

## Tinjauan Kuat Tekan Beton Berupa Serat Ban Bekas dan Pozolan Di Dalam Agregat Halus

Aulia Harry<sup>1</sup>, Bunyamin<sup>\*2</sup>, Imransyah Idroes<sup>3</sup>, Munirul Hady<sup>4</sup>, Heru Pramanda<sup>5</sup>,  
Reza Pahlevi Munirwan<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda

<sup>6</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Kampus Unida-Surien, Kota Banda Aceh, telp. (0651) 42225 – 42098 – 42219

e-mail: <sup>1</sup>aulyaharry06@gmail.com, <sup>\*2</sup>bunyamin@unida-aceh.ac.id, <sup>3</sup>idroesimransyah@gmail.com,

<sup>4</sup>munirulhady@unida-aceh.ac.id,

<sup>5</sup>herupramanda@unida-aceh.ac.id, <sup>6</sup>r.munirwan@unsyiah.ac.id

### Abstrak

Pemanfaatan limbah sebagai bahan pengganti atau bahan tambahan pada campuran beton dapat mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Salah satu limbah yang telah banyak dimanfaatkan oleh peneliti dalam beton adalah ban bekas. Serat yang ada dalam ban bekas digunakan sebagai bahan tambah terhadap semen maupun agregat. Namun, beberapa penelitian menunjukkan kekuatan beton menurun. Pada penelitian ini, serat ban bekas dikombinasikan dengan bahan lain yang mengandung silika yaitu pozzolan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas kuat tekan beton yang menggunakan pozzolan sebagai pengganti sebahagian agregat halus sebesar 10% dan serat ban bekas sebagai bahan aditif sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Bahan Pozolan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Krueng Raya, Kecamatan Masjid Raya, Kabupaten Aceh Besar, sedangkan serat ban bekas kendaraan berasal dari Kecamatan Suka Makmur, Kabupaten Aceh Besar. Penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium, dengan kuat tekan betn rencana sebesar 17,00 MPa, dengan benda uji berjumlah 20 buah, di mana setiap variasi terdiri dari 5 benda uji. Pengujian berupa kuat tekan beton terhadap perendaman benda uji selama 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% berturut-turut didapatkan sebesar 18,29 MPa, 12,23 MPa, 11,82 MPa, dan 10,84 MPa. Kuat tekan beton menurun, hal ini disebabkan oleh banyaknya jumlah serat ban bekas yang ditambahkan ke dalam beton, sehingga daya ikat antar serat dan semen menjadi tidak baik.

**Keywords**— Agregat Halus, Ban Bekas, Limbah, Pozolan, Serat.

### Abstract

*Utilizing waste as a substitute or additional material in concrete mixtures can reduce the level of environmental pollution. One waste that has been widely used by researchers in concrete is used tires. The fibers are used as an additive to cement and aggregate. However, several studies show that concrete compressive strength decreases. In this research, used tire fiber was combined with another material containing silica, namely pozzolan. This research aims to determine the compressive strength capacity of concrete using pozzolan as a replacement for 10% of fine aggregate and used tire fiber as an additive at 0%, 5%, 10% and 15%. The Pozzolan material used in this research came from Krueng Raya, Masjid Raya District, Aceh Besar Regency, while the used vehicle tire fiber came from Suka Makmur District, Aceh Besar Regency. The research was carried out experimentally in the laboratory, with a design concrete compressive strength of 17.00 MPa, with 20 specimens, where each variation consisted of 5 specimens. Concrete compressive strength testing in this study was carried out when the specimen was 28 days old. The research results showed that the compressive strength of concrete with variations of 0%, 5%, 10%, and 15% was 18.29 MPa, 12.23 MPa, 11.82 MPa, and 10.84 MPa respectively. The compressive strength of the concrete decreases, this is caused by the large amount of used tire fiber added to the concrete, so that the bond strength between the fiber and cement is not good.*

**Keywords**— Fine Aggregate, Used Tires, Waste, Pozzolan, Fiber.

## 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan bangunan yang telah banyak digunakan dalam pembangunan konstruksi [1]. Pada umumnya, bahan pembentuk beton terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, dan air [2]. Beton dalam bahan bangunan digunakan sebagai elemen struktur, seperti pada balok, kolom dan pelat [3]. Sebagai elemen struktur, maka beton disyaratkan memiliki kuat tekan beton minimum sebesar 17,00 MPa. Pada beberapa penggunaan untuk konstruksi berat, seperti gedung bertingkat dan jembatan, maka kuat tekan beton harus tinggi yaitu minimum 65 MPa [4].

