

# Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Kekuatan Tinggi Menggunakan Batu Gamping Sebagai Agregat Kasar

**Jabair**

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea, Makassar 90245  
jabair.bair@gmail.com

**Abstrak**—*Penggunaan batu gamping sebagai agregat kasar dalam campuran beton kekuatan tinggi masih sangat kurang. Sementara potensi sumber daya batuan jenis batu gamping cukup besar dan tersebar di beberapa daerah di Indonesia. Batu gamping dapat diolah menjadi batu pecah (batu pecah gamping) sebagaimana batu pecah yang banyak digunakan dalam campuran beton. Penelitian tentang batu gamping sebagai agregat pada campuran beton kekuatan tinggi dirasakan perlu dilakukan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kuat tekan beton kekuatan tinggi yang menggunakan batu gamping yang berasal dari Kabupaten Enrekang sebagai agregat kasarnya. Metode penelitian yang digunakan adalah studi pustaka dan studi eksperimental dengan melakukan uji karakteristik agregat material gamping dari Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Perancangan campuran beton dengan metode DoE dengan kekuatan beton rencana  $f'c$  : 50 Mpa. Campuran beton terdiri dari semen, agregat halus pasir alam dan agregat kasar batu gamping dengan variasi faktor air semen 0,20; 0,25 dan 0,30. Benda uji dibuat berbentuk silinder berdiameter 150 mm, tinggi 300 mm dan pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada umur beton 3 hari, 7 hari, 28 hari. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa campuran agregat halus pasir alam dengan agregat kasar batu gamping pada umur 28 hari untuk faktor air semen 0,20 diperoleh nilai  $f'c$  rata-rata : 59,26 MPa, faktor air semen 0,25 diperoleh nilai  $f'c$  rata-rata : 53,90 MPa dan faktor air semen 0,30 diperoleh nilai  $f'c$  rata-rata : 45,70 MPa.*

**Kata kunci**—*Kuat tekan beton, batu gamping, kekuatan tinggi.*

## **I. Pendahuluan**

Beton adalah bahan komposit yang terbuat dari hasil pencampuran antara pasir, kerikil atau batu pecah, semen dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah. Beton dapat dikerjakan dengan mudah dan menghasilkan beton dengan kekuatan yang tinggi. Beton mutu tinggi adalah beton yang kekuatan tekannya tinggi pada umur 28 hari. Menurut Paul Nugraha dan Antoni, 2007, pengertian mutu tinggi adalah diatas 60 Mpa sedangkan Menurut Nawy, 1998, beton mutu tinggi adalah beton dengan kekuatan tekan lebih dari 41,4 MPa

Yang terpenting dalam pembuatan campuran beton adalah bagaimana mendapatkan kekuatan beton yang sesuai dengan apa yang direncanakan. Beton terbuat dari campuran agregat halus dan agregat kasar yang diikat dengan pasta semen dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah. Kekuatan beton dapat diperoleh lebih tinggi tergantung cara pelaksanaan dilapangan dan komposisi serta karakteristik bahan campurannya. Sampai saat ini, pembuatan beton masih selalu menggunakan bahan dari pasir alam, kerikil/batu pecah sedangkan mungkin masih ada / banyak material lain yang mungkin dapat digunakan dalam campuran beton.

Di Kabupaten Enrekang, Profinsi Sulawesi Selatan, banyak dijumpai batuan jenis batu gamping, bahkan sudah dilakukan penambangan batu gamping namun penggunaannya masih terbatas pada bagian pondasi bangunan, pondasi jalan dan sebagai agregat pada lapisan permukaan jalan. Apakah batu gamping sebagai agregat kasar dalam campuran beton dapat

menghasilkan beton berkekuatan tinggi atau tidak, perlu dilakukan percobaan dengan menitikberatkan pada kuat tekan yang dapat dihasilkan.

Faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menghasilkan campuran beton berkekuatan tinggi antara lain : Faktor air semen, kualitas agregat halus, kualitas agregat kasar dan penggunaan bahan tambah baik *admixture* (kimia) maupun *aditif* (mineral).

