

## PENGARUH AGREGAT KASAR BATU PECAH BERGRADASI SERAGAM TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

Oleh:

Mulyati<sup>1)</sup>, Sentosa Budi Alluhri<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Padang

E-mail: [mulyati\\_tsp@yahoo.com](mailto:mulyati_tsp@yahoo.com)

<sup>2)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Padang

### Abstrak

*Perbedaan pada properties dan nilai kuat tekan beton disebabkan oleh perbedaan pada material pembentuk beton dan cara pembuatan beton. Kadang kala penggunaan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam tidak dapat dihindari. Penggunaan batu pecah bergradasi seragam dapat berpengaruh pada properties beton dan kuat tekan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh penggunaan batu pecah bergradasi seragam pada beton terhadap properties beton dan kuat tekan beton. Dalam penelitian ini, digunakan ukuran agregat batu pecah dari 3 ukuran, yaitu 5 – 20 mm, 5 – 25 mm, 10 – 20 mm dan 20 – 25 mm, dengan nilai factor air semen (w/c) ditetapkan 0,50 untuk 4 variasi campuran dan 0,45 untuk 2 variasi campuran tambahan. Hasil pengujian kuat tekan beton pada penggunaan agregat batu pecah bergradasi seragam dapat mengurangi kuat tekan beton sebesar 12,35 % terhadap penggunaan agregat kasar batu pecah bergradasi menerus. Penurunan penggunaan w/c dari 0,50 menjadi 0,45 dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 20,15%. Penggunaan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam pada campuran beton berpengaruh terhadap sifat mudah dikerjakan (workability) dan pematangan pada beton.*

*Kata kunci: agregat kasar batu pecah, gradasi seragam, beton normal*

### 1. Pendahuluan

Saat ini Indonesia merupakan salah satu negara berkembang di Asia yang pesat dalam pembangunan infrastruktur. Infrastruktur merupakan sarana penunjang dalam peningkatan kemajuan ekonomi. Infrastruktur yang dibangun untuk memenuhi kemajuan tersebut antara lain adalah gedung gedung, pabrik, jalan, jembatan, bendung, irigasi, pelabuhan, dan bandar udara. Semua infrastruktur yang tersebut membutuhkan material pembentuk utama, salah satunya adalah beton. Beton adalah suatu gabungan dari beberapa material pembentuk yaitu agregat kasar berupa koral atau batu pecah, agregat halus atau pasir, yang diikat oleh pasta semen yang dicampur dengan air dalam perbandingan tertentu sehingga mendapatkan material baru dengan kekuatan yang direncanakan.

Agregat merupakan komponen utama dalam beton. Semua material pembentuk beton tersebut khususnya agregat, mempunyai sifat tertentu yang akan mempengaruhi mutu beton, salah satunya adalah agregat kasar. Agregat kasar dapat berupa koral yang didapat dari sungai, juga bisa didapat dari pecahan batu yang diproduksi secara mekanis atau manual. Dalam rangka usaha pemenuhan kebutuhan terhadap pengadaan agregat kasar berupa batu pecah untuk material beton dengan volume besar maka agregat batu pecah diproduksi secara mekanis dengan pembuatan instalasi pemecah batu (stone crusher). Ada beberapa tipe pemecah batu mekanis antara lain, *system jaws* dan *system cone*.

Cara memproduksi dan kualitas material pembentuk batu pecah sangat mempengaruhi mutu dari agregat kasar berupa batu pecah. Berbeda dari agregat kasar berupa koral/gravel yang berasal dari sungai, gradasi batu pecah hasil produksi dari *stone crusher* cenderung berbentuk single fraksi (gradasi seragam). Butiran agregat batu pecah dapat berbentuk pipih, bulat dan lonjong. Selain itu kekerasan batuan pembentuk batu pecah mempengaruhi kekerasan agregat. Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, perlu kiranya bagi kita untuk memahami sifat-sifat dari agregat kasar berupa batu pecah, yang pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas beton yang akan dihasilkan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam untuk campuran beton normal, dengan tujuan mendapat seberapa besar pengaruhnya terhadap kuat tekan beton yang dihasilkan, sehingga dapat menjadi acuan atau pedoman bagi perencana dan pelaksana lapangan dalam pekerjaan beton.