Kekuatan beton, baik kuat tekan, kuat tarik maupun kuat lentur sangat dipengaruhi oleh agregat yang digunakan [5]. Agregat terdiri dari agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus terdiri dari pasir halus dan pasir kasar. Persentase atau rasio antara agregat halus dan kasar dalam beton sangat mempengaruhi kekuatan beton yang dihasilkan. Dalam perencanaan campuran beton, persentase tersebut sangat perlu diperhatikan, karena agregat berfungsi sebagai pengisi dan untuk menambah kekuatan [6]. Selama ini, agregat yang didapatkan di lapangan sering berkualitas tidak baik, terutama dari segi kandungan lumpur, kekerasannya, dan sifat fisiknya.

Para peneliti telah banyak melakukan percobaan dalam hal meningkatkan kekuatan agregat, salah satunya adalah dengan memanfaatkan limbah. Salah satu limbah yang digunakan oleh peneliti yaitu limbah yang memiliki serat-serat, baik serat alami maupun serat buatan. Serat yang ditambahkan ke dalam beton dapat meningkatkan kekakuan lentur [7], ketahanan korosi [8], daktilitas [9], dan pengendalian retak [10]. Serat yang digunakan biasanya memiliki panjang 5 mm, 10 mm, dan 20 mm [11]. Serat alami merupakan serat yang berasal dari tumbuhan, seperti serat daun nenas, serat daun pisang, serat sabut kelapa, dan lain-lain. Sedangkan serat buatan merupakan serat yang telah dilakukan proses pengolahannya oleh manusia, dengan tujuan untuk mendapatkan kekuatan tarik yang tinggi, seperti *polypropilene*.

Limbah ban bekas merupakan salah satu limbah di masyarakat yang telah banyak digunakan oleh peneliti dalam hal sebagai bahan tambah dalam beton. Ban bekas, yang jika dilakukan pengolahannya menjadi bahan pengganti sebahagian agregat, maka dinamakan dengan serat ban bekas. Serat ban bekas ini sendiri merupakan serat buatan, sehingga ketika ditambahkan ke dalam beton, maka dinamakan dengan beton berserat [12]. Ban sendiri merupakan bagian dari pada kendaraan yang terbuat dari komponen yang sangat lengkap, yang terdiri dari komponen karet, karbon hitam, filler clay dan silika, serta ditambah komponen lainnya yang berbahan kimia dan mineral [13]. Penggunaan serat ban bekas dalam beton sebagai bahan tambah, menghasilkan kuat tekan beton yang bervariasi. Beberapa hasil penelitian menunjukkan penurunan kuat tekan beton. Sehingga, dalam penelitian ini serat ban bekas dikombinasikan dengan bahan lainnya berupa pozolan.

Pozolan merupakan bahan yang mengandung senyawa silika atau silika alumina dan alumina, yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen. Namun, dalam bentuk yang halus dan dengan adanya air, maka senyawa-senyawa tersebut akan bereaksi dengan kalsium hidroksida. Pada suhu normal, membentuk senyawa kalsium hidrat yang bersifat hidraulis dan mempunyai angka kelarutan yang cukup rendah.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah sejauh mana pengaruh bahan tambahan serat ban bekas dan substitusi pozolan di dalam agregat halus terhadap kuat tekan beton normal. Variasi campuran kedua bahan tersebut yaitu pozolan sebesar 10% sebagai substitusi dari berat agregat halus dan serat ban bekas kendaraan sebesar 5%, 10%, dan 15% sebagai bahan tambah dari berat semen. Mutu beton yang direncanakan dalam penelitian ini yaitu sebesar 17 Mpa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton dengan penambahan serat limbah ban bekas kendaraan terhadap berat semen dan pasir pozolan sebagai bahan substitusi terhadap berat agregat halus. Selain itu, juga untuk mengetahui berat volume beton akibat kombinasi dari kedua bahan tersebut.

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton dalam menahan beban tekan maksimum per satuan luas. Kekuatan tekan beton diperoleh dengan mempersiapkan beberapa benda uji baik kubus maupun

silinder pada umur tertentu dan biasanya minimal 3 hari dan maksimal sampai dengan umur 28 hari [14]. Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan metode ASTM C39/C39M-20. Kuat tekan maksimum diperoleh pada pengujian benda uji berumur 28 hari [15]. Perhitungan kuat tekan yaitu dengan menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Di mana:

- $f'c$  = Kuat tekan silinder beton (MPa);  
P = Beban tekan maksimum/hancur (Newton); dan  
A = Luas penampang benda uji ( $mm^2$ ).

Berat volume beton adalah suatu ukuran atau dimensi dalam beton yang dinyatakan dalam satuan  $kg/m^3$ . Pengukuran berat volume dilakukan dengan cara menimbang dan mencatat berat benda uji. Selanjutnya diukur dimensinya yang terdiri dari diameter dan tinggi berat benda uji. Dari pengukuran berat benda uji, diperoleh nilainya dalam satuan kg, sedangkan dari pengukuran diameter dan tinggi, diperoleh nilainya dalam satuan  $m^3$ . Persamaan untuk mengukur berat volume beton diperlihatkan pada persamaan 2.

$$D = \frac{W}{V} \quad (2)$$

Di mana:

- D = Berat volume beton ( $kg/m^3$ );  
W = Berat benda uji (kg); dan  
V = Volume benda uji ( $m^3$ ).