#### A. Faktor Air Semen

Air dibutuhkan untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Banyaknya air akan mempengaruhi kekuatan dan kemudahan dalam pelaksanaan beton. Untuk mendapatkan beton yang mudah dilaksanakan tetapi dengan kekuatan yang tetap, harus diperhatikan faktor air semennya. Semakin besar nilai faktor air semen, semakin rendah kekuatan beton yang dihasilkan. Dengan demikian untuk menghasilkan suatu beton berkekuatan tinggi, nilai faktor air semen dalam beton haruslah rendah.

#### B. Agregat Halus

Pasir alam yang umumnya digunakan sebagai agregat halus mempunyai ukuran butir < 5 mm. Kandungan air dalam pasir akan mempengaruhi faktor air semen. Kandungan air yang banyak dapat menambah ratio yang berakibat pada penurunan kekuatan karena air yang semula menempati rongga menguap bersamaan dengan terjadinya reaksi hidrasi sehingga terbentuk rongga yang dapat meningkatkan porositas beton. Gradasi yang baik dan teratur dari pasir akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi dibandingkan dengan pasir yang bergradasi gras atau seragam.

#### C. Agregat Kasar Batu Gamping

Untuk membuat beton berkekuatan tinggi, kekuatan/kekerasan agregat kasar harus tinggi. Kekerasan butir-butir agregat kasar bergantung pada bahan penyusunnya. Agregat yang lebih keras/kuat umumnya memberikan modulus elastisitas yang lebih tinggi. Selain daripada itu, ukuran butir maksimum

agregat juga akan mempengaruhi kekuatan beton yang akan dibuat.

Batu gamping sering disebut dengan istilah batu kapur, sedangkan istilah luarnya biasa disebut "limestone". Sebagian besar batu gamping dibuat menjadi batu pecah yang dapat digunakan sebagai material konstruksi seperti: pondasi, landasan jalan dan kereta api serta agregat dalam beton (Arief Hidayat, 10/01/2012). Berbagai penelitian mengenai batu gamping dalam campuran beton telah dilakukan, antara lain : Penambahan serbuk batu gamping yang beasal dari Manyaran, Wonogiri sebagai pengganti sebagian semen sampai dengan 15%, dengan faktor air semen 0,4 memperlihatkan kecenderungan peningkatan kuat tekan beton sebesar 0,95% (Ginjar B. Putro dan Yenny Nurchasanah, 2011). Penelitian batu kapur di Sampang, Madura, memperlihatkan bahwa semakin besar persentase batu kapur sebagai pengganti agregat kasar semakin tinggi kuat tekan yang dihasilkan (Nurul Rochmah, 2016).

Di Sulawesi Selatan, batu gamping dalam jumlah besar banyak ditemukan di beberapa kabupaten. Kabupaten Enrekang adalah salah satu kabupaten dengan potensi batu gamping yang cukup besar, dengan luas penyebaran sekitar 74,75 Km<sup>2</sup> atau cadangan geologi diperkirakan 3,7 milyar meter kubik. Endapan batu gamping ini merupakan batu gamping terumbu, berwarna putih dan abu-abu krem.

#### D. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton adalah kemampuan beton menahan beban maksimum tekan per satuan luas. Nilai kuat tekan beton diperoleh dari hasil uji tekan benda uji berbentuk silinder berukuran diameter 150 mm, tinggi 300 mm. Penekanan benda uji dilakukan dengan kecepatan penekanan (*pace rate*) sebesar 5,3 KN/sec. Kuat tekan beton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1:

$$f'_c = P/A \quad \dots\dots\dots 1)$$

dimana :

$f'_c$  : Kuat tekan beton (MPa)

P : Beban tekan maksimum yang dapat ditahan (N)

A : Luas penampang silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm (mm<sup>2</sup>)

