

# Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Halus Gunung Sugih, Agregat Kasar Sumber Batu Berkah Dan Abu Batu Sumber Batu Berkah Tarahan

Irwan Girinadi<sup>1</sup>, Heri Riyanto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung  
Jl. ZA. Pagar Alam No.29, Labuhan Ratu, Kedaton, Bandar Lampung 35142

<sup>1</sup>girinadi@yahoo.com

*Intisari* — Perkembangan industri konstruksi dan transportasi terus menunjukkan peningkatan yang signifikan seiring dengan peningkatan jumlah manusia beserta kebutuhan manusia itu sendiri. Lampung sebagai provinsi yang berkembang juga dikenai peningkatan tersebut. Bagian konstruksi yang mengalami peningkatan signifikan adalah beton. Kuat tekan beton yang tinggi dengan harga yang terjangkau mulai diteliti dengan melakukan beberapa modifikasi pencampuran memakai bahan tambahan. Salah satu modifikasi tersebut adalah dengan melakukan pencampuran dengan bahan tambahan abu batu. Penelitian ini menjelaskan tentang kuat tekan beton yang pencampurannya menggunakan agregat yang bermutu baik dan bahan tambahan abu batu yang ada di daerah Lampung. Agregat halus yang dipakai merupakan agregat halus alami dari daerah Gunung Sugih sedangkan agregat kasar yang merupakan batu pecah beserta abu batu berasal dari perusahaan pecah Sumber Batu Berkah. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas bandar Lampung. Penambahan abu batu dilakukan secara substitusi parsial terhadap 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% berat agregat kasar dihitung dari gradasi terbesar. Dari hasil penelitian diketahui bahwa kuat tekan yang dihasilkan memiliki nilai kuat tekan rata-rata maksimum pada variasi campuran 30% yaitu 451,837 kg/m<sup>2</sup>. Kuat tekan rata-rata maksimum pada variasi campuran 30% ini meningkat kuat tekan sebesar 18,7% terhadap kuat tekan beton variasi campuran 10% dan menurun sebesar 6,17 % divariasi campuran abu batu 50%. Berat volume tiap kadar variasi abu batu juga mengikuti hal yang sama. Berat volume terbesar terdapat pada variasi campuran 30% yang lebih efektif di banding pada variasi 10 % dan mengalami penurunan juga di kadar variasi abu batu 50%.

*Kata kunci* — Kuat Tekan, Berat Volume, Agregat, Lampung.

*Abstract*— The development of the construction industry and transportation continue to show a significant increase with the increasing number of people and also the needs of humanity. Lampung province developed as well as an increase in charges. Part of construction that encounter development is concrete. High compressive strength of concrete with an affordable price start to be research to mixing modifications with the use of additive. One of modifications is mixing with stone ash as additive. This research explains about concrete compressive strength which mixed by good quality aggregate and stone ash in lampung area. Fine aggregate that used was natural aggregate from Gunung Sugih while coarse aggregate was crushed stones from Sumber Batu Berkah quarry. This research was done at Laboratory faculty of Bandar Lampung University. The use of stone ash was done in partial substitution for 10%, 20%, 30%, 40% and 50% of coarse aggregate start from the biggest gradation. From the result of this research, the highest compressive strength was discovered in concrete with 30% use of stone ash which was 451,837 kg/m<sup>2</sup>. The maximum compressive strength was increase about 18,76% in comparation of 10 % use of stone ash and decreased about 6,17 % in the use of 50 % ston ash. The density of every level of stone ash use follow the same record of compressive strength. The density weight in 30% variants use of stone ash which is superior than 10 % and 50 % variants.

*Keywords* — Compressive Strength, Density Weight, Aggregate, Lampung.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi dan transportasi terus menunjukkan peningkatan

yang signifikan seiring dengan peningkatan jumlah manusia beserta kebutuhan manusia itu sendiri. Beton sangat diperlukan hampir dalam seluruh kegiatan konstruksi yang ada.