Jadi, penelitian ini dilakukan secara eksperimental di laboratorium, dengan kuat tekan beton rencana sebesar 17,00 MPa, dengan benda uji berjumlah 20 buah, di mana setiap variasi terdiri dari 5 benda uji. Pengujian yang dilakukan berupa kuat tekan beton terhadap perendaman benda uji selama 28 hari. Hasil akhir dari penelitian berupa data kuat tekan dan berat volume beton, yang dianalisis secara grafis.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahapan dalam melaksanakan penelitian. Metode penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental di laboratorium berdasarkan aturan dalam SNI (Standar Nasional Indonesia), ACI (*American Concrete Institute*), dan ASTM (*American Society of Testing and Materials*).

### 2.1 Persiapan Material

Sebelum dilakukannya pencampuran beton, maka material dipersiapkan terlebih dahulu. Material yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu :

#### 1. Semen Portland

Dikarenakan sulitnya untuk ditemukan semen tipe 1, maka dalam penelitian ini, semen portland yang digunakan adalah semen tipe PCC yang mudah dijumpai di toko bangunan. Pemeriksaan sifat fisis maupun kimiawi terhadap semen tidak dilakukan lagi, karena semen tersebut sudah diproduksi sesuai dengan standar. Selain itu, berat jenis dan sifat-sifat lainnya tertera dengan jelas pada kantong pembungkus semen.

#### 2. Agregat kasar (*coarse aggregate*)

Agregat kasar berupa batu bulat yang lolos saringan 31,50 mm. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Kota Jantho, Kabupaten Aceh Besar.

3. Pasir kasar (*coarse sand*)

Pasir kasar berupa batu bulat yang lolos saringan 9,52 mm. Pasir kasar yang digunakan dalam penelitian ini juga berasal dari Kota Jantho, Kabupaten Aceh Besar.

4. Pasir halus (*fine sand*)

Pasir halus berupa batu bulat yang lolos saringan 4,75 mm. Pasir halus yang digunakan dalam penelitian ini juga berasal dari Kota Jantho, Kabupaten Aceh Besar.

5. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air bersih, tidak kotor dan tidak mengandung lumpur maupun bercampur dengan bahan kimia. Air yang digunakan berasal dari PDAM yang berlokasi dekat dengan laboratorium.

6. Serat ban bekas

Limbah ban bekas kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari CV. Rapi Vulkanisir, Kecamatan Suka Makmur, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Limbah ban bekas tersebut dilakukan pengolahannya oleh perusahaan tersebut dengan cara dihancurkan sehingga menjadi serat. Kemudian serat tersebut diayak lagi di laboratorium dengan ketentuan: lolos saringan ukuran 31,5 mm dan tertahan pada saringan ukuran 9,10 mm. Serat ban bekas yang telah dilakukan pengolahannya di laboratorium dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Serat ban bekas yang telah diayak di laboratorium  
Sumber : Penulis

7. Pozolan

Pozolan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. Samana Citra Agung, Krueng Raya, Kecamatan Masjid raya, Kabupaten Aceh besar. Dalam Penelitian ini, pozolan berkedudukan sebagai substitusi pasir halus yang lolos saringan 4,75 mm dan tertahan di saringan 0,015mm. Pengayakan dilakukan secara manual dengan menggunakan ayakan yang terdapat di laboratorium. Untuk pemeriksaan sifat fisis tidak lagi dilakukan lagi, mengingat adanya tindakan khusus terhadap material pozolan yang kurang tahan air, jika dilakukan dengan metode konvensional. Pozolan yang diambil di lokasi diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pozolan  
Sumber : PT. Samana Citra Agung

## 2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian antara lain yaitu saringan 1 (satu) set standar ASTM, wadah atau panci, mesin pembebanan tekan (*compressive loading machine*) dengan merek *Ton Machine* yang berkapasitas 100 Ton, oven pengering material, cetakan silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm, timbangan berkapasitas 15 kg dengan Ketelitian 0,1 gram, timbangan berkapasitas 5000 gram, dengan ketelitian 0,01 gram. Pengaduk beton (*molen*) berkapasitas 90 liter, Tongkat besi untuk pemadatan agregat berdiameter 1,6 cm dan panjang 60 cm, peralatan untuk memeriksa adukan beton, dan peralatan penunjang lainnya (mistar, gelas ukur, termometer, *container*, gayung, ember anti pecah, alat uji *Slump*, palu karet, keranjang kawat, ember besi yang berisi air, dan lain-lain).