## 2. Metodologi

### 2.1. Bahan dan Peralatan Penelitian

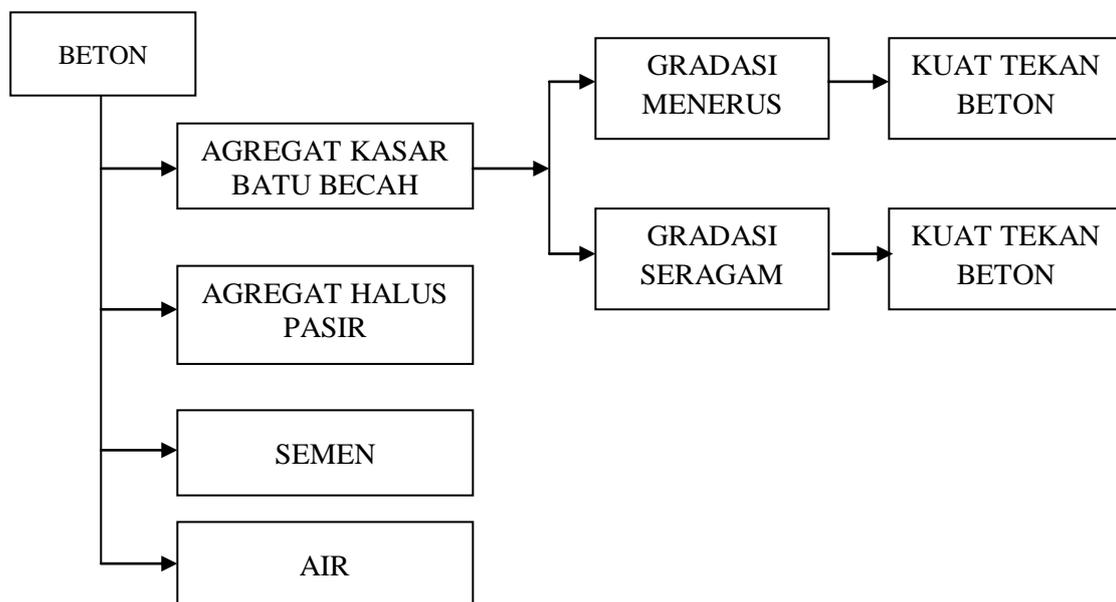
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar berupa batu pecah ukuran 5 – 25 mm, 10 – 20 mm, dan 20 – 25 mm, yang bersumber dari Batang Kuranji produksi PT. Berkah, serta agregat halus berupa pasir berasal dari Batang Tarusan Pesisir Selatan dan semen Type I produksi PT.Semen Padang. Peralatan penelitian yang digunakan berupa seperangkat alat pengujian agregat, alat-alat pembuatan benda uji, alat pengujian *slump* berupa kerucut *abrams*, dan alat pengujian kuat tekan beton *Universal Testing Machine (UTM)*.

### 2.2. Benda Uji

Cetakan benda uji yang digunakan adalah kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Benda uji masing-masing dibuat 3 (tiga) sampel untuk setiap variasi campuran dan umur pengujian, sehingga digunakan sebanyak 52 buah kubus yang terdiri dari enam variasi yaitu campuran beton bergradasi menerus 5 – 25 mm, campuran beton bergradasi menerus 5 – 20 mm, campuran beton bergradasi seragam 10 – 20 mm, campuran beton bergradasi seragam 20 – 25 mm, campuran beton bergradasi seragam 10 – 20 mm tambah semen, campuran beton bergradasi seragam 20 – 25 mm tambah semen, dan seluruh variasi dibuat untuk umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

### 2.3 Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar tahapan penelitian ini dapat dibagi menjadi 5 (lima) tahapan, yaitu: 1) pengadaan material, untuk batu pecah dan pasir diperoleh dari stockpile material batching plant PT.Adhi Karya Proyek Sawah Laweh, sedangkan semen diperoleh di toko bangunan; 2). pengujian agregat kasar untuk masing-masing fraksi, meliputi gradasi agregat, berat jenis dan penyerapan, sedangkan untuk agregat halus dilakukan analisa saringan, serta berat jenis dan penyerapan; 3). merencanakan *mix design* campuran beton untuk kuat tekan beton rencana 300 kg/cm<sup>2</sup> untuk agregat kasar bergradasi menerus dan agregat kasar bergradasi seragam; 4). Pembuatan benda uji, pengujian *slump* dan perawatan benda uji, serta pengujian berat isi beton dan kuat tekan beton sesuai dengan umur pengujian.



