

## PERILAKU BETON NON-PASIR DENGAN AGREGAT BATU PECAH LIMBAH KERAJINAN

Ira Puspitasari<sup>1)</sup>, Harianto Zaidulfar<sup>2)</sup>  
Konstruksi Bangunan, Politeknik TEDC Bandung<sup>1) 2)</sup>  
Email: ira.smart@yahoo.co.id<sup>1)</sup>

### Abstrak

Kemajuan teknologi yang terjadi di Indonesia mengarahkan pembangunan infrastruktur pada penggunaan struktur ringan dengan material lokal sebagai penunjang. Penggunaan material ringan sebagai bahan pembentuk struktur akan mengurangi berat total dari suatu bangunan, sehingga mengurangi bagian pendukung dan pondasi, dalam hal ini juga akan mengurangi biaya konstruksi keseluruhan suatu bangunan. Salah satu material struktur yang sangat populer digunakan di seluruh dunia adalah beton. Keunggulan dari beton adalah sifatnya yang mudah dibentuk sesuai dengan keinginan dan kekuatannya yang tinggi. Beton berasal dari material alam yaitu kerikil dan pasir yang dikenal dengan istilah agregat kasar dan agregat halus. Pada umumnya, penggunaan agregat pada beton konvensional masih menggunakan bahan-bahan alam yang jumlahnya terbatas. Pemanfaatan material batuan alami dalam jumlah yang besar dan terus menerus dapat mengancam kelestarian alam. Terkait hal ini maka penelitian beton non pasir ini menggunakan material yang berasal dari limbah industri rumahan, diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu solusi dalam mengurangi kerusakan ekosistem. Setelah melakukan observasi ke lapangan di daerah sekitar tempat tinggal peneliti, ternyata di sekitar 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. Keberadaan batu pecah limbah ini cukup melimpah dan pemanfaatannya belum banyak dilakukan, walaupun ada hanya sebatas sebagai pengeras jalan atau bahan urugan saja. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat batu pecah limbah ini sebagai agregat beton non pasir, dan bagaimana sifat-sifat beton non pasir dengan agregat batu pecah limbah kerajinan, baik beton segar dan juga beton yang sudah kering. Pengujian yang dilakukan terhadap batu pecah limbah berupa analisa saringan, berat satuan, berat jenis, serapan air dan keausan agregat. Dalam penelitian beton non pasir ini benda uji sebanyak 30 buah berupa silinder yang berukuran diameter 15 cm dan tingginya 30 cm, faktor air semen (fas) 0,40 serta perbandingan adukan semen : agregat terdiri dari 6 variasi, yaitu 1:5, 1:6, 1:7, 1:8, 1:9 dan 1:10, dengan harapan dapat diketahui sifat-sifat teknis beton non pasir, meliputi : berat jenis, volume rongga, kuat tekan dan modulus elastisitasnya. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

**Kata Kunci:** perilaku, beton non-pasir, agregat, batu pecah limbah kerajinan.

### I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang terjadi di Indonesia mengarahkan pembangunan infrastruktur pada penggunaan struktur dengan material ringan tanpa mengurangi kekuatan. Penggunaan material ringan sebagai bahan pembentuk struktur akan mengurangi berat total dari suatu bangunan, sehingga mengurangi bagian pendukung dan pondasi dalam hal ini juga akan mengurangi biaya konstruksi keseluruhan suatu bangunan ( I.B. Dharma Giri, dkk, 2008 ).

Salah satu material struktur yang sangat populer digunakan di seluruh dunia adalah beton. Keunggulan dari beton adalah sifatnya yang mudah dibentuk sesuai dengan keinginan dan kekuatannya yang tinggi. Disamping itu, material penyusun beton sangat mudah ditemukan. Pada umumnya campuran beton terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, dan semen. Sebagai agregat kasar biasanya digunakan batu pecah atau biasa disebut batu kali.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat akan beton, maka apabila

kita tinjau beton khusus sebagai alternatif disamping beton normal, kenyataannya sudah cukup berkembang. Perkembangan beton ringan saat ini dapat dicapai jenis beton dengan tiga cara, yaitu mulai dari penanganan agregat kasar sampai dengan matriknya, dimana secara ringkas, grup beton ringan terdiri atas : Beton Non-Pasir (*No-fines concrete*), Beton dengan Agregat Ringan (*Lightweight Aggregate*), dan Beton dengan banyak gelembung udara (*Aerated Concrete*), (Munaf R Dicky, 2001).

Dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat akan beton ringan yang ekonomis serta ramah lingkungan maka beton ringan diperoleh dengan beton non pasir (*No- Fines Concrete*). Beton Non Pasir (*No Fines Concrete*) adalah bentuk sederhana dari beton ringan yang dapat dicapai dengan menghilangkan fraksi agregat halus dalam adukan beton normal. Ketidakadaan agregat halus di dalam adukan beton akan dihasilkan suatu sistem distribusi udara yang sama, yang memasuki massa beton (Raju N. K, 1983).

Selain itu beton non-pasir juga mempunyai bobot yang lebih ringan dan baik sekali difungsikan untuk bahan isolasi panas (Raju N.K, 1983). Tidak adanya agregat halus, yang seharusnya diselimuti oleh pasta semen, maka kebutuhan semen menjadi berkurang, kebutuhan semen pada beton non-pasir sekitar 70 kg sampai 130 kg per meter kubik beton, sehingga biaya dapat lebih ekonomis. (Raju N.K, 1983).

Pada umumnya, penggunaan agregat pada beton konvensional masih menggunakan bahan-bahan alam yang jumlahnya terbatas. Pemanfaatan material ini dalam jumlah yang besar dan terus menerus dapat mengancam kelestarian alam. Benda padat buangan / limbah, kemungkinan pemanfaatannya untuk dipakai sebagai pengganti agregat dalam pembuatan beton, sebenarnya bukanlah suatu konsep yang baru, bahkan pada masa – masa terakhir ini sering dibicarakan dan tampak meningkat kebutuhannya. Sebelum barang-barang bekas / limbah buangan tersebut dipakai, maka perlu dipertimbangkan (diteliti) dulu terhadap hal-hal sebagai berikut (Tjokrodinuljo K, 2004) :

- a. Tinjauan ekonomi, apakah tidak lebih mahal dari pada agregat biasa.
- b. Tinjauan sifat teknis, apakah secara teknis dapat dipakai.

Barang buangan limbah, kadang-kadang memerlukan biaya yang tidak sedikit jika harus dipilih/dipisahkan dari bahan yang lain atau dari kotoran yang melekat. Setelah melakukan observasi ke lapangan di daerah sekitar tempat tinggal peneliti, ternyata di sekitar Kota Cimahi tepatnya di 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 untuk beton non-pasir. Melihat potensi ini maka direncanakan melakukan penelitian beton non-pasir dengan agregat dari batu pecah limbah kerajinan.

Penelitian ini dilakukan terkait dengan bidang keahlian teknik sipil, dimana didalamnya terdapat rekayasa bahan, jadi penelitian ini dapat dikategorikan sebagai bidang Teknologi Material Maju. Hasil penelitian sangat berpotensi untuk adanya diversifikasi bahan dengan pemanfaatan material lokal di wilayah kerja jasa konstruksi.

## II. LANDASAN TEORI

### Beton Non-Pasir

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). Untuk mengurangi beban mati suatu struktur beton atau mengurangi sifat penghantaran panasnya (sebagai bahan isolasi panas) maka telah banyak dipakai beton ringan. Beton disebut sebagai beton ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg/m<sup>3</sup>. Pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Tjokrodinuljo, 2004).

- a. Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semen (*Air entrained concrete atau Aerated Concrete*).
- b. Dengan menggunakan agregat ringan (*light weight aggregate*).
- c. Dengan beton non-pasir, yaitu pada waktu pembuatan beton tidak memakai pasir, tetapi hanya kerikil, semen dan air saja (*No-Fines Concrete*).

Beton Non Pasir (*No-Fines Concrete*) adalah bentuk sederhana dari beton ringan yang dapat dicapai dengan menghilangkan fraksi agregat halus dalam adukan beton normal. Ketidak adaan agregat halus di dalam adukan beton akan dihasilkan suatu sistem distribusi udara yang sama, yang memasuki massa beton (Raju N. K, 1983). Keuntungan penggunaan beton non-pasir adalah kemampuan dalam menahan panas, kecepatan pembangunan beton, penyusutan dan kepadatan yang rendah, dan tidak mudah terjadi *segregasi*, serta saat pengecoran dapat dijatuhkan dari ketinggian tertentu dengan memakai peralatan khusus.