## 2.3 Pemeriksaan Sifat – Sifat Fisis Agregat

Pemeriksaan sifat fisis agregat dilakukan dengan tujuan untuk melihat apakah agregat yang digunakan dalam pencampuran beton sudah sesuai dengan standar atau belum. Pemeriksaan sifat fisis agregat dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan prosedur dari ASTM 2004, meliputi: pemeriksaan berat volume (ASTM C 29/C 29M – 97) [16], absorpsi (ASTM C 127 – 01) [17], berat jenis dan susunan butiran (ASTM C136 – 01) [18].

## 2.4 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton dalam penelitian ini dihitung berdasarkan metode ACI 211.1-91 [19] dengan diameter maksimum agregat: 25.00 mm dan slump: (75-100) mm. Komposisi campuran beton direncanakan berdasarkan berat dalam satuan  $\text{kg/m}^3$ . Dalam penelitian ini, limbah ban bekas ditambahkan ke dalam semen sebanyak 0%, 5%, 10%, dan 15%. Kemudian, pozolan disubstitusikan ke dalam agregat halus sebesar 10%. Jumlah limbah yang ditambahkan ke dalam semen sebagaimana yang telah dilakukan peneliti terdahulu, yaitu dimanfaatkan limbah sebanyak (0-15)% [20]. Penelitian tentang kombinasi serat ban bekas dan pozolan ini belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga mutu beton yang direncanakan pada penelitian ini adalah mutu beton minimum struktur sesuai dengan yang disyaratkan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu 17.00 MPa [21]. Peneliti terdahulu juga menyatakan bahwa rancangan campuran beton yang menggunakan substitusi limbah dapat dicoba dengan kuat tekan struktural minimal

yaitu 17,00 MPa [22]–[28]. Bahan tambah untuk meningkatkan *workability* maupun kekuatan beton seperti *superplasticizer* tidak digunakan dalam penelitian ini.

### 2.5 Tahapan Pelaksanaan dan Perawatan Beton

Pelaksanaan campuran beton dilakukan dengan berdasarkan hasil rancangan campuran beton. Sedangkan perawatan beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari. Adapun tahapan pelaksanaan campuran beton dan perawatan benda uji di laboratorium diuraikan sebagai berikut :

- 1) Bahan dan alat (benda uji) yang digunakan untuk membuat beton harus disiapkan terlebih dahulu;
- 2) Pemeriksaan bahan dilakukan di laboratorium. Hal ini dilakukan agar mutu beton yang dirancang sedemikian rupa sehingga kekuatan beton mencapai kekuatan maksimum sesuai perhitungan. Selanjutnya, pemeriksaan terhadap agregat meliputi gradasi agregat (modulus halus butiran), pemeriksaan berat volume agregat, dan pemeriksaan berat jenis agregat;
- 3) Campuran beton (*mix design*) direncanakan sesuai aturan dalam ACI. Campuran beton direncanakan dalam satuan berat yaitu  $\text{kg/m}^3$ .
- 4) Material dan bahan-bahan ditimbang sesuai dengan hitungan yang telah ditentukan pada perencanaan campuran beton (*mix design*);
- 5) Proses pengadukan pada beton dilakukan dengan cara memasukkan material yang telah ditimbang, yang terdiri dari agregat kasar dan halus, pozolan, serat ban bekas, air, dan semen ke dalam molen (*concrete mixer*). Pengadukan menggunakan molen ini dilakukan sampai menyatu, kemudian adukan dituang ke alas campuran beton selama  $\pm 15$  menit;
- 6) Kekentalan pada beton basah diuji dengan menggunakan alat uji slump. Kekentalan adukan beton basah yang telah diuji harus sesuai dengan *slump* rencana yaitu berada antara 75 - 100 mm;
- 7) Campuran beton dituangkan ke dalam cetakan silinder yang sebelumnya sudah dilapisi dengan oli agar campuran beton tidak lengket pada dinding cetakan. Setelah dituangkan ke dalam cetakan, dipadatkan dengan tongkat besai sebanyak 25 kali sebanyak tiga lapisan dan juga dengan memukul sisi cetakan menggunakan palu karet. Selanjutnya setelah padat, ratakan permukaannya menggunakan sendok semen; dan
- 8) Perawatan pada beton dilakukan ketika beton sudah mengeras selama  $\pm 1$  hari. Kemudian keluarkan beton tersebut dari dalam cetakan silinder dan direndam di dalam air PDAM selama 28 hari.

### 2.6 Tahapan Pelaksanaan dan Perawatan Beton

Pengujian Berat volume dilakukan pada saat benda uji silinder sudah berumur 28 hari. Benda uji silinder yang sudah direndam selama 28 hari, dikeluarkan dari bak rendaman dan dibiarkan selama  $\pm 12$  jam supaya kering. Benda uji tersebut ditimbang beratnya dan dilakukan pengukuran dimensinya dalam arah horizontal (diameter) dan vertikal (tinggi) sebanyak 3 (tiga) kali. Kemudian diambil rata-rata, sehingga menghasilkan diameter dan tinggi silinder. Berdasarkan nilai diameter dan tinggi silinder, maka didapatkan volume silinder tersebut. Berat volume beton diperoleh dengan membandingkan berat benda uji dengan volume benda uji, dalam satuan  $\text{kg/m}^3$ .