## II. Metode Penelitian

### A. Peralatan dan Bahan Penelitian

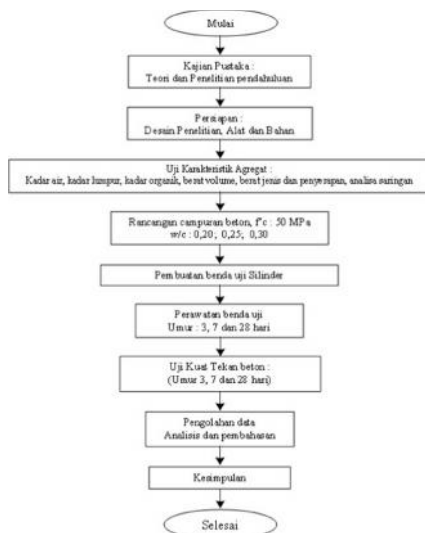
Alat yang digunakan meliputi : Peralatan uji karakteristik agregat dan peralatan pembetonan seperti : Cawang, Gelas ukur, Timbangan, Ovem, Saringan dan Mesin uji keausan, Molen, Sekop, Fibrator, Slump Test Set, Cetakan silinder dia 150 mm dengan tinggi 300 mm, Sendok spesi, mistar baja, Peralatan Capping, Mesin Uji Tekan dan lain lain.

Bahan yang digunakan adalah pasir alam yang berasal dari Sungai Je'ne' Berang, Kabupaten Gowa dan Batu Pecah Gamping yang berasal dari Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Semen PCC Tonasa Type 1 dan bahan tambah Sikamen LN.

### B. Prosedur Penelitian

Melakukan uji karakteristik agregat, perancangan komposisi campuran beton kekuatan tinggi ( $f'c$  : 50 Mpa) dengan variasi faktor air semen 0,20 ; 0,25 dan 0,30, pembuatan benda uji berbentuk silinder (Dia : 150 mm, t : 300 mm), Perawatan dan pengujian kuat tekan beton umur 3, 7 dan 28 hari, Pengolahan data, analisis data dan pembahasan, kesimpulan.

Secara garis besar prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 Bagan alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## III. Hasil Dan Pembahasan

### A. Karakteristik Agregat

Hasil pemeriksaan/uji karakteristik agregat halus pasir alam dan agregat kasar batu gamping dapat dilihat dalam Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 1 Spesifikasi dan hasil uji karakteristik agregat halus pasir alam

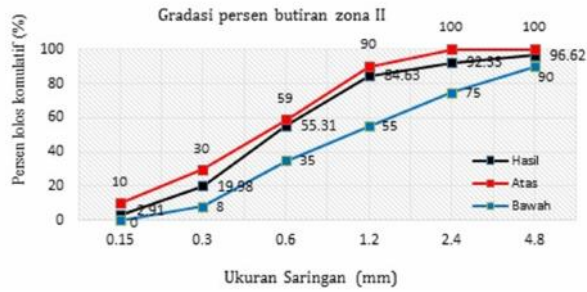
No.	Uji karakteristik	Interval batas	Hasil uji	Keterangan
1.	Kadar lumpur	0,2% – 5%	4,97 %	Memenuhi
2.	Kadar organik	< No.3	< 2	Memenuhi
3.	Kadar air	3%-5%	10,89 %	Tinggi
4.	Berat volume	1,4-1,90 (kg/liter)	1,45 kg/litr	Memenuhi
5.	Absorpsi	0,20%-2,00%	4,578 %	Tinggi
6.	Berat jenis SSD	1,60-3,20	2,451	Memenuhi
7.	Modulus kehalusan	2,20-3,10	3,47	Tinggi