Gambar 1. Kerangka Konseptual

Pada penelitian ini perancangan proporsi campuran beton dibuat dalam enam variasi, seperti pada gambar 2 dan gambar 3, sebagai berikut:

#### 1. Beton dengan agregat kasar bergradasi menerus (*continuous grading*) 5 – 20 mm

Gradasi agregat kasar terdiri dari kombinasi gradasi antara fraksi 5 – 10 mm, 10 – 20 mm, dengan nilai  $w/c = 0,5$ . Gradasi agregat kasar dikondisikan berada pada gradasi ideal batasan spesifikasi.

Pada kondisi ini diasumsikan nilai kuat tekan beton paling ideal. Nilai kuat tekan pada proporsi ini akan menjadi acuan.

**2. Beton dengan agregat kasar bergradasi menerus (*continuous grading*) 5 – 25 mm**

Gradasi agregat kasar terdiri dari kombinasi gradasi antara fraksi 5 – 10 mm, 10 – 20 mm, 20 – 25 mm, dengan nilai  $w/c = 0,5$ . Gradasi agregat kasar dikondisikan berada pada gradasi ideal batasan spesifikasi. Pada kondisi ini diasumsikan nilai kuat tekan beton paling ideal. Nilai kuat tekan pada proporsi ini akan dijadikan sebagai acuan.

**3. Beton dengan agregat kasar bergradasi seragam / fraksi 10 -20 mm**

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton ini berukuran 10 -20 mm, dengan nilai  $w/c = 0,50$ .

**4. Beton dengan agregat kasar bergradasi seragam / fraksi 20 -25 mm**

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton ini berukuran 20 -25 mm, dengan nilai  $w/c = 0,50$ .

**5. Beton dengan agregat kasar bergradasi seragam / fraksi 10 -25 mm**

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton ini berukuran 10 - 20 mm, dengan nilai  $w/c = 0,45$

**6. Beton dengan agregat kasar bergradasi seragam / fraksi 20 -25 mm**

Agregat kasar yang digunakan pada campuran beton ini berukuran 20 -25 mm, dengan nilai  $w/c = 0,45$ .



Gambar 2. Persiapan gradasi agregat kasar batu pecah



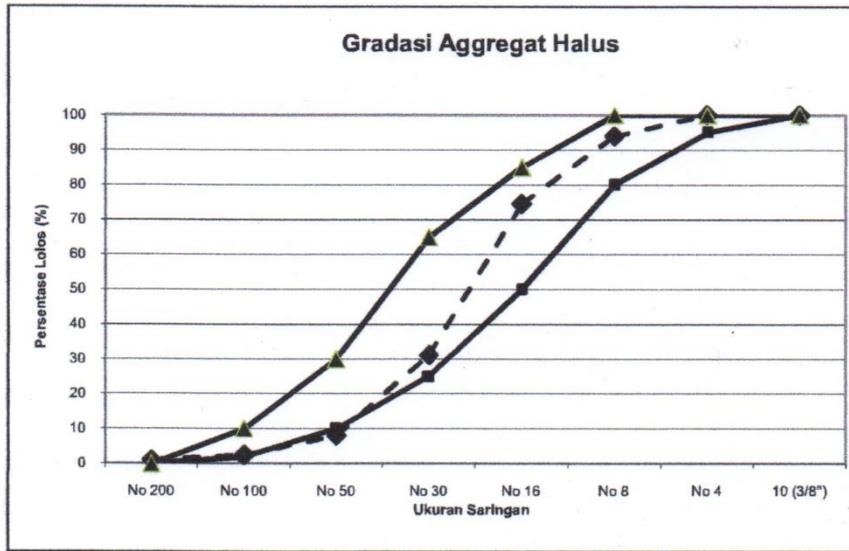
Gambar 3. Campuran beton agregat kasar batu pecah bergradasi seragam