### 2.7 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan sesuai dengan ASTM C39/C39M-03 [29]. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berupa silinder, dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat benda uji sudah berumur 28 hari. Benda uji yang sudah dilakukan perawatan selama 28 hari, dikeluarkan dan dibiarkan kering di dalam kamar selama  $\pm 12$  jam. Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan, maka benda uji ditimbang beratnya dan diukur dimensinya, sehingga didapatkan berat volume beton. Selanjutnya, benda uji tersebut diuji kuat tekan. Pertama-tama, benda uji diletakkan pada mesin pengujian dengan posisinya searah dengan pembebanan. Mesin dihidupkan, dengan besarnya pembebanan dinaikkan secara bertahap. Dial jarum, terlihat angka-angka yang bergerak

ke atas hingga berhenti. Pembacaan beban maksimum dicatat pada saat salah satu jarum menurun. Terakhir, dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan kuat tekan beton.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan pada penelitian ini meliputi: hasil pemeriksaan sifat fisis agregat, hasil rancangan campuran beton, hasil pengujian slump, hasil berat volume dan kuat tekan beton. Hasil penelitian tersebut diuraikan dalam bentuk tabel dan grafis.

#### 3.1 Hasil Pemeriksaan Sifat – Sifat Fisis Agregat

Data hasil pemeriksaan laboratorium terhadap sifat-sifat fisis agregat yang berasal dari kawasan Jantho, Kabupaten Aceh Besar, meliputi pemeriksaan berat volume, berat jenis, penyerapan, analisa saringan, modulus kehalusan. Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat merupakan salah satu data pendukung pada penelitian ini. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi persyaratan, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan beton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 s.d Tabel 4 berikut.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Agregat

No.	Jenis Agregat	Berat Volume (Kg/l)	Sesuai dengan penelitian terdahulu [30]
1	Pasir Halus ( <i>Fine Sand</i> )	1,697	> 1,4 kg/l
2	Agregat Kasar ( <i>Coarse Sand</i> )	1,848	
3	Kerikil ( <i>Coarse Aggregate</i> )	1,736	

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

No.	Jenis Agregat	Berat Jenis		Sesuai dengan penelitian terdahulu [31]
		SG (SSD)	SG (OD)	
1	Pasir Halus ( <i>Fine Sand</i> )	2,75	2,71	2,00 – 2,70
2	Agregat Kasar ( <i>Coarse Sand</i> )	2,74	2,70	
3	Kerikil ( <i>Coarse Aggregate</i> )	2,83	2,78	2,50 – 2,80

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Absorpsi Agregat

No.	Jenis Agregat	Absorpsi (%)	Sesuai dengan penelitian terdahulu [30]
1	Pasir Halus ( <i>Fine Sand</i> )	1,61	0% s.d 2%
2	Agregat Kasar ( <i>Coarse Sand</i> )	1,63	
3	Kerikil ( <i>Coarse Aggregate</i> )	1,93	

Tabel 4. Nilai *Fineness Modulus* Agregat Halus

No.	Jenis Agregat	<i>Fineness Modulus</i> (FM)	Sesuai dengan penelitian terdahulu [32]
1	Pasir Halus ( <i>Fine Sand</i> )	2,34	1,50-3,80
2	Agregat Kasar ( <i>Coarse Sand</i> )	2,92	2,90-3,20
3	Kerikil ( <i>Coarse Aggregate</i> )	6,83	5,50-8,00

### 3.2 Hasil Rancangan Campuran Beton (Mix Design)

Rancangan campuran beton dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan metode ACI. Komposisi campuran beton direncanakan dalam takaran berat yaitu satuan  $\text{kg/m}^3$ . Kuat tekan beton yang direncanakan adalah 17,00 MPa. Tabel ACI, diperoleh FAS (Faktor Air Semen) sebesar 0,62. Berat volume beton yang didapatkan sebesar 2380,00  $\text{Kg/m}^3$ . Nilai berat volume beton tersebut sesuai dengan berat volume beton normal yaitu berkisar antara 2200 s.d 2400  $\text{Kg/m}^3$ . Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rancangan Campuran Beton 1  $\text{m}^3$  dengan FAS 0,62

Material	Jumlah yang dibutuhkan	Satuan
Air	193,00	$\text{Kg/m}^3$
Semen	311,00	$\text{Kg/m}^3$
Kerikil	1198,15	$\text{Kg/m}^3$
Pasir Kasar	305,02	$\text{Kg/m}^3$
Pasir Halus	372,81	$\text{Kg/m}^3$
<b>Total</b>	<b>2380,00</b>	<b><math>\text{Kg/m}^3</math></b>

### 3.3 Hasil Pengujian Slump Test

Pengujian slump dilakukan ketika campuran beton dalam molen menyatu secara homogen. Hasil pengujian yang diperoleh sesuai dengan yang direncanakan, yaitu berada antara 75 s.d 100 mm. Sehingga, dengan adanya penambahan serat ban bekas dan dikombinasikan dengan pozolan ke dalam agregat halus, maka *workability* yang didapatkan sangat baik. Hal ini dikarenakan tidak ada penambahan maupun pengurangan jumlah air dan semen selama dilakukannya pengujian slump. Adapun hasil pengujian slump di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 6.