Peningkatan dalam beton terjadi dalam pemilihan material yang ada, pengolahan dalam proses perencanaan dan pembuatannya, serta aplikasinya dalam beton bertulang, beton prategang, dan jenis-jenis konstruksi lainnya. Bandar Lampung sebagai ibu kota propinsi Lampung juga tidak luput dari perkembangan ini. Berbagai analisa dan kajian terus dilakukan agar proses pengolahan beton dapat semakin mudah dengan material yang ada dan kemudian menciptakan sebuah beton mutu tinggi yang diinginkan. Beberapa metode yang terus disempurnakan seperti metode SNI. Metode ini dapat menciptakan sebuah beton mutu tinggi yang baik jika material yang digunakan adalah material yang baik juga dan memenuhi syarat. Selain penyempurnaan metode yang ada, dilakukan juga beberapa modifikasi dengan menggunakan bahan tambahan, seperti abu batu.

Abu batu merupakan bahan tambahan yang sering dipakai karena bahan ini tergolong murah dibanding bahan campuran lainnya serta mudah didapat. Abu batu juga memiliki berat jenis yang tinggi dan berfungsi sebagai pengisi dengan potensial friksi permukaan yang kasar serta mampu menempati rongga-rongga kecil antara material pembentuk beton. Untuk material yang baik di daerah Lampung diambil pasir dari wilayah gunung sugih, agregat kasar dari perusahaan SBB Tarahan, dan semen tipe I atau II. Penelitian ini mencoba memaksimalkan potensi material terbaik di sekitar kota Bandar Lampung untuk dapat diolah menjadi beton mutu tinggi dengan tambahan abu batu. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan nilai karakteristik kuat tekan beton maksimal beton yang berasal dari material yang ada dengan penambahan abu batu pada kadar yang ditentukan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah material yang dibuat dari campuran agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dan semen Portland atau bahan pengikat hidrolis yang lain yang sejenis, dengan menggunakan atau tidak menggunakan

bahan tambah lain. Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, beton merupakan material yang bersifat getas.

Untuk mencapai kuat tekan beton perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan durability-nya (daya tahan terhadap penurunan mutu dan akibat pengaruh cuaca). Untuk itu diperlukan susunan gradasi butiran yang baik. Nilai kuat tekan beton yang dicapai ditentukan oleh mutu bahan agregat ini (Dipohusodo, 1994).

### A. *Material Penyusun Beton*

Produksi beton yang efektif dapat dicapai dengan mengadakan pemilihan, pengontrolan dan perbandingan yang tepat untuk semua bahan. Untuk melakukan semua kegiatan pracetak di atas, seorang perencana harus mengetahui detil perilaku sifat seluruh bahan-bahan penyusun beton.

#### 1) Semen Portland

Menurut ASTM C-150 (1985) semen Portland didefinisikan sebagai bahan hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

#### 2) Agregat

Heading Penggunaan agregat bertujuan untuk memberi bentuk pada beton, memberi kekerasan yang dapat menahan beban, goresan dan cuaca, mengontrol workability, serta agar lebih ekonomis karena menghemat pemakaian semen.

#### 3) Filler Abu Batu

Penambahan filler yang dimaksudkan untuk meningkatkan kekentalan beton. dalam penelitian ini dipilih serbuk abu batu karena bahan ini bersifat menyerap air dan mudah didapatkan dengan harga yang murah. Penggunaan serbuk abu batu diharapkan dapat meningkatkan viskositas beton segar sekaligus mengurangi kecenderungan terjadinya

segregasi dan bleeding pada beton segar, selanjutnya setelah beton mengeras diharapkan serbuk abu batu dapat mengisi rongga-rongga yang ada pada beton sehingga dapat meningkatkan kuat tekan beton yang dihasilkan.

#### 4) Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan 25% dari berat semen saja. (Tjokrodimuljo, 1996).

### B. Perencanaan Campuran Beton

Rencana campuran bertujuan untuk menentukan jumlah bagian dari masing-masing bahan, dalam hal semen, pasir dan koral. Perhitungan proporsi beton berdasarkan SNI 03-2834-2000 "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal" ini dipilih karena memiliki faktor perhitungan yang sesuai dipakai di Indonesia serta banyak dipakai secara umum.

Untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras yang disyaratkan, dilakukan pengujian kuat tekan beton. Prosedur pengujian kuat tekan mengacu pada Standart Test Methode for Compressive of Cylindrical Concrete. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- 1) Benda uji ditimbang dan dicatat beratnya.
- 2) Benda uji diletakan pada mesin penekan dan posisinya diatur agar supaya tepat berada ditengah-tengah plat penekan.
- 3) Pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan secara continue dengan mesin hidrolik sampai benda uji mengalami kehancuran.
- 4) Beban maksimum adalah angka terakhir yang dicapai sebelum akhirnya mengalami penurunan.

Kuat tekan beton antara lain tergantung pada : faktor air semen, gradasi batuan, bentuk

batuan, ukuran maksimum batuan, cara pengerjaan (campuran, pengangkutan, pemadatan dan perawatan) dan umur beton (Tjokrodimuljo, 1996).

Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI, 1989), besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f^c = P/A$$

dengan:

$f^c$  = kuat tekan beton

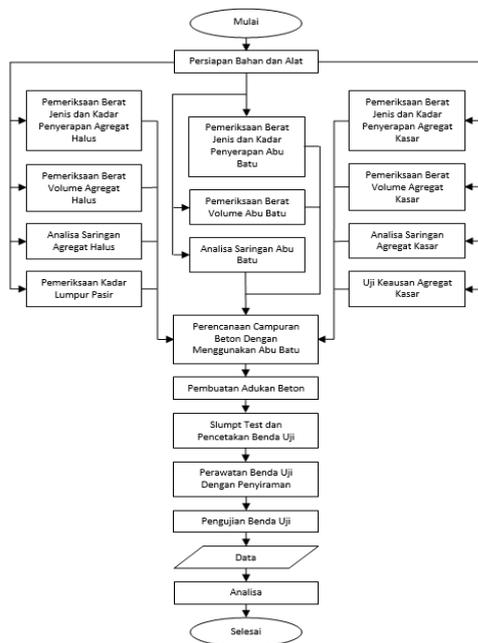
P = beban tekan maksimum

A = luas permukaan benda uji

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Lokasi dan Peralatan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara eksperimental, di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung. Obyek dalam penelitian ini adalah beton yang menggunakan bahan dasar dari daerah yang memiliki kualitas baik. Sedangkan pengujian kuat tekan dilakukan setelah beton berumur 7 hari. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Cetakan Silinder, Oven, Piring Logam, Mesin siever, Ayakan, Timbangan, Gelas Ukur, Ember, Mesin abrasi, Kerucut abrams, Mixer listrik, Sekop, Kaliper, Mesin uji desak, dan Kolam penampungan benda uji. Adapun langkah-langkah penelitian sebagaimana ditunjukkan pada diagram alir Gambar 1 sebagai berikut :



Gbr. 1 Flowchart Metode Penelitian

## B. Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan bahan material berupa semen PCC, air, agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir). Rincian bahan campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Semen PCC merek Holcim.
- 2) Agregat kasar dari perusahaan SBB Tarahan dan agregat halus berasal dari wilayah gunung sugih.
- 3) Air diambil dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung.
- 4) Abu batu dari perusahaan SBB Tarahan.

## C. Pelaksanaan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan bahan material berupa semen PCC, air, agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir). Rincian bahan campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kandungan lumpur dalam agregat pasir baik sebelum maupun sesudah mengalami pencucian. Alat yang terpakai antara lain : gelas ukur 250 cc, timbangan, air, oven dengan suhu  $(105-110)^{\circ}C$  dan alat tulis.

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{100 - (w_{ko} - w_{pi})}{100} \times 100\%$$

Keterangan :

$w_{ko}$  = berat kering oven (gram)

$w_{pi}$  = berat piring (gram)

- 2) Pemeriksaan Modulus Halus Butir

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan saringan urutan ukuran pakai 121", 43", 83", no. 4, no 8, no. 16, no 30, no. 50, no. 100, no. 200. (standar ASTM).

