

## PENELITIAN BETON DARI LIMBAH BATU ANDESIT UKURAN ½ CM

Harlina<sup>1)</sup>; Ira Puspitasari<sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup> Konstruksi Bangunan, Politeknik TEDC Bandung

Email: harlinaburangasi@gmail.com<sup>1)</sup>, eera.civilundip@gmail.com<sup>2)</sup>

### Abstrak

Beton normal mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m<sup>3</sup> dan kuat tekan (fc) 15-40 MPa, untuk proyek dengan relatif kecil misalnya rumah, kantor, gedung sekolah atau keperluan proyek ringan lainnya dengan material semen, air, dan 75% merupakan agregat kasar dan halus. Pemanfaatan agregat kasar yang merupakan salah satu material penyusun terbesar beton dan merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharu, hal tersebut menjadi alasan utama untuk menjadi solusi komprehensif agar menjaga stabilitas dalam memanfaatkan sumber daya alam limbah. Disisi lain, di Jl. Parapatan Arab-Kp, Cipadang Manah RT 03 / RW 16, Desa Padalarang, Bandung Barat – Indonesia, terdapat limbah batu andesit dengan ukuran 0,5 cm dari sisa pembuatan cobek, tempat duduk dan bentuk kerajinan batu lainnya. Dalam hal ini penelitian bertujuan untuk mengetahui perbedaan berat jenis dan kuat tekan dari agregat kasar batu andesit split dan penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Dari hasil penelitian, benda uji sebanyak 12 sampel berupa silinder yang berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, faktor air semen (fas) 0,60 serta perbandingan adukan agregat kasar (split) dan limbah batu kerajinan dari 6 variabel, yaitu 100% : 0%, 80% : 20%, 60% : 40%, 40% : 60%, 20% : 80%, 0% : 100%, dari hasil benda uji kuat tekan beton pada proporsi 100% split dan 0% limbah hanya menghasilkan 9,17 MPa, sedangkan penggunaan 0% split dan 100% Limbah meningkat hingga 13,38 MPa. Hal tersebut menunjukkan bahwa beton dengan batu andesit kuat tekan meningkat sebesar 4,21 MPa.

**Kata Kunci:** beton, Padalarang, limbah batu andesit, ukuran ½ cm

### Abstract

The normal concrete has won the content 2200-2500 kg/m<sup>3</sup> strong press 15-40 MPa, for example a relatively small project home, office, school buildings or other light projects with material cement, water and about 75% of the concrete use rough and smooth aggregate material. Utilization of coarse aggregate which is one of the largest constituent materials of concrete and is a non-renewable natural resource, this is the main reason for being a comprehensive solution in order to maintain stability in utilizing waste natural resources. On the other hand, in di Jl. Parapatan Arab-Kp, Cipadang Manah RT 03 / RW 16, Village padalarang, Bandung Barat-Indonesia, there's andesit stone waste industry 0,5 mm in size from the remaint of sculpture, seating and other forms. In this study aim to find out the difference in weight and strong presser from a mixture of rough aggregation (split dan industrial waste rock) with experimental methods. Around 12 cylinder specimens were made with 15 cm diameter and 30 cm height, water to cement ratio was 0,60. The Proporsion of coarse aggregate and crafting stone waste were categorized into 6 (six) difference variable, among others 100% : 0%, 80% : 20%, 40% : 60%, 60% : 40%, 80% : 20%, 100% : 0%. From the result of a strong test object pressure concrete at 100% split proportions and 0% of waste only produces 9,17 MPa, while use 0% split and 100% waste increase to 13,38 MPa. This indicates that the waste craft rock contribution increased the strong push of concrete 4,21 MPa.