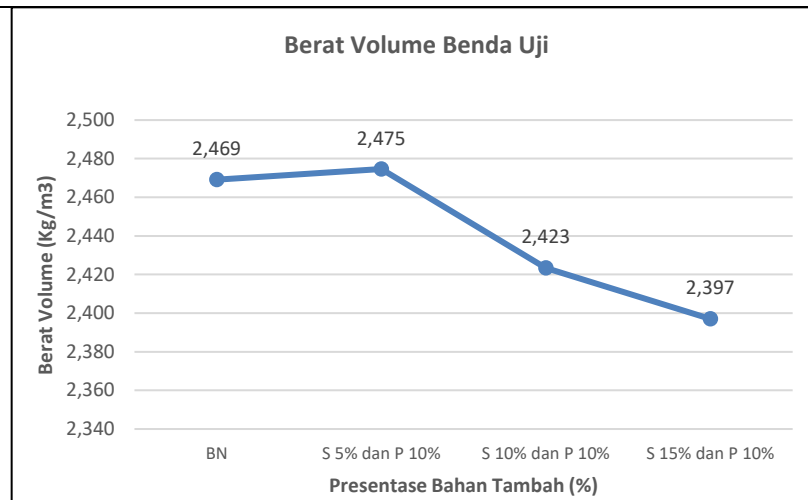
Tabel.6 Hasil *Slump Ttest* Benda Uji Silinder

Persentase Penambahan Serat Ban Bekas (%)	Substitusi Pozolan	Tinggi Slump (mm)	Workability ( $\pm$ Jumlah air)	Slump Rencana
0%	0%	75	-	75 - 100 mm
5%	10%	75	-	
10%	10%	80	-	
15%	10%	82	-	

### 3.4 Hasil Pengujian Berat Volume Beton

Berat volume beton diukur sesaat sebelum pengujian kuat tekan dilaksanakan. Berat volume beton diukur ketika benda uji sudah berumur 28 hari. Hasil pengujian berat volume beton diperlihatkan pada Gambar 3 berikut.



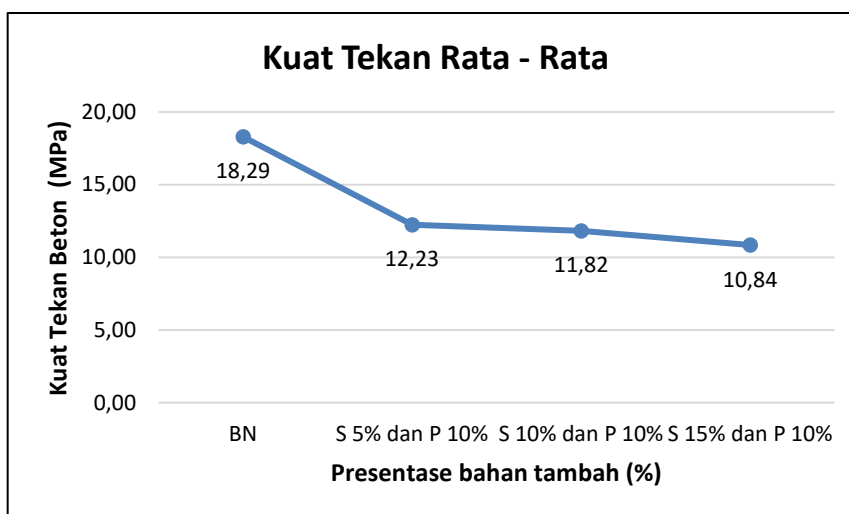


Gambar 3. Berat Volume Beton (Kombinasi Serat Ban Bekas dan Pozolan)  
Sumber : Penulis

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa nilai berat volume beton dengan adanya substitusi pozolan sebesar 10% dan penambahan serat ban bekas sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% berturut-turut didapatkan sebesar: 2,469 Kg/m<sup>3</sup>, 2,475 Kg/m<sup>3</sup>, 2,423 Kg/m<sup>3</sup> dan 2,397 Kg/m<sup>3</sup>. Berat volume beton yang didapatkan semakin menurun dengan adanya penambahan serat ban bekas, yaitu pada variasi 10% dan 15%. Sedangkan pada variasi 5% menunjukkan berat volume beton meningkat jika dibandingkan dengan berat volume beton normal. Hal ini disebabkan oleh kombinasi pozolan sebesar 10% di dalam agregat halus dan serat 5% di dalam semen mampu mengisi rongga-rongga dalam agregat kasar (*coarse aggregate*). Sedangkan untuk variasi 10% dan 15%, terjadinya penurunan berat volume beton signifikan atau berat volume menjadi ringan. Hal ini disebabkan oleh jumlah serat yang ditambahkan terlalu banyak, sehingga terjadinya penggumpalan atau pemisahan pada beberapa agregat, sehingga menimbulkan banyak rongga-rongga dalam beton.