- 3) Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Tempat air dengan bentuk dan kapasitas yang pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat kering permukaan jenuh (SSD) dan penyerapan dari agregat.

- 4) Pemeriksaan Berat Volume Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat agregat per satuan volume.

$$\text{Berat volume} = \frac{B_s}{v_b} - \frac{w_{ta} - w_{ts}}{v_b}$$

Keterangan

$B$  = berat beton (kg)

$w_{ta}$  = berat tabung silinder berisi agregat (kg)

$w_{ts}$  = berat tabung silinder (kg)

$v$  = volume beton (m)

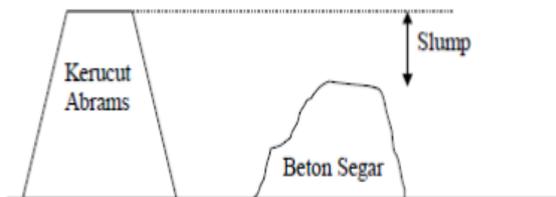
- 5) Pemeriksaan Nilai Keausan Agregat

Pemeriksaan ini untuk mengetahui besar nilai keausan yang ada pada agregat kasar.

## D. Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan kerucut Abrams, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat workabilitas dari campuran beton yang telah dibuat. Tabung kerucut Abrams bagian dalam dibasahi dengan air dan disiapkan di atas plat baja. Beton segar dimasukkan ke dalam tabung kerucut dan setiap 1/3 volumenya ditusuk-tusuk 25 kali dengan penumbuk baja sampai isi

kerucut Abrams penuh. Beton diratakan permukaannya dan didiamkan selama 0,5 menit, selanjutnya corong kerucut diangkat pelan-pelan secara vertikal tanpa ada gaya horisontal. Tabung kerucut diletakkan di sebelahnya, pengukuran slump dilakukan dari bagian tertinggi beton segar sampai ujung atas kerucut Abrams. Nilai yang didapat merupakan nilai slump, penggambaran dari pengujian nilai slump pada Gambar 2.



Gbr. 2 Pengukuran Nilai Slump

#### E. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan campuran beton dalam penelitian ini berpedoman pada metode British 1986. Pembuatan campuran dilakukan dengan molen. Cara pembuatan campuran dimulai dari persiapan bahan dan alat sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan material pada saat perhitungan campuran beton (Mix Design). Pada penelitian ini dibuat 25 buah benda uji berbentuk silinder dengan menggunakan cetakan silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 15 cm, dengan perincian seperti yang terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

Kadar abu batu	Kode Sampel	Jumlah Benda Uji	Jenis Benda Uji
10 %	A 1	1	Silinder
	A 2	1	
	A 3	1	
	A 4	1	
	A 5	1	
20 %	B 1	1	
	B 2	1	
	B 3	1	
	B 4	1	
	B 5	1	
30 %	C 1	1	
	C 2	1	
	C 3	1	
	C 4	1	
	C 5	1	
40 %	D 1	1	
	D 2	1	
	D 3	1	
	D 4	1	
	D 5	1	
50 %	E 1	1	
	E 2	1	
	E 3	1	
	E 4	1	
	E 5	1	
Jumlah Benda Uji		25	

#### F. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji ini bertujuan agar permukaan beton segar selalu lembab hingga beton dianggap cukup keras. Kelembaban ini dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna.

#### G. Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Pengujian dilakukan setelah benda uji mencapai umur 28 hari. Adapun langkah-langkah pengujiannya :

- 1) Benda uji yang telah mencapai umur percobaan dipersiapkan.
- 2) Ditimbang untuk mendapatkan data berat silinder beton dalam keadaan kering.
- 3) Mengukur dimensi benda uji menggunakan kaliper.
- 4) Meletakkan benda uji pada mesin uji desak yang diletakkan secara vertikal untuk uji desak dengan cara peletakan secara simetris.
- 5) Nyalakan mesin uji desak dengan tekanan yang dinaikkan secara berangsur-angsur dengan kecepatan 0.05"/menit tiap detik.
- 6) Pembebanan dilakukan sampai benda uji tidak kuat lagi menahan tekanan dan retak atau hancur.