Selain itu beton non-pasir juga mempunyai bobot yang lebih ringan dan baik sekali difungsikan untuk bahan isolasi panas (Raju N.K, 1983). Tidak adanya agregat halus, yang seharusnya diselimuti oleh pasta semen, maka kebutuhan semen menjadi berkurang, kebutuhan semen pada beton non-pasir sekitar 70 kg sampai 130 kg per meter kubik beton, sehingga biaya dapat lebih ekonomis. (Raju N.K, 1983).

### Bahan Bahan Penyusun Beton

#### 1. Air

Air yang dipakai untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, larutan asam, garam-garam, alkali, dan bahan-bahan organik maupun bahan-bahan lain yang dapat merusak / mengurangi kekuatan beton dan / atau baja tulangan (Satriana S, 2004). Dalam pembuatan beton, air diperlukan untuk (Tjokrodinuljo K, 2004 dalam Misdarpon Deddy, 2004):

- 1) Bereaksi dengan semen Portland
- 2) Menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang, dan dipadatkan)

Air dalam kondisi normal adalah air yang memenuhi persyaratan sebagai air minum. Air yang memenuhi persyaratan sebagai air

minum, memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton (tetapi tidak berarti air untuk campuran beton harus memenuhi standar persyaratan air minum) (Tjokrodimuljo K, 2004 dalam Misdarpon Deddy, 2004).

2. Semen Portland (PC)  
Unsur-unsur pokok semen terdiri dari kapur, silika, alumina, dan oksida besi adalah merupakan bahan / senyawa kimia dan penyusun utama semen dengan persentasi seperti pada tabel 2.1 (Nevile, 1987). Menurut Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam, SK SNI S-04-1989-F, Semen Portland (SP) adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan gips sebagai bahan pembantu.
3. Agregat Batu Pecah Limbah Kerajinan  
Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. (Tjokrodimuljo K, 2004). Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah (misalnya kerikil) atau dapat pula diperoleh dengan cara memecah batu alam, membakar tanah liat, dan sebagainya. (Tjokrodimuljo K, 2004). Berdasarkan beratnya, agregat dapat dibedakan menjadi 3 kelompok, yaitu :
  - 1) Agregat dengan berat jenis normal (*Normal density*)
  - 2) Agregat dengan berat jenis rendah (*Light weight density*)
  - 3) Agregat dengan berat jenis tinggi (*Hight density*)

Benda padat buangan / limbah, kemungkinan pemanfaatannya untuk dipakai sebagai pengganti agregat dalam pembuatan beton, sebenarnya bukanlah suatu konsep yang baru, bahkan pada masa – masa terakhir ini sering dibicarakan dan tampak meningkat kebutuhannya.

Sebelum barang-barang bekas / limbah buangan tersebut dipakai, maka perlu dipertimbangkan (diteliti) dulu terhadap hal-hal sebagai berikut (Tjokrodimuljo K, 2004 dalam Misdarpon Deddy, 2004) :

- a. Tinjauan ekonomi, apakah tidak lebih mahal dari pada agregat biasa.
- b. Tinjauan sifat teknis, apakah secara teknis dapat dipakai.

Agregat batu pecah limbah kerajinan ini terletak di daerah Cipatat Padalarang Kabupaten Bandung Barat. Didaerah Cipatat banyak sekali pengrajin dengan bahan dasar batuan. Limbah yang dihasilkan dari industri ini berupa batu pecah dengan ukuran yang beraneka ragam. Limbah ini menumpuk begitu saja, padahal secara fisik bisa dimanfaatkan untuk kegiatan lain yang memiliki nilai ekonomis. Berdasarkan

penelitian sebelumnya, bahwa batu berangkal kapur bisa dijadikan sebagai agregat pada beton non pasir, maka melihat karakteristik fisiknya batu pecah limbah kerajinan ini bisa dijadikan sebagai agregat pengganti pada beton non pasir.

**Perencanaan Adukan Beton**

Bila dibandingkan dengan beton normal, pembuatan beton non pasir dapat lebih efisien karena hanya memerlukan semen sedikit, yaitu pasta semen hanya diperlukan untuk melapisi permukaan butir-butir kerikil saja. Semakin besar rasio agregat semen semakin rendah kuat tekan beton non pasir, serta semakin sedikit pasta semen yang ada, sehingga daya rekat antar agregat semakin lemah (Hadi C, 2003).