Tabel 2 Spesifikasi dan hasil uji karakteristik agregat kasar batu gamping

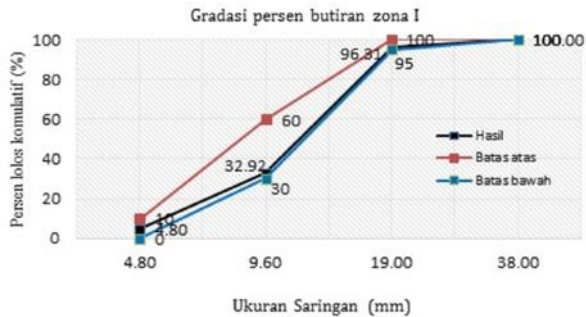
No.	Uji karakteristik	Interval batas	Hasil uji	Keterangan
1.	Kadar lumpur	0,2% – 1,0%	1,19 %	Tinggi
2.	Keausan	15%-50%	20,28	Memenuhi
3.	Kadar air	0,5%-2,0%	0,072 %	Rendah
4.	Berat volume	1,4-1,90 (kg/liter)	1,525 kg/litr	Memenuhi
5.	Absorpsi	0,20%-4,00 %	1,22 %	Memenuhi
6.	Berat jenis SSD	1,60-3,20	2,631	Memenuhi

Berdasarkan hasil uji karakteristik pada Tabel 2, kandungan lumpur agregat kasar batu gamping melebihi interval batas yang disyaratkan sehingga agregat tersebut harus dicuci atau disiram hingga kandungan lumpur memenuhi. Nilai kadar air dan absorpsi yang berada di luar interval batas tetap dapat digunakan dalam perencanaan campuran (*mix design*).

Hasil uji analisa saringan agregat halus dan kasar diperlihatkan pada Gambar 2 dan 3 sebagai berikut :



Gambar 2. Gradasi agregat halus pasir alam



Gambar 3. Gradasi agregat kasar batu gamping

**B. Kuat Tekan Beton**

Hasil pengujian kuat tekan beton yang diperoleh diperlihatkan dalam Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5 pada halaman berikut ini.

Tabel 3 Hasil uji kuat tekan beton, w/c = 0,20

No	Umur (Hari)	P maks (KN)	f'c = P/A (Mpa)	f'c rata-rata (Mpa)
1	3	632,70	35,82	41,13
2	3	769,60	43,57	
3	3	776,90	43,99	
4	7	687,50	38,92	48,64
5	7	1007,00	57,01	
6	7	882,70	499,98	
7	28	1059,00	59,96	59,26
8	28	1050,00	59,45	
9	28	1031,00	58,37	

Tabel 4 Hasil uji kuat tekan beton, w/c = 0,25

No	Umur (Hari)	P maks (KN)	f'c = P/A (Mpa)	f'c rata-rata (Mpa)
1	3	692,20	39,19	36,04
2	3	510,50	28,90	
3	3	706,80	40,02	
4	7	786,90	44,55	45,35

No	Umur (Hari)	P maks (KN)	f'c = P/A (Mpa)	f'c rata-rata (Mpa)
5	7	778,90	44,10	53,90
6	7	837,10	47,39	
7	28	1012,00	57,30	
8	28	938,90	53,16	53,90
9	28	905,30	51,26	

Tabel 5 Hasil uji kuat tekan beton, w/c = 0,30

No	Umur (Hari)	P maks (KN)	f'c = P/A (Mpa)	f'c rata-rata (Mpa)
1	3	662,90	37,53	39,66
2	3	764,30	43,27	
3	3	674,20	38,17	
4	7	830,10	47,00	40,96
5	7	727,10	41,17	
6	7	613,40	34,73	
7	28	858,10	48,58	45,70
8	28	713,80	40,41	
9	28	849,40	48,09	

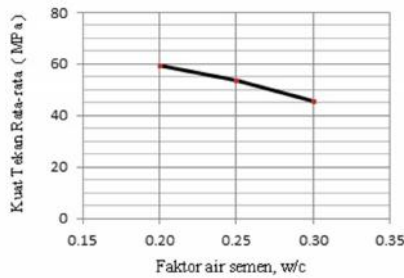
Berdasarkan data pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5 hasil pengujian kuat tekan beton baik untuk faktor air semen 0,20, faktor air semen 0,25 maupun faktor air semen 0,30 terlihat bahwa kekuatan beton rata-rata mencapai diatas 40 Mpa. Hal ini dapat dikatakan bahwa beton dengan menggunakan agregat kasar dari batu pecah bahan batu gamping yang berasal dari Kabupaten Enrekang dapat digunakan dalam campuran beton kekuatan tinggi.