## IV. PEMBAHASAN

#### A. Perhitungan Desain Beton

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium, dalam pelaksanaan eksperimen ini peneliti menggunakan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan compression machine 15.kbs.2088 dengan kapasitas 150 ton sampai kondisi beton uji rusak. Untuk memperjelas penyajian hasil penelitian, berikut ini akan diuraikan ringkasan hasil pengujian dari material penyusun beton, dan hasil kuat tekan beton. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode SNI 03-2834-2000. Hasil perhitungan perancangan proporsi beton dengan tahapan metode SNI tersebut dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 2. Tabel Perhitungan Perancangan Proporsi Beton

No	Uraian	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	50 Mpa pada 28 hari Bajan tak memenuhi
2	Deviasi Standar	1,7 Mpa
3	Nilai tambah (margin)	$1,64 \times 1,7 = 2,788$
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	$50 + 2,788 = 52,788$ Mpa
5	Jenis semen	Type I
6	Jenis agregat: - kasar - halus	Batu Pecah Gradasi Alami
7	Faktor air semen bebas	0,36
8	Faktor air semen maksimum	-
9	Slump	30 - 60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	20 mm
11	Kadar air bebas	210 Kg/m <sup>3</sup>
12	Kadar semen	$210 \cdot 0,36 = 583,33$ Kg/m <sup>3</sup>
13	Kadar semen maksimum	-
14	Kadar semen minimum	-
15	Faktor air semen yang disesuaikan	-
16	Susunan besar butir agregat halus	Daerah gradasi susunan butir 2
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	-
18	Persen agregat halus	34%
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	27,192
20	Berat isi beton	2400 kg/m <sup>3</sup>
21	Kadar agregat gabungan	$2400 \cdot 583,33 \cdot 210 = 1606,667$ kg/m <sup>3</sup>
22	Kadar agregat halus	$34 \% \times 1606,667 = 546,2667$ kg/m <sup>3</sup>
23	Kadar agregat kasar	$1606,667 - 546,2667 = 1060,4$ kg/m <sup>3</sup>
24	Proporsi campuran: - Air - Semen - Agregat kasar - Agregat halus	210 kg/m <sup>3</sup> 583,33 kg/m <sup>3</sup> 546,2667 kg/m <sup>3</sup> 1060,4 kg/m <sup>3</sup>
25	Faktor Koreksi: - Air - Semen - Agregat kasar - Agregat halus	196,294 kg/m <sup>3</sup> 583,33 kg/m <sup>3</sup> 1072,595 kg/m <sup>3</sup> 562,8185 kg/m <sup>3</sup>

Pada tabel di atas didapat proporsi berat per meter kubik beton, yaitu air sebesar 196,294 kg/m<sup>3</sup>, semen 583,33 kg/m<sup>3</sup>, agregat halus 562,8185 kg/m<sup>3</sup>. Untuk berat per meter kubik agregat kasar sebesar 1072,595 kg/m<sup>3</sup> akan dijadikan landasan dasar pengambilan proporsi abu batu.

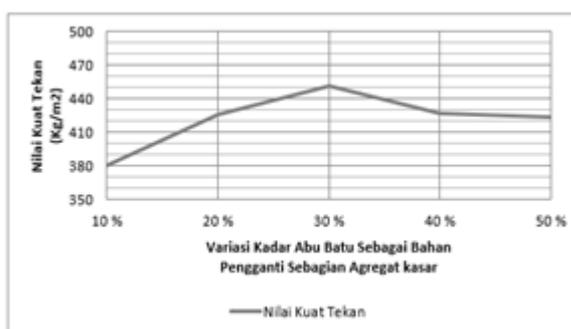
### B. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah benda uji silinder telah berumur 7 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata dengan berbagai variasi penggantian sebagian agregat kasar terhadap abu batu menggunakan

beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm serta pengkonversiannya terhadap umur 28 hari dengan nilai konversi 0,65 dan faktor reduksi alat 0,5 T dapat dilihat pada Tabel 3. berikut ini :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kuat Tekan Karakteristik Rata-rata Konversi 28 Hari Untuk Setiap Variasi Campuran