**Keywords:** concrete, Padalarang, andesit stone waste, size ½ cm

## I. PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan yang sering digunakan pada pembangunan, baik pada pembangunan gedung, jembatan, bendungan, ataupun konstruksi yang lain. Penggunaan beton telah dimulai sejak zaman Yunani dan Romawi akan tetapi perkembangan penggunaan bahan beton baru dikembangkan pada awal abad ke 19 (Ali, 2010).

Perkembangan beton menurut Purwanto dan Yulita (2012) beton mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan bahan yang lain, yaitu mudah dibentuk sesuai kebutuhan, ketersediaan di alam sekitar cukup melimpah dengan harga relatif murah, durabilitas tinggi (tahan lama), perawatan relative lebih mudah dan ringan.

Kandungan yang membentuk beton, merupakan campuran material seperti semen, agregat halus, agregat kasar, air dan bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. ada beberapa

jenis beton yang sering digunakan dalam pembangunan, salah satunya beton normal. berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 beton normal memiliki berat isi 2200-2500 kg/m<sup>3</sup> kekuatan tekannya sekitar 15-40 MPa menggunakan agregat alam yang dipecah dan tidak menggunakan bahan tambahan. agregat kasar dan halus sangat berperang penting sebagai material pengisi yang menempati sekitar 75% dari total beton sehingga mempengaruhi terhadap sifat beton.

Akan tetapi, pemanfaatan material alam dalam jumlah yang besar dan terus menerus dapat mengancam kesenjangan sumber daya alam khususnya bahan baku untuk pembuatan beton. Dalam skala global menurut Wakil Ketua MPR Ahmad Basarah (2018) dalam beberapa tahun ke depan, kita akan menghadapi hukum kelangkaan, karna terjadi kesenjangan antara kebutuhan manusia yang tidak terbatas dan ketersediaan sumber daya alam yang terbatas, maka oleh sebab itu, diperlukan adanya solusi komprehensif untuk tetap menjaga stabilitas dalam pemanfaatan sumber daya alam khususnya bidang konstruksi bangunan beton normal.

Meninjau dari pembahasan di atas, terkait hal ini maka penelitian beton normal menggunakan material yang berasal dari limbah industri rumahan, diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu solusi dalam mengurangi kerusakan ekosistem. Menurut Puspitasari dan Zaildulfal (2018) setelah melakukan observasi ke lapangan di daerah sekitar tempat tinggal peneliti, ternyata disekitar Kota Cimahi tepatnya di Padalarang Kabupaten Bandung Barat banyak terdapat pengrajin cobek batu, ulekan dan lumpang. Dari pengrajin/industri rumahan tersebut banyak menghasilkan limbah pecahan batu andesit ukuran ½ cm. Keberadaan batu pecah limbah ini cukup melimpah dan pemanfaatannya belum banyak dilakukan, walaupun ada hanya sebatas sebagai pengeras jalan atau bahan urugan saja.

Adapun tujuan dan manfaat penelitian dari rumusan masalah di atas adalah:

- 1) Mengetahui perbedaan kuat tekan, dan berat jenis terhadap beton normal dan campuran limbah batu andesit ukuran ½ cm
- 2) Memberikan pengetahuan kepada penulis dan pembaca tentang perbedaan kuat tekan, dan berat jenis terhadap beton normal dan campuran limbah batu andesit ukuran ½ cm
- 3) Penelitian ini dapat dimanfaatkan peneliti lainya sebagai referensi untuk melanjutkan penelitian beton selanjutnya

## II. LANDASAN TEORI

### Beton Normal

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat (SKSNI T-15-1990-03:1).

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk (Tjokrodimulyo, 2007).

### Limbah Batu Andesit

Menurut Puspitasari dan Zaildulfal (2018) di sekitar Kota Cimahi tepatnya di jalan Cipadangmanah RT. 4 RW. 16 Desa Padalarang Kabupaten Bandung Barat banyak terdapat industri rumahan (home Industry) pengrajin cobek, ulekan dan lumpang yang bahan dasarnya batuan sejenis batu candi yang porositasnya cukup tinggi. Dari para pengrajin inilah banyak ditemui limbah berupa pecahan batu alam sisa pahatan yang apabila dipilah bisa dijadikan agregat.