Berdasarkan data dalam Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5, Nilai rata-rata kuat tekan beton untuk umur 28 hari dirangkum dalam Tabel 6 berikut ini :

Tabel 6 Hasil uji kuat tekan beton

w/c	Slump Test (mm)	Kuat tekan beton rata-rata, f'c (28 Hari) (MPa)
0,20	25	59,26
0,25	45	53,90
0,30	48	45,70

Hubungan antara kuat tekan rata-rata beton dan faktor air semen diperlihatkan pada Gambar 4 pada sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik hubungan kuat tekan beton dengan faktor air semen

Berdasarkan data pada Gambar 5 Grafik hubungan kuat Tekan dengan faktor air semen, dapat dilihat bahwa faktor air semen yang lebih kecil dapat meningkatkan kekuatan beton.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan batu gamping sebagai agregat kasar dalam campuran beton dapat menghasilkan beton dengan kekuatan yang tinggi. Kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari dengan faktor air semen 0,20 diperoleh kekuatan tekan sebesar  $f'_c = 59,26$  MPa, faktor air semen 0,25 diperoleh kekuatan tekan sebesar  $f'_c = 53,29$  MPa dan faktor air semen 0,30 diperoleh kekuatan tekan sebesar  $f'_c = 45,70$  MPa.

#### V. Daftar Pustaka

- [1] Dinas Pertambangan dan Energi, Provinsi Sulawesi Selatan. 2016. *Potensi Sumberdaya Mineral dan Energi Sulawesi Selatan*. Makassar.
- [2] Kanwil Departemen Pertambangan dan Energi, Provinsi Sulawesi Selatan. 1992. *Bunga Rampai Potensi Geologi Dan Sumberdaya Mineral Sulawesi Selatan*. Pedoman Rakyat. Makassar.
- [3] Mulyono, T. 2007. *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.
- [4] Nugraha, P dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.
- [5] Standar Nasional Indonesia. SNI 2847-2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [6] \_\_\_\_\_. SNI 1974-2011. *Metode Uji Kekuatan Tekan beton spesimen beton silinder*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- [7] \_\_\_\_\_. SNI 6369-2008. *Tata Cara Pembuatan kaping Untuk Benda Uji Silinder Beton*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [8] \_\_\_\_\_. SNI 1972-2008. *Tata Cara Uji Slump Beton*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [9] Bagyo, P, Ginanjar dan Nurchasanah, Yenny. 2011. "Tinjauan Kuat Tekan Beton Dengan Serbuk Batu Gamping Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton". *Artikel Ilmiah, Matiks, Vol.6, No.2*. Surakarta.
- [10] Hidayat, A. 2012. *Pemanfaatan Batu Gamping (Batu Kapur) Sebagai Barang Ekonomis Non-Logam*. 10 Januari 2012.
- [11] <http://ariefgeo.blogspot.co.id/2012/01/pemanfaatan-batugamping-batu-kapur.html> (diakses 02 Januari 2018)
- [12] Pujiyanto, A. 2011. "Beton Mutu Tinggi Dengan Admixture Superplasticizer Dan Aditif Silicafume". *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 14, No. 2, 177-185*. Yogyakarta.
- [13] Pujiyanto, A. 2010. "Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Superplasticizer Dan Fly Ash". *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik, Vol. 13, No. 2, 171-180*. Yogyakarta.
- [14] Rochmah, N. 2016. "Pemanfaatan Batu Kapur Di Daerah Sampang Madura Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton". *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag, Surabaya, Vol.01. No. 02. Hal 217-226*, September 2016. Surabaya.