Kadar Abu Batu	Kode Sampel	Berat Benda uji (Kg)	Hasil Pembebanan Alat (T)	Kuat Tekan Beton 7 hari setelah direduksi oleh faktor reduksi alat (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan Konversi 28 Hari (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat tekan karakteristik rata-rata per variasi campuran abu batu (kg/cm <sup>2</sup> )
10	A1	12,8	50	280,1126998	430,9426151	380,4483289
	A2	12,6	44	246,1596453	378,7071466	
	A3	12,75	46	257,4773302	396,1189695	
	A4	12,65	34	189,5712211	291,6480325	
	A5	12,8	47	263,1361726	404,8248809	
20	B1	13,05	53	297,0892271	457,0603494	425,7190683
	B2	12,7	47	263,1361726	404,8248809	
	B3	12,85	49	274,4538574	422,2367037	
	B4	12,9	50	280,1126998	430,9426151	
	B5	12,65	48	268,795015	413,5307923	
30	C1	12,65	45	251,8184877	387,4130581	451,8368025
	C2	13,1	58	325,3834392	500,5899065	
	C3	12,95	53	297,0892271	457,0603494	
	C4	13	55	308,4069119	474,4721722	
	C5	12,8	51	285,7715423	439,6485266	
40	D1	12,9	53	297,0892271	457,0603494	427,4602506
	D2	12,65	44	246,1596453	378,7071466	
	D3	12,95	50	280,1126998	430,9426151	
	D4	12,8	51	285,7715423	439,6485266	
	D5	12,85	50	280,1126998	430,9426151	
50	E1	12,75	47	263,1361726	404,8248809	423,977886
	E2	12,65	46	257,4773302	396,1189695	
	E3	12,8	51	285,7715423	439,6485266	
	E4	12,7	47	263,1361726	404,8248809	
	E5	12,85	55	308,4069119	474,4721722	



Gbr. 3 Grafik Nilai Kuat Tekan Karakteristik Rata-rata Konversi 28 Hari Untuk Setiap Variasi Campuran Abu Batu

Dari hasil test uji tekan beton antara beton yang menggunakan abu batu sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar dengan berbagai variasi, menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata benda uji yang menggunakan abu batu sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar meningkat hingga variasi abu batu 30 % dan kemudian menurun. Dengan adanya abu batu yang mampu menyerap air dengan baik sehingga kekentalan beton meningkat dan beton menjadi padat dan mengurangi kesempatan terjadinya segregasi dan bleeding. Tetapi pada variasi 40 % dan 50 % abu batu tidak lagi memperkuat, tetapi justru mengurangi kuat tekan maksimumnya di variasi 30 %. Hal ini disebabkan karena kadar abu batu yang terlalu banyak sehingga air terserap lebih banyak dan mengurangi kualitas hidrasi semen yang pada keadaan ini memerlukan kadar semen dan air lebih banyak serta mengganggu stabilitas dan kualitas gradasi agregat.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang telah dilakukan nilai kuat tekan optimum pada variasi C2 yaitu beton yang menggunakan abu batu sebesar 30% dengan kuat tekan sebesar 58 MPa, kuat tekan rata-ratanya lebih tinggi dibanding beton yang menggunakan variasi abu batu sebesar 10%, 20%, 40% dan 50 %. Dari hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton diketahui bahwa beton uji terbesar pada variasi abu batu 30 % sebagai pengganti sebagian agregat kasar dapat meningkatkan kuat tekan beton dibanding dengan variasi 10 % sebesar 18,76 %. Dan pada variasi 50 % kuat tekan menurun sebesar 6,17 % dari variasi 30 %.