**Gambar 1.** Limbah batu andesit setelah di *crusher*

### Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) menggunakan pedoman DOE (*Department of Environment*). Berasal dari Inggris (*The British Mix Design Methode*) tercantum dalam *Design of Normal Concrete Mixes* telah menggantikan *Road Note No.4* sejak tahun 1975. Di Indonesia cara ini dikenal dengan DOE. Perencanaan dengan cara DOE dipakai berbagai standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia dan dimuat dalam buku standar SK SNI T-15-1990. Pemakaian metode DOE ini karena, metode ini memiliki rumus dan grafik yang sederhana dalam pengujian agregat, waktu pencampuran beton pada kondisi yang SSD (jenuh kering permukaan) tidak harus dalam keadaan kering dari oven. Secara garis

besar dapat diuraikan sebagai berikut (Achmadi, 2009):

- 1) Penetapan kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f'_c$ ) pada umur tertentu
- 2) Penetapan nilai standar deviasi ( $S_d$ ).
- 3) Penetapan jenis semen portland.
- 4) Penetapan jenis agregat, memakai jenis pasir atau kerikil yang alami atau agregat jenis batu pecah.
- 5) Pemilihan faktor air semen.
- 6) Penetapan faktor air semen maksimum, dari fas maksimum yang diperoleh dibandingkan dengan fas langkah 5.
- 7) Menetapkan slump.
- 8) Menetapkan besar beton agregat maksimum.
- 9) Menentukan kadar air bebas.
- 10) Menentukan berat jenis relatif.
- 11) Menghitung proporsi campuran beton.
- 12) Koreksi proporsi campuran.

### Sifat Beton

Beton mempunyai beberapa sifat yaitu berat jenis, kuat tekan, modul elastisitas, kerapatan air, ketahanan terhadap keausan, cuaca, zat kimia, dll. tapi dalam penelitian ini hanya pengujian kuat tekan beton dan berat jenis beton.

### Kuat tekan beton

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat lainnya juga baik (Tjokrodimulyo, 2004).

Pengujian kuat tekan beton mengacu ke standar ASTM C39M-01 dikarenakan mengacu pada skala laboratorium (masih berupa benda uji) dan menggunakan peralatan yang sederhana yang dilakukan pada umur beton 28 hari, langkah-langkah pengujian (Achmadi, 2009):

- a) Silinder beton diangkat dari rendaman, kemudian dianginkan atau dilap hingga kering permukaan.
- b) Menimbang dan mencatat berat sampel beton, kemudian diambil apakah terdapat cacat pada beton sebagai bahan laporan.
- c) Pengujian kuat tekan dengan menggunakan mesin uji tekan beton.
- d) Meletakkan sampel beton kedalam alat penguji, lalu menghidupkan mesin dan secara perlahan alat menekan sampel beton.
- e) Mencatat hasil kuat tekan beton untuk tiap sampelnya.

f) Menghitung kuat tekan benda uji dengan rumus:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dimana : P = kuat tekan (MPa)

F = gaya tekan (N)

A = luas (mm<sup>2</sup>)

### Berat Jenis Beton (SNI 1973-2008)

Beton normal yang dibuat dengan agregat normal (pasir dan Kerikil dengan berat jenisnya antara 2,5-2,7) mempunyai berat jenis sekitar 2,3-2,4.