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### 3.1. Karakteristik Agregat Halus dan Agregat Kasar Batu Pecah

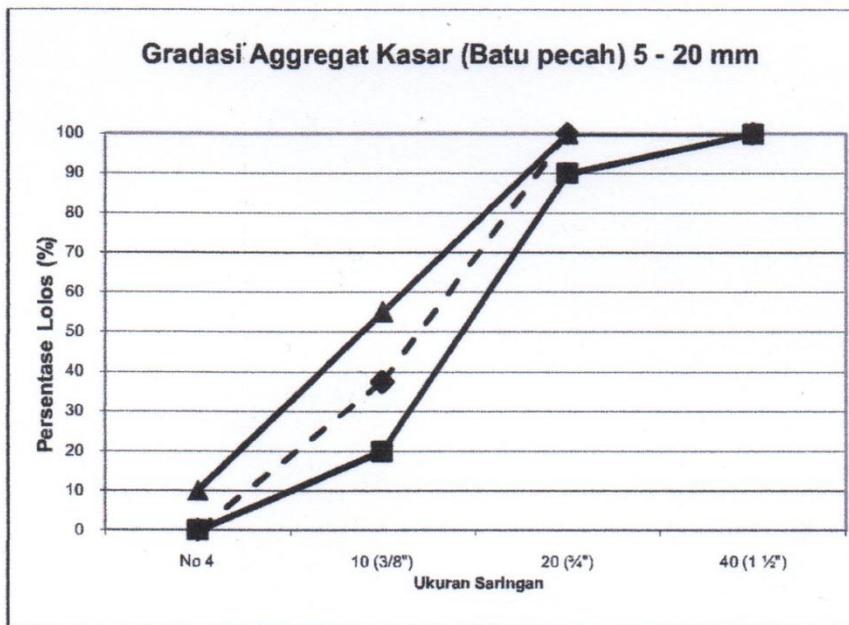
Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap agregat halus berupa pasir dari Batang Tarusan Pesisir Selatan, dan agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Batang Kuranji

produksi PT. Berkah. Bahan dan prosedur pengujian karakteristik agregat mengikuti metode SK-SNI-T-15-1990-03 dan SNI 03-2834 yang meliputi gradasi agregat, berat jenis dan penyerapan, berat isi, kotoran organik serta abrasi agregat kasar.

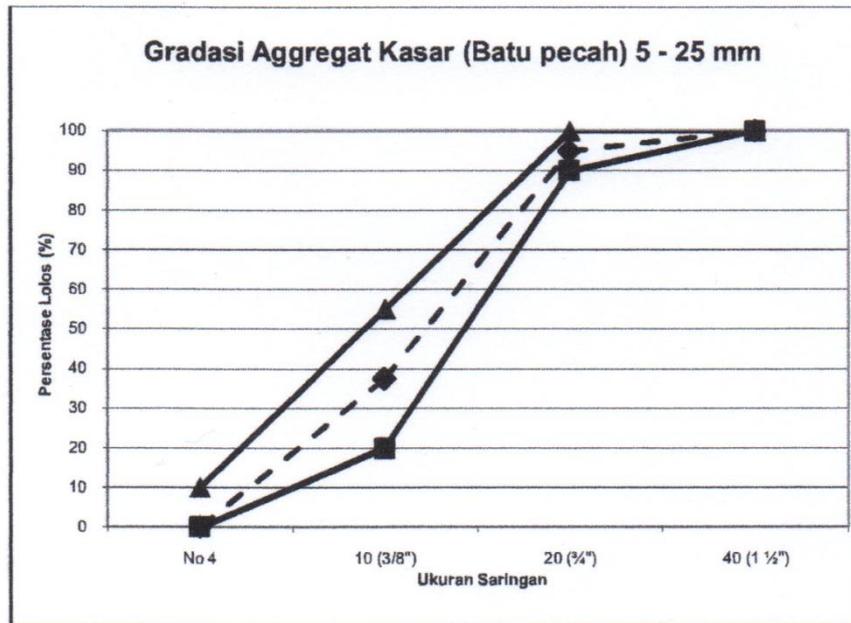


Gambar 4. Grafik Gradasi Agregat Halus Pasir Batang Tarusan

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus menunjukkan bahwa pasir mempunyai susunan butiran bergradasi menerus yang bergradasi baik dengan modulus kehalusan 2,9 dikategorikan sebagai pasir berbutir sedang sesuai Indian Standard IS 380-1963.