### *C. Perbandingan $f'_{cr}$ Rencana dan $f'_{cr}$ Hasil Penelitian*

Pada penelitian ini menentukan  $f'_{cr}$  rencana rata-rata laboratorium sebesar sebesar 50 MPa sedangkan  $f'_{cr}$  lapangan berturut turut untuk variasi abu batu sebagai pengganti sebagian agregat kasar 10%, 20%, 30%, 40%, 50% adalah 31,58 Mpa, 35,33 Mpa, 37,5 Mpa, 35,48 Mpa, 35,19 Mpa. Dengan melihat hasil

uji coba sebelum dan sesudah uji kuat tekan, dan dengan melihat hasil kuat tekan yang meningkat, dapat diambil asumsi bahwa dengan perhitungan proporsi kuat tekan beton yang ada kuat tekan beton normal maksimal akan berada di bawah kuat tekan rata-rata dari beton variasi 10 % abu batu dan memiliki perbedaan kuat tekan yang jauh di bawah kuat tekan rencana melebihi 10 Mpa. Hal ini disebabkan karena kualitas dan proporsi perhitungan beton yang kurang sempurna. Dapat diambil kesimpulan bahwa perhitungan proporsi untuk kuat tekan yang direncanakan kurang baik dan kualitas material yang kurang memadai. Bagaimanapun, kuat tekan beton terus meningkat seiring pertambahan kadar abu batu hingga 30 % dan kembali menurun pada variasi 40 % dan 50 %. Hal ini terjadi karena abu batu sebagai bahan pengganti sebagian semen dapat menjadi bahan pengental beton dan filler yang baik dengan kadar maksimal 30 %.

Disamping kandungan bahan yang mengandung silika, bentuk tekstur dan kekuatan dari abu batu sangat berpengaruh dalam beton. Namun pada variasi campuran abu batu 40 % dan 50 %, kuat tekan menurun. Hal ini disebabkan bahwa abu batu telah mengisi rongga-rongga pada beton pada kadar 30 %, sehingga sisa abu batu dalam beton tidak mempunyai fungsi lain yang mendukung naiknya kuat tekan. Dengan naiknya kebutuhan semen akibat bertambahnya luas permukaan agregat, abu batu pada kondisi dimana kadar semen tetap, berpengaruh kepada gradasi agregat secara keseluruhan yang menyebabkan turunnya kuat tekan beton.