Berat isi atau berat jenis adalah berat per satuan volum dengan rumus:

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

D = berat isi beton (kg/m<sup>3</sup>)

M<sub>c</sub> = berat wadah ukur yang diisi beton (kg)

M<sub>m</sub> = berat wadah ukur (kg)

V<sub>m</sub> = volume wadah ukur (m<sup>3</sup>)

### Penelitian Sejenis Yang Pernah Dilakukan

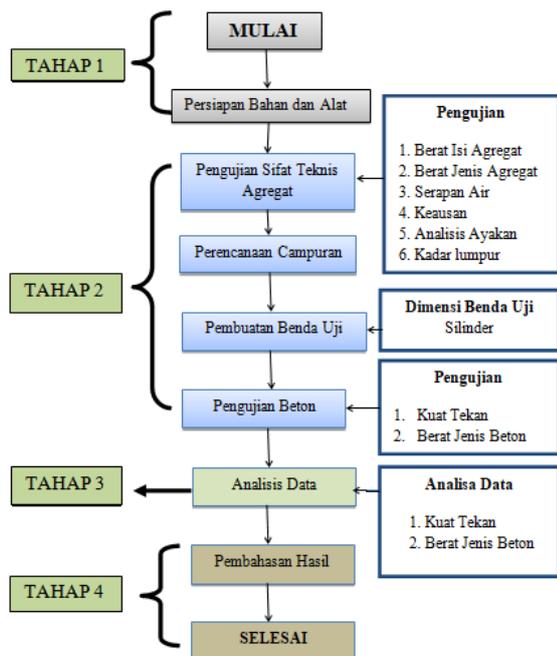
Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Puspitasari dan Harianto., 2018 yang berjudul (Perilaku beton non-pasir dengan agregat batu pecah limbah kerajinan) dengan tujuan mengetahui sifat-sifat batu pecah limbah sebagai agregat kasar pada beton non pasir dengan perbandingan 1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9, 1:10. Setelah diuji kuat tekan optimum diperoleh pada campuran 1:5 dengan nilai 3,68 MPa dengan umur beton 28 hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Leyani., 2012 yang berjudul (kuat tekan beton beragregat kasar batuan tuff merah, batuan tuff putih dan batuan andesit) untuk mengetahui perbedaan beton beragregat kasar batu andesit pori (BAKAPOR), beton beragregat kasar batuan andesit antara (BAKAT), beton yang beragregat kasar batuan andesit padat (BAKAPAT), beton beragregat kasar batuan tuff merah (BAKATUM) dan beton beragregat kasar batuan tuff putih dinamakan (BAKATUP). dari hasil pengujian mendapatkan hasil kuat tekan yang paling besar adalah BAKAPAT yaitu 46,1MPa.

### III. METODE PENELITIAN

#### Diagram Alir Tahap Penelitian

Tahapan pelaksanaan dalam penelitian ini secara garis besar dapat dilihat bagai alir dibawah ini:



Gambar 2. Tahap pelaksanaan penelitian

**Alur Tahapan:**

1. Tahapan pertama  
 Pada tahapan pertama dilakukan persiapan berdasarkan hasil studi dan observasi lapangan. Persiapan meliputi bahan maupun peralatan yang di gunakan untuk penelitian.
2. Tahapan kedua  
 Pada tahapan ini dilakukan pengujian berat satuan agregat, berat jenis, serapan air, kekasaran dan kehausan. Selanjutnya dilakukan pembuatan benda uji dengan metode DOE kemudian hasil mix desain disubstitusikan ke proporsi benda uji dengan variabel sebagai:
  - Agregat dari limbah 0% dan dari alam 100%
  - Agregat dari limbah 20% dan dari alam 80%
  - Agregat dari limbah 40% dan dari alam 60%
  - Agregat dari limbah 60% dan dari alam 40%
  - Agregat dari limbah 80% dan dari alam 20%
  - Agregat dari limbah 100% dan dari alam 0%

Sehingga total keseluruhan benda uji 12 yaitu 6 menggunakan agregat limbah batu pecah dan 6 agregat alam. Selanjutnya pengujian kuat tekan, dan berat jenis beton.