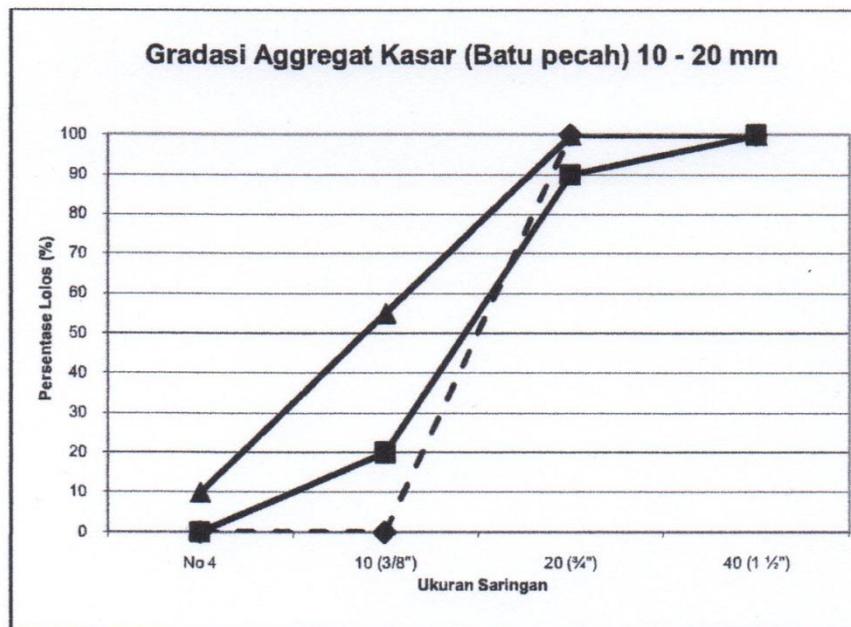


Gambar 5. Grafik Gradasi Agregat Kasar Batu Pecah Ukuran 5 – 20 mm

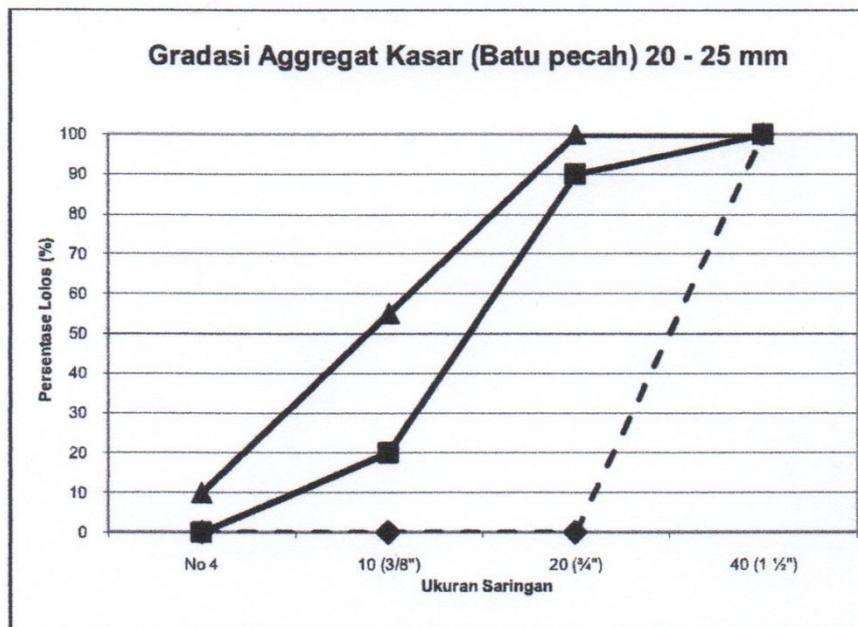


Gambar 6. Grafik Gradasi Agregat Kasar Batu Pecah Ukuran 5 – 25 mm

Hasil pemeriksaan agregat kasar menunjukkan bahwa gradasi batu pecah ukuran 5 – 20 mm dan ukuran 5 – 25 mm mempunyai susunan butiran bergradasi menerus yang ideal.