## V. KESIMPULAN

### *A. Kesimpulan*

Setelah diadakan pembuatan benda uji, perawatan benda uji dengan penyiraman, pengujian kuat tekan untuk silinder beton, serta analisis yang telah dilakukan, akhirnya penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Perhitungan proporsi beton normal dengan kuat tekan rencana yang tinggi yang telah dilakukan tidak mencapai target karena tidak didukung oleh kualitas material yang memadai dan proses pengerjaan yang kurang efektif.
- 2) Semakin besar variasi kadar abu batu sebagai pengganti sebagian agregat kasar berbanding lurus dengan berkurangnya nilai slump. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan nilai slump untuk setiap sampel. Hasil rata-rata dari setiap variasi campuran berturut-turut untuk 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, dan 50 %, adalah 8,5 cm; 6,25 cm; 4,25 cm; 3,5 cm; dan 2,5 cm. Hasil ini terjadi karena semakin besar kadar abu batu yang dapat menyerap air lebih tinggi dari agregat lainnya menyebabkan kadar air pada campuran beton semakin berkurang dan adukan semakin mengental.
- 3) Hasil perhitungan rata-rata berat volume yang didapat mencapai nilai maksimal pada variasi campuran abu batu 30 % dimana mencapai 2433,96 Kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan pada variasi campuran 10 % dan 50 % berturut-turut adalah 2400,00 Kg/m<sup>3</sup> dan 2405,66 Kg/m<sup>3</sup>.
- 4) Hasil perhitungan kuat tekan karakteristik rata-rata konversi 28 hari untuk variasi campuran 10 % adalah 380,45 Kg/m<sup>2</sup>. Hasil ini meningkat seiring pertambahan kadar abu batu hingga menyentuh nilai maksimal di kadar abu batu 30 % yang mencapai nilai 451,84 Kg/m<sup>2</sup>. Kuat tekan kembali menurun setelah kadar abu batu melebihi 30 % dan berakhir pada kadar 50 % dimana mencapai nilai 423,98 Kg/m<sup>2</sup>.
- 5) Variasi campuran abu batu sebagai pengganti sebagian agregat kasar bekerja baik sebagai filler dan bahan pengental beton secara maksimal pada kadar 30 % berat abu batu ditinjau dari berat volume maksimal, gradasi agregat yang paling stabil dan kuat tekan tertinggi pada variasi kadar campuran abu batu tersebut.
- 6) Variasi campuran abu batu sebagai pengganti sebagian agregat kasar dengan kadar di atas 30 % menurunkan berat volume, kualitas gradasi agregat dan kuat tekan beton karena kadar abu batu yang terlalu banyak dan telah melewati porsi maksimal untuk menjadi filler sehingga sisa abu batu yang tidak berfungsi mengisi rongga beton merusak kualitas gradasi agregat dan memperbesar luas permukaan agregat yang harus diikat semen.
- 7) Proses pengujian kuat tekan beton tidak efektif karena tidak ditemplei mortar sehingga benda uji tidak menerima pembebanan secara merata.
- 8) Variasi campuran beton pada penelitian ini secara keseluruhan tidak mencapai kuat tekan rencana.

### *B. Saran*

Untuk penyempurnaan hasil penelitian serta untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut disarankan untuk melakukan penelitian dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut :

- 1) Untuk pengembangan dan modifikasi dari penelitian ini abu batu dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus dengan kadar campuran variasi yang sama atau berbeda. Bahan yang digunakan harus berkualitas dan teruji dengan baik. Ketelitian campuran proporsi beton (mix design) serta ketelitian dalam penimbangan bahan sangat menentukan kualitas beton yang dihasilkan.
- 2) Pemilihan bahan campuran terutama abu batu dilakukan lebih seksama dengan melihat gradasi yang lebih halus dan berat jenis yang tinggi.
- 3) Pada saat akan dilakukan pengecoran atau pencampuran, agregat yang telah dicuci dan dikeringkan secara alami harus benar-benar dalam keadaan SSD sehingga kandungan air dalam agregat terjaga dan stabil.
- 4) Pada saat dilakukannya pengecoran, diperhatikan dengan baik sehingga beton yang ada benar-benar homogen. Pada saat penuangan beton segar ke dalam benda uji, pemadatan dilakukan dengan cepat sehingga didapat beton yang benar-benar padat.

5) Pada saat pengujian kuat tekan, diusahakan semua permukaan benda uji diratakan dengan mortar atau melakukan capping pada kedua sisi sehingga permukaan atas dan bawah benar-benar rata dan benda uji dapat dengan baik menerima pembebanan. Perawatan benda uji sebaiknya dilakukan dengan cara perendaman.

#### REFERENSI

- [1] Edward G.Nawy. 1998. Beton Bertulang, Penerbit PT. Refika Aditama, Bandung.
- [2] Mulyono, Tri. 2005. Teknologi Beton, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [3] Murdock JL; Brook KM; Stephanus Hendarto. 1981. Bahan dan Praktek Beton, Edisi keempat Erlangga
- [4] Tjokrodinuljo, K. 1996. Teknologi Beton. Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- [5] SNI. 2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, SNI 03-2834-2000. Departemen Pemukiman dan Pengembangan Wilayah, Jakarta.
- [6] Veganita, Rahmi Febria, 2012, Pengaruh Perbedaan Gradasi Pada Agregat Kasar dan Agregat Halus Alami Lokal Sungai way Balak Kota Agung Terhadap Kuat Tekan Beton. Bandar Lampung