**Kebutuhan Bahan Beton Non-Pasir**

Perbandingan volume antara agregat dan semen berkisar antara 6 sampai 10. Pada nilai faktor air semen (fas) tetap, semakin besar rasio agregat semen berarti semakin sedikit pasta semennya. (Tjokrodimuljo K, 2004).

Beton non pasir yang dipakai untuk bagian non struktur biasanya dibuat dengan nilai fas 0,40 dan perbandingan volume semen : agregat = 1:10, dan kebutuhan semen portland sekitar 130 kg per meter kubik beton. Untuk struktur ringan yang dibuat dengan nilai fas 0,40 dan perbandingan volume semen : agregat = 1:5 , maka kebutuhan semen portland sekitar 290 kg per meter kubik beton. (Tjokrodimuljo K, 2004).

Sebelum pengadukan dilaksanakan, terlebih dahulu harus dihitung kebutuhan bahan-bahan penyusun beton non pasir, selanjutnya kebutuhan bahan ini diberi faktor aman tambahan bahan. Bahan bahan yang diperlukan yaitu : kerikil, semen, dan air, dihitung dengan cara persamaan sebagai berikut (Tjokrodimuljo K, 2004) :

1. Bahan adukan untuk 1m<sup>3</sup> beton non pasir.  
Perbandingan volume semen:agregat=1:A  
Berat beton non pasir 1m<sup>3</sup> = W btn.  
Perbandingan berat semen – agregat = 1.25 : A (y sat.agr ) = 1 : A(y sat.agr ) / 1.25.  
Perbandingan berat air – semen = 0.4 : 1.  
Perbandingan berat air – semen – agregat = 0.4 : 1 A(y sat.agr ) / 1.25.

$$\text{Total} = \frac{1.4 + A(Y \text{ sat. agr})}{1.25} \dots\dots\dots(1)$$

Untuk 1m<sup>3</sup> beton non pasir dibutuhkan bahan :

Air  $\frac{0.40}{(1.4 + \frac{A(Y \text{ sat. agr})}{1.25})} \times W \text{ btn} \dots\dots\dots(2)$

Semen  $\frac{1}{(1.4 + \frac{A(Y \text{ sat. agr})}{1.25})} \times W \text{ btn} \dots\dots\dots(3)$

Agregat  $\frac{A(Y \text{ sat. agr}) / 1.25}{(1.4 + \frac{A(Y \text{ sat. agr})}{1.25})} \times W \text{ btn} \dots\dots\dots(4)$

- Bahan adukan untuk 5 silinder beton non pasir  
 Volume 1 adukan = Volume 5 silinder beton non pasir  
 $V_{lad} = 5 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \times (1,5)^2 \times 3 \text{ dm}^3 = 26,5 \text{ dm}^3$   
 K = Faktor koreksi adalah faktor keamanan jumlah bahan ( = 1.10 – 1.40)  
 Berat agregat batu berangkal kapur satu adukan ( $W_{agr lad}$ ) = ..... (kg)  
 Berat semen satu adukan ( $W_{smn lad}$ ), .... (kg)  
 Berat air satu adukan ( $W_{air lad}$ ), ..... (kg)

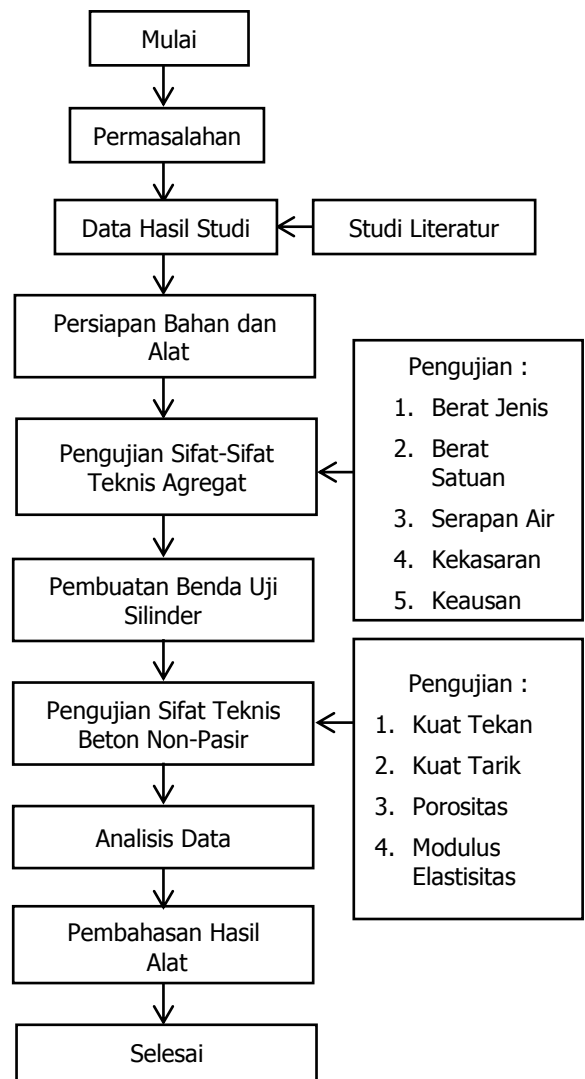
**Efisiensi Pemanfaatan Batu Pecah Limbah Kerajinan.**