Gambar 7. Grafik Gradasi Agregat Kasar Batu Pecah Ukuran 10 – 20 mm



Gambar 8. Grafik Gradasi Agregat Kasar Batu Pecah Ukuran 20 – 25 mm

Untuk gradasi batu pecah bergradasi seragam digunakan batu pecah ukuran 10 – 20 mm tertahan saringan 10 mm dan lolos saringan 20mm, serta batu pecah ukuran 20 – 25 mm tertahan saringan 20 mm dan lolos saringan 25 mm.

Tabel 1. Sifat-Sifat Fisis Agregat

Jenis Agregat	Berat Jenis (SSD)	Penyerapan (%)	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	Abrasi (%)
Pasir	2,55	2,40	1,45	-
Batu pecah 0,5 - 1	2,61	1,82	1,30	18,56
Batu pecah 1 - 2	2,65	1,58	1,35	
Batu pecah 2 - 3	2,56	1,91	1,30	

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis agregat, dapat dinyatakan bahwa pasir Batang Tarusan mempunyai berat jenis dan penyerapan memenuhi spesifikasi < 3%, kandungan organik standar no.3, dan batu pecah produksi PT.Berkah yang berasal dari Batang Kuranji juga memenuhi spesifikasi, dimana berat jenis agregat > 2,55 dan abrasi < 30%.

### 3.2 Proporsi Campuran Beton

Berdasarkan karakteristik material dasar pembentuk beton (pasir dan split), dihitung perencanaan campuran beton dengan memakai metoda SK SNI T-15-1990-03 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal) untuk 6 variasi benda uji dengan kekuatan rencana pada umur 28 hari adalah 300 kg/cm<sup>2</sup>, didapat proporsi campuran beton untuk 1 m<sup>3</sup> beton sebagai berikut:

Tabel. 1 Proporsi Campuran Beton Untuk 1 M<sup>3</sup> Beton

Variasi Campuran Ukuran Batu Pecah dan w/c	Air (liter)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Batu Pecah (kg)
5 – 20 mm (Normal), w/c = 0,5	206	413	782	876
5 – 25 mm (Normal), w/c = 0,5	197	395	739	973
10 – 20 mm (Seragam), w/c = 0,5	206	413	782	876
20 – 25 mm (Seragam), w/c = 0,5	197	395	739	973
10 – 20 mm (Seragam), w/c = 0,45	207	458	700	922
20 – 25 mm (Seragam), w/c = 0,45	197	438	724	952