3. Tahapan ketiga  
 Pada tahapan ketiga ini membahas tentang menganalisis data kuat tekan, dan berat jenis beton.
4. Tahapan keempat  
 Pada tahapan ini membahas hasil kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

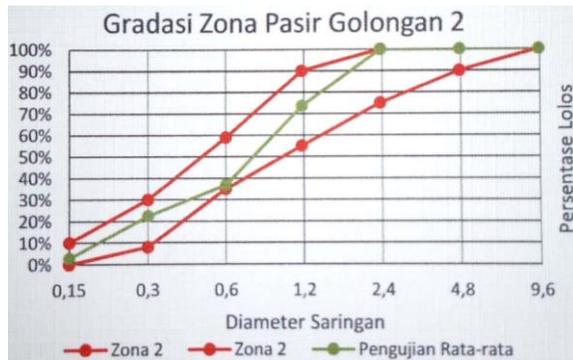
**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Hasil Pemeriksaan Agregat**

Pengujian agregat dilaksanakan di Laboratorium Struktur Dan Material Universitas Pendidikan Indonesia (UPI). Pengujian agregat dibagi menjadi dua yaitu agregat halus dan kasar. Agregat kasar terdapat dua jenis yaitu Agregat Kasar (Split) dan Agregat Kasar (Limbah). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan berat isi, kadar air, kadar lumpur, berat jenis, penyerapan agregat, analisa saringan, dan keausan. Tabel 1 berikut merupakan rekapitulasi hasil pemeriksaan agregat.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pemeriksaan agregat

Parameter	Satuan	Halus	Kasar (Split)	Kasar (Limbah)
Kadar Lumpur	%	0,92	0,2	0,3
Kadar Air Asli	%	0,75	2,45	2,4
Kadar Air SSD	%	2,882	5,08	3,3
Berat isi	kg/m <sup>3</sup>	1543,6	1281,9	14274,7
Berat Jenis Semu		2,708	2,6	2,66
Berat Jenis Kering		2,512	2,29	2,44
Berat Jenis SSD		2,584	2,41	2,52
Analisa Saringan (FM)	%	2,64	3,53	4,07
Keausan Agregat	%	0	26,19	17,34

Sumber : Hasil Analisis, 2019



**Gambar 3.** Gradasi zona agregat  
(Sumber : Hasil Analisis, 2019)

Dari hasil pemeriksaan Agregat Halus, Kasar (split) dan Kasar (Limbah) yang terdapat pada Tabel 1 dan Gambar 3 di ambil kesimpulan bahwa :

1. Hasil pengujian kadar lumpur agregat halussesuai dengan SNI yaitu bawah 5% dan agegat kasar dibawah 1%. untuk mendapatka hasil pengujian kadar lumpur sesuai dengan standaragregat halus di cuci terlebih dahulu agar mengurangi lumpur yang ada didalam agregat tersebut.
2. Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat, jadi dilihat hasil keduanya agregat kasar (split dan limbah) hampir sama tapi lebih besar yaitu split 2,45%.
3. Berat jenis yaitu menentukan volume yang diisi oleh agregat dan dapat menentukan banyaknya campuran agregat dalam campuran beton. Untuk penelitian ini berat jenis yang digunakan adalah berat jenis SSD, jadi perbandingan antara agregat kasar (split dan limbah) yang paling besar yaitu limbah2,52, dari hasil tersebut akan mempengaruhi daya serap air atau bisa disebut kadar air SSD yaitu semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut dan sesuai dengan hasil penelitian.
4. Analisa saringan adalah untuk mengetahui besar butiran agregat yang kita uji dan mengetahui agregat masuk ke dalam zona berapa.
5. Keausan agragat yaitu semakin banyak bagian yang hacur semakin rendah kekuatan agregat tersebut dan akan mempengaruhi kekuatan beton, jadi Perbandingan yang paling besar darikeausan agregat kasar (split dan limbah) hasil pengujian adalah split 26,19%.

