perencanaan campuran beton adalah menggunakan metode SNI.

Perancangan campuran beton ini berdasarkan hasil uji parameter agregat yang dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4. Proporsi campuran beton untuk 1 benda uji tiap-tiap variasi

Kode	Semen (Kg)	Batu Pecah (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Kg)	Batu Apung (Kg)	Kawat Bendrat (Kg)
BN	2,05	5,13	3,79	1,09	0	0
BKBA 5%	2,05	4,87	3,79	1,09	0,26	0,04
BKBA 10%	2,05	4,62	3,79	1,09	0,51	0,04
BKBA 15%	2,05	4,36	3,79	1,09	0,77	0,04

3.5 Pengujian Slump

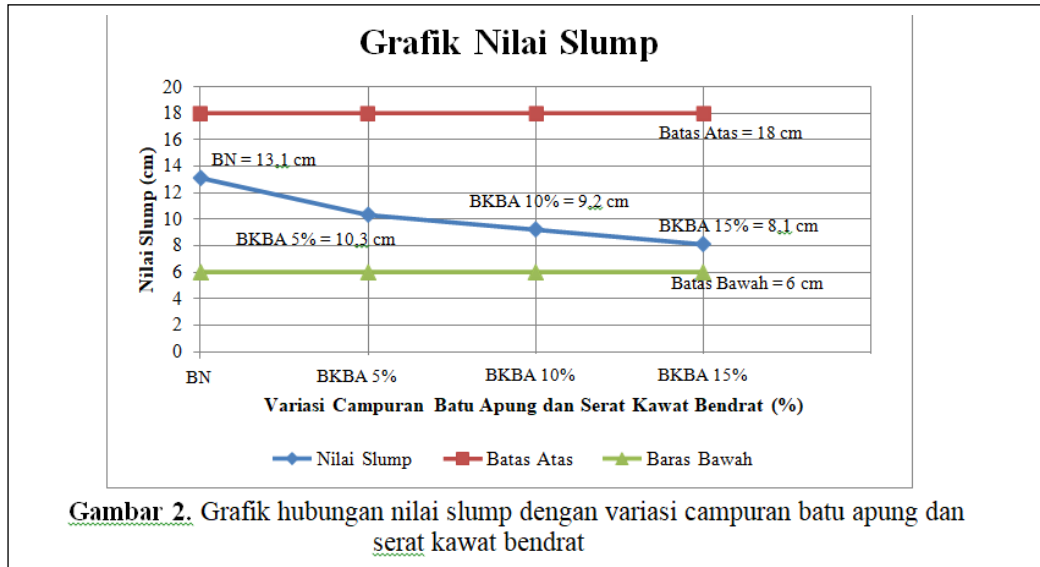
Nilai slump yang diisyaratkan dalam penelitian ini adalah 60-180 mm. Menggunakan jumlah air yang sama tetapi memiliki nilai slump yang bervariasi terjadi akibat kelebihan

kandungan air pada material atau terjadinya penyerapan air oleh agregat kasar batu apung. Tujuan pengujian slump dilakukan untuk mengetahui *workabilty* dan kelecakan pada beton. Hasil pengujian slump dipaparkan pada tabel di bawah ini;

Tabel 5. Pengujian Nilai Slump

Variasi Penambahan Kawat bendrat dan batu Apung	Nilai Slump rata-rata fas (0,53)
BN	13,1
BKBA 5 %	10,3
BKBA 10 %	9,2
BKBA 15 %	8,1

Dari Tabel 5 di atas didapat grafik hubungan variasi batu apung dengan penambahan serat kawat bendrat dan nilai slump.



Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat dilihat perbandingan antara nilai slump beton normal dan beton dengan variasi campuran batu apung dan serat kawat bendrat. Pada beton normal BN nilai slumpnya lebih besar yaitu 13,1 cm dibandingkan dengan nilai slump beton yang menggunakan variasi tambahan batu apung dan kawat bendrat. Untuk BKBA 5% nilai slumpnya 10,3 cm, BKBA 10% nilai slumpnya 9,2 cm dan BKBA 15% nilai slump 8,1 cm. Dari ketiga beton yang ditambahkan batu apung dan kawat bendrat, nilai slump yang paling kecil berada pada kadar variasi BKBA 15% yaitu sebesar 8,1 cm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa

semakin banyak batu apung dan serat kawat bendrat yang digunakan kedalam campuran beton maka nilai slump yang didapat akan semakin kecil. Nilai slump yang kecil akan berpengaruh pada *workability* (kemudahan dikerjakan) beton.