### 3.3 Berat Isi Beton

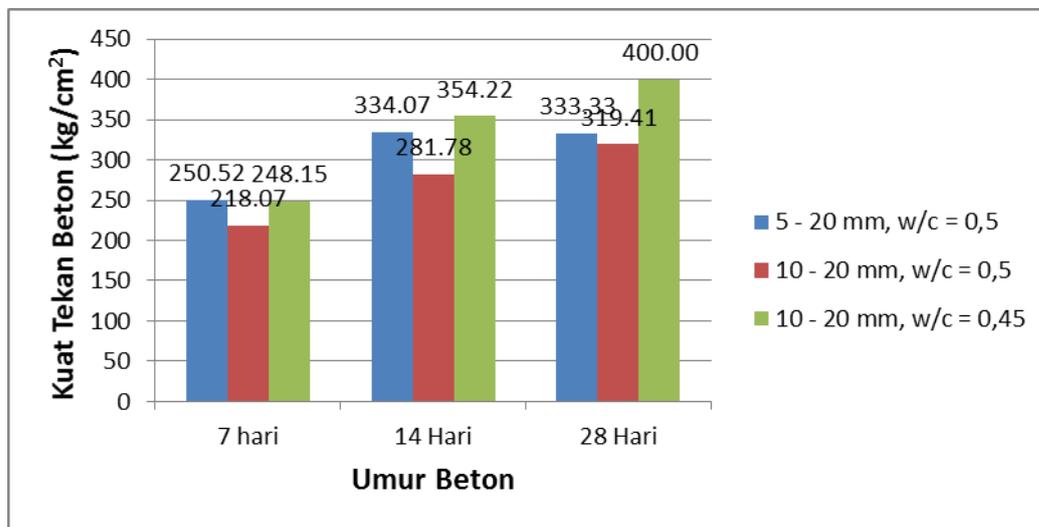
Tabel 2. Berat Isi Beton

5 – 20 mm, w/c = 0,5	5 – 25 mm, w/c = 0,5	10 – 20 mm, w/c = 0,5	20 – 25 mm, w/c = 0,5	10 – 20 mm, w/c = 0,45	20 – 25 mm, w/c = 0,45
2.294 gr/cm <sup>3</sup>	2.352 gr/cm <sup>3</sup>	2.315 gr/cm <sup>3</sup>	2.389 gr/cm <sup>3</sup>	2.378 gr/cm <sup>3</sup>	2.375 gr/cm <sup>3</sup>

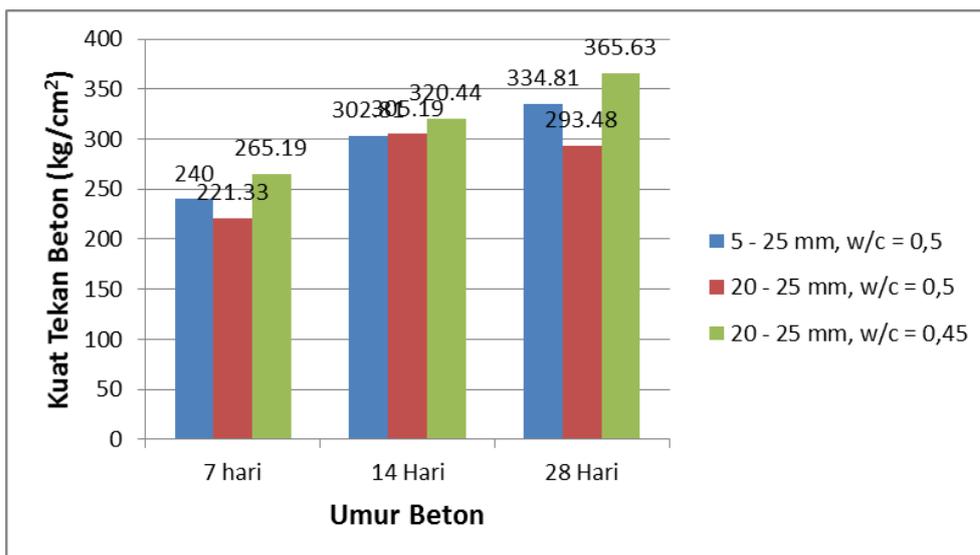
Hasil pengujian berat isi beton menggunakan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam memiliki density lebih tinggi dari pada beton menggunakan agregat kasar batu pecah bergradasi menerus.

### 3.4 Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian benda uji pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari pada penggunaan batu pecah bergradasi menerus dengan w/c = 0,5 dan batu pecah bergradasi seragam dengan w/c = 0,5 dan 0,45, diperlihatkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Terhadap Umur Beton Batu Pecah ukuran 5 – 20 mm dengan w/c = 0,5 dan ukuran 10 – 20 mm dengan w/c = 0,5 dan w/c = 45



Gambar 10. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Terhadap Umur Beton Batu Pecah ukuran 5 – 25 mm dengan w/c = 0,5 dan ukuran 20 – 25 mm dengan w/c = 0,5 dan w/c = 45