Pemanfaatan batu pecah limbah kerajinan, tidak terlepas dari prinsip pembangunan secara ekologis, artinya melakukan suatu upaya mengurangi dampak lingkungan, akibat proses global industrialisasi terhadap salah satu mineral batuan yang secara langsung menimbulkan permasalahan lingkungan, kesehatan, pencemaran serta nilai ekologis suatu wilayah. Batu pecah limbah kerajinan sebagai suatu material sisa pahatan kerajinan, diyakini memiliki entropi yang rendah, walaupun sesungguhnya masih dapat diproses menjadi material halus, selain dibentuk menjadi butir – butir agregat. Secara teknis ada beberapa patokan untuk mempertimbangkan pemanfaatan suatu bahan (batuan) untuk bangunan, diantaranya adalah (Frick H & Keosmartadi CH, 1999):

- Bahan bangunan tidak boleh mengalami perubahan transformasi yang mempengaruhi keseimbangan keadaan entropi
- Perubahan transformasi yang dialami oleh suatu bahan bangunan tidak boleh mendahului pembaruan / pertumbuhan kembali oleh alam.

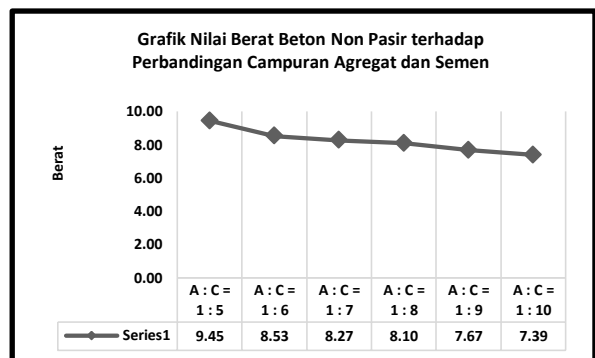
Efisiensi pemanfaatan batu pecah limbah kerajinan, selain mempertimbangkan faktor ekonomi, bisnis dan peningkatan bidang profesional Teknik Sipil, juga adanya perhatian khusus terhadap kemungkinan pencemaran lingkungan.