**Berat Jenis Beton**

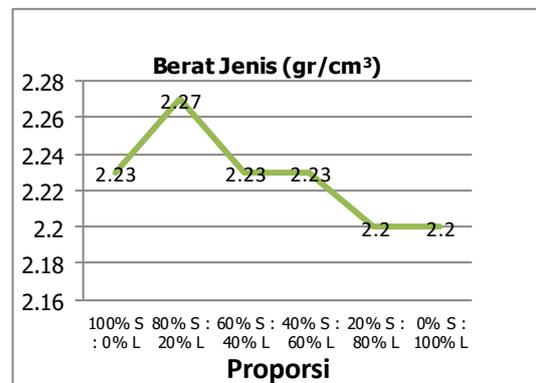
Untuk mengetahui seberapa besar hasil berat jenis dalam satu benda uji terlebih dahulu mengetahui volume benda uji misalnya ambil

contoh tabel 2 di proporsi 100% S : 0% L dengan benda uji 1 yaitumasukin rumus  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t = 0,25 \times 3,14 \times 15 \times 15 \times 29,7 = 5.245,762$  cm. Hasil berat jenis yaitu berat satu benda uji dibagi dengan hasil volum benda uji yaitu  $11.743$  (kg)/ $5.245,762$  (cm) =  $2,23857$  kg/cm untuk menjadi gram/cm<sup>3</sup> maka masing-masing di kali 1.000.

**Tabel 2.** Rekapitulasi berat jenis beton

Variasi Adukan	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )		
	A	B	BJ Rata-Rata
100% S : 0% L	2,24	2,23	2,23
80% S : 20% L	2,25	2,29	2,27
60% S : 40% L	2,23	2,23	2,23
40% S : 60% L	2,26	2,21	2,23
20% S : 80% L	2,21	2,2	2,2
0% S : 100% L	2,18	2,23	2,2

Sumber : Hasil Analisis, 2019



**Gambar 4.** Grafik berat jenis beton rata-rata  
(Sumber: Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan gambar 4 di atas bisa disimpulkan bahwa penggunaan limbah batu andesit meningkatkan berat jenis beton dimana berat jenis terbesar pada komposisi 80% limbah dan 20% agregat halus sebesar 2,27 gr/cm<sup>3</sup>.

**Kuat Tekan Beton**

Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat umur beton 14 hari dengan cara perawatan direndam. Pengujian menggunakan digital compression machine 3000 kN CO-325.50SS dengan benda uji berbentuk silinder dengan total 12 benda uji. Hasil rekapitulasi kuat tekan beton pada umur 14 hari disajikan pada tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3.** Pengujian kuat tekan (MPa) dalam 14 hari

No	Proporsi	Kuat Tekan (MPa)	
		A (P1/A1)	B (P2/A2)
1	100% S : 0% L	8,95	7,19
2	80% S : 20% L	8,34	8,15
3	60% S : 40% L	8,17	7,60
4	40% S : 60% L	11,75	11,21
5	20% S : 80% L	11,68	4,58
6	0% S : 100% L	11,72	11,83

Sumber : Hasil Analisis, 2019

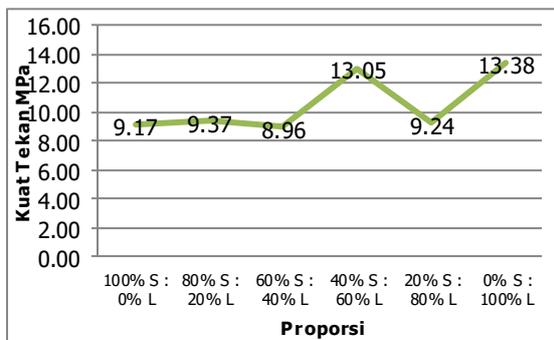
Hasil pengujian kuat tekan pada umur 14 hari tersebut kemudian dikonversi ke umur 28 hari dan disajikan pada tabel 4 beserta rata-ratanya.