Hasil pengujian kuat tekan beton yang menggunakan batu pecah bergradasi seragam ukuran 10 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$  mempunyai kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton yang menggunakan batu pecah bergradasi menerus ukuran 5 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$ , terjadi baik pada umur 7 hari, 14 hari, maupun 28 hari. Pada umur 28 hari rata-rata penurunan kuat tekan beton bergradasi seragam ukuran 10 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$  sebesar 4,18% terhadap kuat tekan beton bergradasi menerus ukuran 5 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$ . Sedangkan beton yang menggunakan agregat menerus batu pecah bergradasi seragam 10 – 20 mm dengan  $w/c = 0,45$  mempunyai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang menggunakan batu pecah bergradasi menerus ukuran 5 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$  dan beton yang menggunakan batu pecah bergradasi seragam ukuran 10 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$ , terjadi baik pada umur 7 hari, 14 hari, maupun 28 hari. Pada umur 28 hari rata-rata kenaikan kuat tekan beton bergradasi seragam ukuran 10 – 20 mm dengan  $w/c = 0,45$  sebesar 16,67% terhadap kuat tekan beton bergradasi menerus ukuran 5 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$  dan sebesar 20,15% terhadap kuat tekan beton bergradasi seragam ukuran 10 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$ .

Hasil pengujian kuat tekan beton yang menggunakan batu pecah bergradasi seragam ukuran 20 – 25 mm dengan  $w/c = 0,5$  mempunyai kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton yang menggunakan batu pecah bergradasi menerus ukuran 5 – 25 mm dengan  $w/c = 0,5$ , terjadi pada umur 7 hari dan 28 hari. Pada umur 28 hari rata-rata penurunan kuat tekan beton bergradasi seragam ukuran 20 – 25 mm dengan  $w/c = 0,5$  sebesar 12,34% terhadap kuat tekan beton bergradasi menerus ukuran 5 – 25 mm dengan  $w/c = 0,5$ . Sedangkan beton yang menggunakan agregat menerus batu pecah bergradasi seragam 20 – 25 mm dengan  $w/c = 0,45$  mempunyai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang menggunakan batu pecah bergradasi menerus ukuran 5 – 25 mm dengan  $w/c = 0,5$  dan beton yang menggunakan batu pecah bergradasi seragam ukuran 20 – 25 mm dengan  $w/c = 0,5$ , terjadi baik pada umur 7 hari, 14 hari, maupun 28 hari. Pada umur 28 hari rata-rata kenaikan kuat tekan beton bergradasi seragam ukuran 20 – 25 mm dengan  $w/c = 0,45$  sebesar 8,43% terhadap kuat tekan beton bergradasi menerus ukuran 5 – 25 mm dengan  $w/c = 0,5$  dan sebesar 19,73% terhadap kuat tekan beton bergradasi seragam ukuran 10 – 25 mm dengan  $w/c = 0,5$ .

#### 4. Kesimpulan

1. Beton dengan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam, mengalami penurunan kuat tekan dibandingkan dengan beton yang menggunakan agregat kasar batu pecah bergradasi menerus.
2. Nilai kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari yang menggunakan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam adalah sebesar 95,82% terhadap beton yang menggunakan agregat kasar batu pecah bergradasi menerus 5 – 20 mm dan sebesar 87,65% terhadap beton yang menggunakan agregat kasar batu pecah bergradasi menerus 5 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$
3. Pemakaian  $w/c = 0,45$  untuk beton dengan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam dapat menaikkan nilai kuat tekan beton menjadi 120,15% terhadap beton dengan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam 10 – 20 mm dengan  $w/c = 0,5$ , dan menjadi 119,73% terhadap beton dengan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam 20 – 25 mm dengan  $w/c = 0,5$ .
4. Penggunaan agregat kasar batu pecah bergradasi seragam pada beton dengan *slump* yang tinggi lebih mudah menyebabkan terjadinya segregasi, sehingga dapat menurunkan nilai kuat tekan beton.

#### Daftar Pustaka

- American Society for Testing and Material, 1980, *Annual Book of ASTM Standard Part 14 Concrete and Mineral Agregat (including Manual of Aggregate and Concrete Testing)*, Philadelphia.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia, (SNI 03-2834), 2000, *Tata cara pembuatan rencana campuran Beton Normal*, Jakarta.
- British Standard Institution, 1975, (BS 812: Part 1 1975) *Method of Sampling and testing of mineral aggregates, sand and fillers*, London
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Andi, Yogyakarta
- SK-SNI-T-15-1990-03, 2003, *Tata Cara Pembuatan Beton Normal*