3.6 Pengujian Berat Isi Beton

Tujuan dilakukan pengujian berat isi beton adalah untuk memperoleh data berat beton per satuan isi. Hasil berat isi beton untuk 28 hari dengan $f = 0,53$ dapat dipaparkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 6. Pengujian Berat Isi Beton

Variasi Penambahan Bendrat dan batu Apung	Berat Benda Uji rata-rata (Kg)	Volume Benda Uji	Berat Isi Beton rata-rata (Kg/ m ³) Fas (0.53)
BN	12,63	0,0053	2,384
BKBA 5 %	11,54	0,0053	2,179
BKBA 10 %	10,85	0,0053	2,048
BKBA 15%	10,14	0,0053	1,913

Dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwa berat satuan beton yang didapat lebih dari 1900 kg/m³, ini tidak sesuai dengan syarat berat satuan beton ringan yaitu 1900 kg/m³ (Tjokrodinuljo, 2007). Sehingga hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa beton yang dibuat

tidak termasuk beton ringan. Jadi penambahan serat kawat bendrat dan batu apung pada campuran beton dengan variasi yang sudah ditentukan tidak menghasilkan beton ringan dan tidak berpengaruh terhadap berat satuan beton tersebut. Penggunaan batu apung dan

serat kawat bendrat menghasilkan penurunan berat isi beton. Dapat dilihat dari presentasi BKBA 5%, BKBA 10%, dan BKBA 15% mengalami penurunan dari beton normal BN namun masih belum memenuhi syarat berat isi beton ringan yang ditentukan.

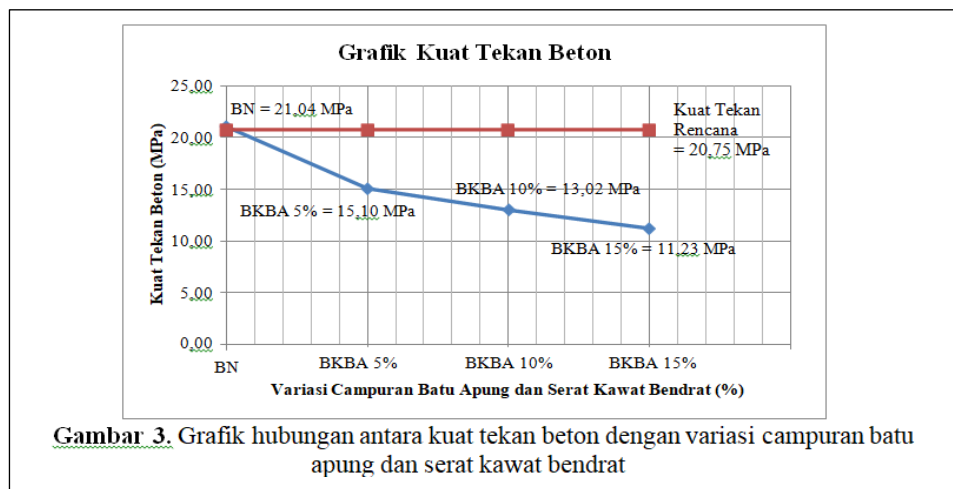
3.6 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari.

Pengujian dilakukan pada 3 benda uji silinder beton dengan diameter 15 cm × 30 cm untuk masing-masing varian betonnya. Kekuatan tekan hasil uji beton diambil berdasarkan nilai rata-rata kuat tekan 3 benda uji dari masing-masing variasi tersebut. Berikut terlampir hasilnya pada Tabel 7 dan gambar 3.

Tabel 7. Pengujian Kuat tekan Beton

Variasi	Kuat Tekan Beton (Mpa) fas (0,53)			Kuat Tekan rata-rata (MPa)
	Sampel 1	Sampel II	Sampel III	
BN	21,23	20,95	20,95	21,04
BKBA 5%	15,29	15,00	15,00	15,10
BKBA 10%	13,02	13,02	13,02	13,02
BKBA 15%	11,32	11,32	11,04	11,23