**III. METODE PENELITIAN**



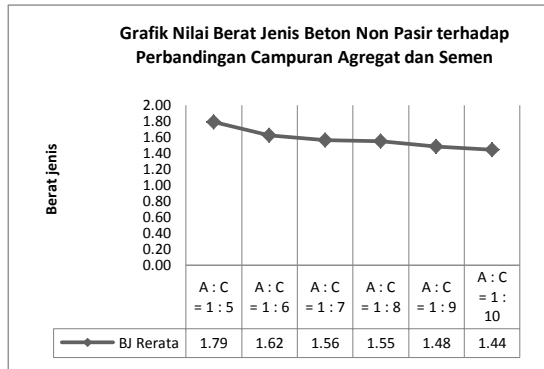
**Gambar 1.** Diagram Alir

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

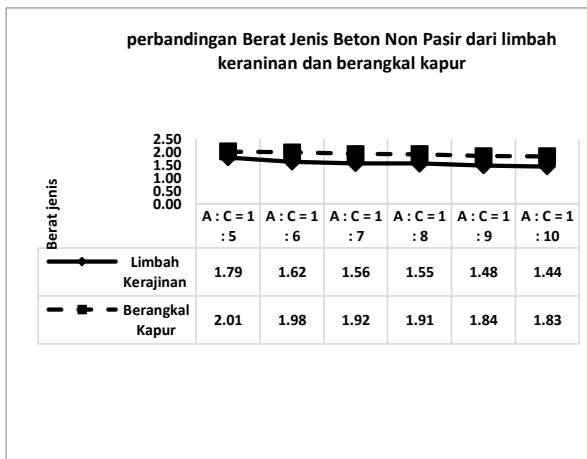


**Gambar 2.** Grafik nilai berat beton non pasir terhadap perbandingan campuran agregat dan semen

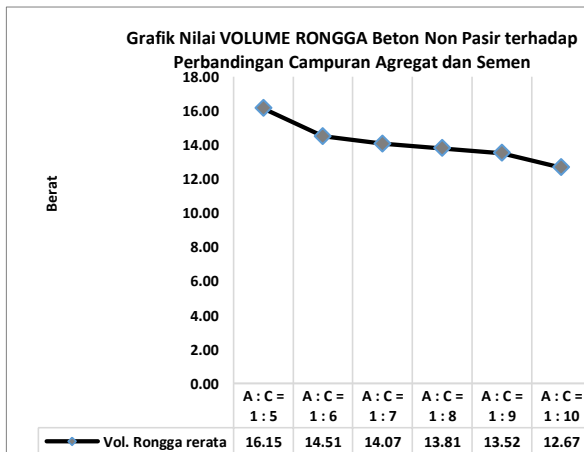
Berdasarkan grafik di atas semakin besar proporsi campuran agregat maka berat beton semakin kecil.



**Gambar 3.** Grafik nilai berat jenis beton non pasir terhadap perbandingan campuran agregat dan semen



**Gambar 4.** Grafik Perbandingan Berat Jenis Beton Non Pasir dari Limbah Kerajinan dan Berangkal Kapur



**Gambar 5.** Grafik nilai volume rongga beton non pasir terhadap perbandingan campuran agregat dan semen

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan hasil pengujian teknis agregat kasar dari batu limbah diperoleh berat jenisnya masuk dalam kategori agregat ringan
2. Saat pembuatan beton, nilai slump sama dengan 0, sesuai dengan hipotesis awal, dan nilai slump untuk beton tidak normal
3. Kuat tekan optimum diperoleh pada campuran 1:5 dengan nilai 3,68 MPa
4. Kontribusi dari penelitian ini adalah pengembangan material alternative yang bisa menggantiagn agregat alam penyusun beton

### Saran

Saran penulis untuk penelitian selanjutnta adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian ini untuk mendapatkan hasil uji sifat teknisbeton yang lebih baik harus dilakukan uji kuat tekan, uji tegangan regangan dan modulus elastisitas.
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya ditambah uji pola retak dan diperbanyak variasi benda uji supaya diperoleh data yang lebih valid.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1999, *Petunjuk Praktikum, Teknologi Beton*, Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Anonim, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI - 1982)*, Departemen Pekerjaan Umum, Dit.Jen Cipta Karya, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Anonim, 1994, *Tata cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan (SNI 03-3449-1994)*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Frick H, & Koesmartadi CH, 1999, *Seri Konstruksi Arsitektur 9 Ilmu Bahan Bangunan, Eksploitasi, Pembuatan, Penggunaan, dan Pembuangan*, Penerbit Kanisius, Soegija pranata, University Press, Yogyakarta.
- Raju N K, 1983, *Design of Concrete Mixes*, CBS Publishers & Distributors, 485, Jain Bhawan, Bhol Nath Nagor, Shandra, Delhi - 11032 India Second Edition.
- Satriana S, 2004, Tugas Akhir, *Penggunaan Batu Gamping Non Klasik Lunak (Keprus) ukuran 5-10mm Sebagai Agregat dalam Pembuatan Beton Non Pasir*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Hadi C, 2003, *Beton Non Pasir dengan Agregat Batu Kapur asal Klaten ukuran 10mm - 20mm*, Program S.1 Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,  
Yogyakarta.  
Sumarmasto, 2001, Tesis, *Panjang Penyaluran  
Pada Beton Ringan Tanpa Pasir dengan  
Agregat Lempung Bekah dari Cilacap,*

Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah  
Mada, Yogyakarta.  
Tjokrodinuljo K, 2004, *Teknologi Beton*, Jurusan  
Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas  
Gadjah Mada, Yogyakarta.