### 3.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan benda uji silinder berukuran 15 cm x 30 cm. Pengujian tekan silinder ini dilakukan setelah beton berumur 28 hari dalam bak perendaman. Adapun hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan bahan tambahan serat ban bekas dan substitusi pozolan terhadap agregat halus dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4. Kuat Tekan Beton (Kombinasi Serat Ban Bekas dan Pozolan)  
Sumber : Penulis

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton dengan adanya substitusi pozolan sebesar 10% dan penambahan serat ban bekas sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% berturut-turut didapatkan sebesar: 18,29 Mpa, 12,23 Mpa, 11,82 Mpa, dan 10,84 Mpa. Kuat tekan beton normal yang didapatkan sesuai dengan kuat tekan rencana yaitu di atas 17,00 Mpa. Sedangkan untuk beton variasi 5%, 10%, dan 15%, terjadinya penurunan nilai kuat tekan beton secara signifikan. Hal ini diakibatkan oleh banyaknya jumlah serat ban bekas yang ditambahkan ke dalam beton, sehingga penyebarannya tidak merata dan daya ikat antar serat dan semen menjadi tidak baik. Hal yang sama pada penelitian terdahulu, yang menyatakan bahwa penambahan serat terlalu banyak ke dalam beton, dapat menimbulkan masalah dan penyebaran serat [33]. Selanjutnya, pozolan sebagai pengisi filler dalam beton tidak mampu bekerja dengan baik, karena jumlah serat ban bekas yang ditambahkan terlalu banyak.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa kuat tekan beton dengan menggunakan bahan tambahan serat ban bekas kendaraan terhadap berat semen yang dikombinasikan dengan substitusi pozolan ke dalam agregat halus, tidak dapat menaikkan mutu beton. Hal ini dikarenakan jumlah serat ban bekas yang ditambahkan terlalu banyak dan peran pozolan sebagai filler tidak mampu menutup rongga-rongga yang ada akibat penggumpalan serat ban bekas dalam beton.

#### 5. SARAN

Dalam proses pembuatan benda uji, permukaan benda uji harus benar-benar rata, karena sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton saat pengujian. Selain itu, ketika pencampuran beton dalam molen, maka serat ban bekas yang dimasukkan harus secara bertahap. Hal ini dikarenakan akan terjadinya penggumpalan jika serat tersebut dimasukkan secara bersamaan.