**Tabel 4.** Hasil konversi pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

No	Proporsi	Kuat Tekan (MPa)		Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
		A (P1/A1)	B (P2/A2)	
1	100% S : 0% L	10,17	8,17	9,17
2	80% S : 20% L	9,48	9,26	9,37
3	60% S : 40% L	9,28	8,64	8,96
4	40% S : 60% L	13,35	12,74	13,05
5	20% S : 80% L	13,27	5,20	9,24
6	0% S : 100% L	13,32	13,44	13,38

Sumber : Hasil Analisis, 2019

Cara konversi kedalam dalam umur beton 14 hari yaitu ambil contoh di tabel 3 proporsi 100% S : 0% L nilai kuat tekan beton A (P1/A2) 8,95 dan B (P2/A2) 7,19 hasil tersebut di konversi yaitu dibagi 0,88 dan hasilnya terdapat di tabel 4. Hasil tersebut di rata-rata dan mendapat nilai 9,17 MPa.



**Gambar 5.** Grafik kuat tekan rata-rata (Sumber : Hasil Analisis, 2019)

Berdasarkan **tabel 4** dan **grafik 5** bisa disimpulkan bahwa kuat tekan tertinggi yaitu 11,775 MPa diperoleh dari proporsi agregat 0% S

(Split) dan 100% L (limbah batu andesit ). Kuat tekan terkecil diperoleh dari proporsi agregat alam 100 % dan 0 % limbah batu andesit.

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil pemeriksaan limbah batu andesit tidak jauh berbeda dengan agregat kasar dan memenuhi persyaratan sebagai parameter agregat kasar sehingga memenuhi syarat sebagai penyusun beton.
2. Perbandingan berat jenis beton normal dalam setiap proporsi yang paling besar adalah 80% split (S) : 20% limbah (L) yaitu 2,27 gr/cm<sup>3</sup>.
3. Perbandingan antara kuat tekan beton normal setiap proporsi yang paling besar adalah 0% menggunakan agregat kasar (split) dan 100% menggunakan agregat kasar (limbah batu kerajinan) hasilnya adalah 13,38 MPa.

Saran untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya agar memperbanyak jumlah benda uji sehingga diperoleh hasil yang lebih valid
2. Untuk mengetahui hasil sifat mekanis beton yang lebih lengkap maka perlu dilakukan pengujian kuat tarik dan modulus elastisitas
3. Penggunaan agregat halus diupayakan berkualitas yang memiliki kadar lumpur kurang dari 5% sehingga tidak perlu dilakukan penyucian sebelum dilakukan pengecoran.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ali Asroni. 2010. *Balok Dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Anonim., 1991. SK SNI T-15-1990-03. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*. Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

Achmadi, Ali. 2009. Tesis, *Kajian Beton Mutu Tinggi Menggunakan Slag Sebagai Agregat Halus Dan Agregat Kasar Dengan Aplikasi Superplasticizer Dan Silicafume*. Universitas Diponegoro, Semarang.

Lelyani, K.K, (2012, Maret). *Kuat Tekan Beton Beragregat Kasar Batuan Tuff Merah, Batuan Tuff Putih Dan Batuan Andesit*.

Muhammad Idris. (2018). Masalah RI Dimasa Depan: SDA Menipis, Manusianya Tidak Terbatas. Diambil 7 September 2019, dari <https://news.detik.com/berita/d->

- [3974450/masalah-ri-di-masa](#)depan-sda-  
menipis-manusianya-tidak-terbatas
- Purwanto dan Yulita. (2012). *Pengaruh Kadar Lumpur Pada Agregat Halus Dalam Mutuh Beton*.
- Puspita, Ira & Harianto. 2018. *Perilaku Beton Non Pasir Dengan Agregat Batu Pecah Limbah Kerajinan*. Jurnal Teknik Sipil, Politeknik TEDC Bandung.
- Tjokrodinuljo, K.2004.*Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.