Dari grafik kuat tekan rata-rata di atas dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian beton tiap varian menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi adalah 21,04 MPa terdapat pada sampel beton normal BN dengan kenaikan sebesar 1,39% dimana variasi tersebut tidak menggunakan tambahan batu apung dan serat kawat bendrat sedangkan nilai kuat tekan terendah berada pada sampel BKBA 15% dengan nilai kuat tekan sebesar 11,23 MPa. Dari hasil pengujian beton BKBA 5% menghasilkan kuat tekan

sebesar 15,10 MPa yang dimana mengalami penurunan kuat tekan dari BN sebesar 28,25%, sedangkan pada BKBA 10% dan BKBA 15% mengalami penurunan kuat tekan dari BN sebesar 38,12% dan 46,64%, dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa penambahan serat kawat bendrat tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap nilai kuat tekan yang dihasilkan pada beton, dan juga semakin besar presentase penggunaan batu

apung yang digunakan maka kuat tekan yang dihasilkan semakin berkurang.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat ditarik kesimpulan yaitu kuat tekan beton yang menggunakan batu apung sebagai substitusi parsial terhadap agregat kasar dan penambahan serat kawat bendrat, diperoleh hasil nilai kuat tekan pada beton BN = 21,04 MPa, nilai tersebut mengalami kenaikan 1,39% dari mutu beton f'_c yang direncanakan yaitu 20,75 MPa, untuk beton BKBA 5% = 15,10 MPa, nilai tersebut mengalami penurunan 28,25% dari beton BN, untuk beton BKBA 10% = 13,02 MPa, mengalami penurunan 38,12% dari beton BN, sedangkan untuk beton BKBA 15% = 11,23 MPa, mengalami penurunan dari beton BN sebesar 46,64%. Rata-rata nilai kuat tekan yang dihasilkan adalah sebesar 15,10 MPa dengan rata-rata penurunan kuat tekan sebesar 28,25%. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa penambahan serat kawat bendrat tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap penambahan nilai kuat tekan yang dihasilkan pada beton dan juga semakin besar presentase penggunaan batu apung yang digunakan maka kuat tekan yang dihasilkan semakin berkurang.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, berikut beberapa saran yang dapat diberikan oleh peneliti:

1. Melanjutkan penelitian dengan menggunakan variasi batu apung dan serat kawat bendrat yang berbeda dan dapat ditambahkan dengan menggunakan zat additive yang berfungsi untuk memperkuat nilai kuat tekan dan kuat Tarik.
2. Melanjutkan penelitian kuat tarik belah pada beton ini.
3. Memperhatikan FAS (Faktor Air Semen), kadar penggunaan serat dalam campuran beton, dan jenis

serat yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 318-89. 1989. "Building Code Requirements for Structural Concrete." *American Concrete Institute* 2007: 509.
- ASTM C 125– 06. *ASTM Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates*.
- BSN. (1989). SK SNI S-04-1989-F *Metode Pengujian Kadar Lumpur*. BSN.
- BSN. (1990). "SNI 03-1968-1990 Tata Cara Uji Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar." BSN.
- BSN. (2000). "SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal." *SNI 03-2834-2000*: 1–34.
- BSN. (1996). "SNI 03-4804-1998 Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat." BSN.
- BSN. (2008). "SNI 1970:2008 Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus". BSN.
- BSN. (2008). "Cara Uji Slump Beton SNI 1972:2008 - PDF Free Download." <https://adoc.pub/cara-uji-slump-beton-sni-19722008.html> (November 14, 2022).
- BSN. (2011). "SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder." *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*: 20.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2012. "SNI ASTM C136-2012 Revisi dari SNI 03-1968-1990 Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat." *Ruang Koleksi Standar (ST: 058)*. 2023.: 1362012.

- Endarto, M., & Zulfiar, M. (2010, Mei). Kajian Eksperimen Kuat Tekan Beton Ringan Menggunakan Agregat Bambu dan Bahan Tambah Beton. *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA*, 13(1), 12-20.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. "SNI 03-1971-1990 Metode Pengujian Kadar Air Agregat (ASTM C 566-89) Revisi." http://binamarga.pu.go.id/bintekjatan/otomasi9/index.php?p=show_detail&id=2435&keywords= (November 14, 2022).
- Murdock, L.J. dan Brook, K. M. (1991). *Bahan Dan Praktek Beton*. 4th ed. ed. Stephanus Hindarko. Jakarta: Erlangga.
- Nawy. (1990). *Beton Bertulang – Suatu Pendekatan Dasar*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Ramadhan, R. R. (2016). *Pengaruh Penambahan Glenium Ace 8590 dan Fly Ash Terhadap Sifat Mekanik Beton Ringan dengan Agregat Kasar Batu Apung*. Yogyakarta.
- Ridha, M. (2016). "Karakterisasi Batu Apung Lombok Sebagai Bahan Komposit Alami." *Tesis*: 1–81.). *Reologi Adukan Beton Serat*. XII. Media Teknik.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada.
- Uzda, Rabiyatul, Morgan Setiady, and Billy Hatuhely. (2022). "Analysis of Mixing Time to The Compressive Strength of Concrete." *Jurnal Teknik Sipil MACCA* 7(3): 214–21.