---

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kepada pihak-pihak yang telah membatu dalam proses pelaksanaan penelitian ini, terutama kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Iskandar Muda yang telah mendukung serta memudahkan dalam pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. H. Obla, "Pervious concrete—An overview," *Indian Concr. J.*, vol. 84, no. 8, p. 9, 2010.
- [2] M. S. Imbabi, C. Carrigan, and S. McKenna, "Trends and developments in green cement and concrete technology," *Int. J. Sustain. Built Environ.*, vol. 1, no. 2, pp. 194–216, 2012.
- [3] S. Mindess and J. F. Young, *Concrete*. Prentice Hall, 2002.
- [4] A. C. I. PRC, "363-10. Report on High-Strength Concrete," *Am. Concr. Inst. Farmingt. Hills, MI, USA*, 2010.
- [5] N. Pertiwi and others, "Beton Ramah Lingkungan." CV. Agus Corp, 2017.
- [6] R. A. I. Sari, S. E. Wallah, and R. S. Windah, "Pengaruh Jumlah Semen dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Agregat yang Berasal Dari Sungai," *J. Sipil Statik*, vol. 3, no. 1, 2015.
- [7] Y. Zhou, X. Wang, L. Sui, F. Xing, Y. Wu, and C. Chen, "Flexural performance of FRP-plated RC beams using H-type end anchorage," *Compos. Struct.*, vol. 206, pp. 11–21, 2018.
- [8] C. E. Bakis *et al.*, "Fiber-reinforced polymer composites for construction—State-of-the-art review," *J. Compos. Constr.*, vol. 6, no. 2, pp. 73–87, 2002.
- [9] C. Chen, X. Wang, L. Sui, F. Xing, X. Chen, and Y. Zhou, "Influence of FRP thickness and confining effect on flexural performance of HB-strengthened RC beams," *Compos. Part B Eng.*, vol. 161, pp. 55–67, 2019.
- [10] M. Hassanpour, P. Shafigh, and H. Bin Mahmud, "Lightweight aggregate concrete fiber reinforcement--A review," *Constr. Build. Mater.*, vol. 37, pp. 452–461, 2012.
- [11] K. K. Yun, M. S. Hossain, S. Han, and C. Seunghak, "Rheological, mechanical properties, and statistical significance analysis of shotcrete with various natural fibers and mixing ratios," *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 16, p. e00833, 2022.
- [12] M. F. M. Kusuma, R. Faizah, and G. Nugroho, "Pengaruh Penggantian Agregat Halus dengan Serbuk Ban Bekas pada Campuran Beton Terhadap Daya Redam Getaran," *Bull. Civ. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–32, 2021.
- [13] N. Alfikri, M. Olivia, and G. Wibisono, "Karakteristik Beton Crumb Rubber dan Abu Sekam Menggunakan Air Gambut Sebagai Pencampur dan Perawatan Beton," *J. Tek.*, vol. 16, no. 2, pp. 144–152, 2022.
- [14] N. S. Mumtaz, S. Sumirin, and A. Antonius, "Studi Penggunaan Agregat Kasar Ungaran Dalam Pencapaian Kuat Tekan Beton Mutu Sedang," *Pros. Konf. Ilm. Mhs. Unissula Klaster Eng.*, 2020.
- [15] ASTM C39/C39M-20, "Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens," 2012.
- [16] C. ASTM, "29/C 29M-97," *Stand. Test Method Bulk Density ("Unit Weight. Voids Aggreg.*, 2010.
- [17] S. ASTM, "Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate," *C127-12*, 2012.
- [18] ASTM C136-01, "C136-01," *Stand. Test Method Sieve Anal. Fine Coarse Aggregates*, 2003.
- [19] N. Hasan and N. Hasan, "Concrete Mixture Design," *Durab. Sustain. Concr. Case Stud. Concr. Expo.*, pp. 37–61, 2020.
- [20] B. Bunyamin, R. P. Munirwan, M. Ridha, and N. Hendrif, "Utilization of wood processing dust as a substitute for a part of cement in concrete," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021, vol. 1087, no. 1, p. 12004.
- [21] B. S. Nasional, "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847: 2019)." Jakarta, 2019.

- 
- [22] B. Bunyamin, F. D. Kurniasari, R. P. Munirwan, and R. Putra Jaya, "Effect of Coral Aggregates of Blended Cement Concrete Subjected to Different Water Immersion Condition," *Adv. Civ. Eng.*, vol. 2022, 2022.
- [23] Z. Abidin, B. Bunyamin, and F. D. Kurniasari, "Uji Marshall Pada Campuran AC-WC Dengan Substitusi Filler," *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 1, 2021.
- [24] M. Hady, B. Bunyamin, D. Darwin, A. Rahman, and A. Satria, "Pemanfaatan Cangkang Keong Sawah Sebagai Substitusi Sebahagian Semen Dan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Tek. Sipil dan Teknol. Konstr.*, vol. 8, no. 1, 2022.
- [25] F. Kurniasari, B. Bunyamin, A. Amin, and others, "Pemanfaatan Abu Cangkang Sawit (ACS) Untuk Substitusi Filler Pada Asphalt Concrete Wearing Course," *J. Tek. Sipil Unaya*, vol. 8, no. 2, pp. 204–214, 2022.
- [26] B. Bunyamin and A. Mukhlis, "Utilization of Oyster Shells as a Substitute Part of Cement and Fine Aggregate in the Compressive Strength of Concrete," *Aceh Int. J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 3, 2020.
- [27] B. Bunyamin, N. Hendrifa, and M. Ridha, "PENGARUH SUBSTITUSI CANGKANG TIRAM SEBAGAI PENGGANTI SEBAHAGIAN SEMEN DAN PASIR HALUS TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON," *TERAS J.*, vol. 11, no. 2, pp. 272–281, 2021.
- [28] M. Muhajir, I. Idroes, and B. Bunyamin, "KONTRIBUSI SERAT LIMBAH BAN BEKAS KENDARAAN TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON," *J. Tek. Sipil dan Teknol. Konstr.*, vol. 8, no. 1, 2022.
- [29] A. Standard, "ASTM C39/C39M--20 Standard Test Method for Compressive Strength of cylindrical Concrete Specimens," *West Conshohocken, PA*, 2020.
- [30] M. S. Shetty and A. K. Jain, *Concrete Technology (Theory and Practice)*, 8e. S. Chand Publishing, 2019.
- [31] D. F. Orchard, A. Curran, and R. Hearne, "Concrete technology-Volume 1-Properties of materials," 1979.
- [32] ASTM C33-97, "C 33-97: Standard specification for concrete aggregates," *Annu. B. ASTM Stand.*, vol. 4, 1997.
- [33] R. Rumbayan, S. Nicolaas, and S. L. Sengkey, "Teknologi Beton," 2019.