

PENGARUH PERBANDINGAN AGREGAT HALUS DENGAN AGREGAT KASAR TERHADAP *WORKABILITY* DAN KUAT TEKAN BETON

Arusmalem Ginting

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta
Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 55231 Telp/Fax . (0274) 543676
agintingm@yahoo.com

ABSTRACT

Aggregates generally occupy 70% to 80% by volume of concrete so it has important influence to concrete properties. The proportion of fine aggregate and coarse aggregate in the concrete mix required to obtain a good combined aggregate gradation. Good proportion of fine aggregate and coarse aggregate is in accordance with the standard curve of the combined aggregate gradation as the Concrete Mix Design Procedure. The most important properties of hardened concrete is compressive strength and the most important properties of fresh concrete is workability. Based on these problems, the research about influence of fine aggregate to coarse aggregate ratio to workability and compressive strength of concrete was carried out.

The ratio of the mixture used for 1 m³ of concrete was 356 kg cement: 842 kg sand: 1093 kg split, and water cement ratio (wcr) 0.52. Variation of fine aggregate to coarse aggregate weight ratio used is 0%: 100%, 30%: 70%, 35%: 65%: 40%: 60%, 43.5%: 56.5%, 45%: 55% , 50%: 50%, 55%: 45%, 60%: 40%, 65%: 35%, 70%: 30%, and 100%: 0%. There were 3 specimens of each variation and the total of specimens were 36. The samples used in this research were concretes cylinder 150 mm x 300 mm. Concrete compressive strength testing was carried out at 28 days concrete age.

From the results of this study, it can be concluded that reduction of sand and addition of split can increase workability. Addition of sand and reduction of split can decrease workability. Ratio of fine aggregate (sand) to coarse aggregate (split) affects the compressive strength of concrete although water cement ratio (wcr) fixed. Ratio of fine aggregate (sand) to coarse aggregate (split) affects the unit weight of the concrete.

Keywords: *ratio of aggregate, workability, compressive strength.*

PENDAHULUAN

Berdasarkan SNI 03-2834-1993, beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.

Kekuatan beton umumnya dianggap sebagai sifat yang paling penting, walaupun dalam banyak kasus karakteristik lain, seperti daya tahan, impermeabilitas dan stabilitas volume, mungkin sebenarnya lebih penting. Namun demikian, kekuatan biasanya memberikan gambaran keseluruhan dari kualitas beton (Neville dan Brooks, 2010).

Berdasarkan SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah: faktor air semen dan kepadatan, umur beton, jenis

semen, jumlah semen, dan sifat agregat (Tjokrodinuljo, 1996).

Agregat umumnya menempati 70% sampai 80% dari volume beton sehingga memiliki pengaruh penting terhadap sifat-sifat beton. Agregat adalah bahan butiran, sebagian besar berasal dari batu alam (batu pecah, atau kerikil alami) dan pasir, meskipun bahan sintesis seperti *slags* dan *expanded clay* atau *shale* digunakan sampai batas tertentu, terutama pada beton ringan. Selain penggunaannya sebagai pengisi yang ekonomis, agregat umumnya menghasilkan beton dengan stabilitas dimensi yang lebih baik dan tahan aus (Mindess dkk, 2003).

Perbandingan antara berat agregat halus dan agregat kasar pada campuran beton diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Perbandingan agregat halus dan agregat kasar yang baik adalah perbandingan yang dapat masuk ke dalam kurva standar seperti yang terdapat pada Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton. Proporsi berat agregat

halus terhadap berat agregat total diperoleh berdasarkan: butir maksimum agregat kasar, nilai *slump*, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus. Berat agregat kasar diperoleh dari berat agregat total dikurangi berat agregat halus.

Terlalu tinggi nilai perbandingan volume antara agregat kasar terhadap agregat halus dapat mengakibatkan segregasi dan *workability* yang rendah, campuran kasar dan tidak mudah dalam penyelesaian. Sebaliknya, terlalu banyak agregat halus menyebabkan *workability* tinggi, tetapi campuran yang kelebihan pasir membuat rendah daya tahan beton (Neville dan Brooks, 2010).

Menurut Tjokrodinuljo (1996), kemudahan pengerjaan (*workability*) merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan maupun sifat bahan-bahan itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton segar. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain:

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Makin banyak air dipakai makin mudah beton segar itu dikerjakan.
2. Penambahan semen kedalam campuran juga memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai faktor air semen tetap.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.
5. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan dikerjakan.
6. Cara pemadatan adukan beton menentukan sifat pengerjaan yang berbeda. Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan.

Tingkat kemudahan pengerjaan berkaitan erat dengan tingkat kelecakan (keenceran) adukan beton. Makin cair adukan makin mudah cara

pengerjaannya. Untuk mengetahui tingkat kelecakan adukan beton biasanya dilakukan dengan percobaan *slump*. Makin besar nilai *slump* berarti adukan beton semakin encer dan ini berarti semakin mudah dikerjakan. Pada umumnya nilai *slump* berkisar antara 5 dan 12,5 cm (Tjokrodinuljo 1996).

Workability Factor (WF) adalah persentase agregat gabungan yang melewati saringan No 8 (2,36 mm). Kuat tekan beton meningkat dengan peningkatan *Workability Factor* (WF) sampai batas tertentu, setelah itu kekuatan mulai menurun secara terbalik. Hal ini mungkin disebabkan oleh fakta bahwa, partikel agregat halus diperlukan untuk mengisi rongga antar partikel-partikel agregat kasar. Tapi setelah batas tertentu, ketika jumlah partikel agregat halus lebih tinggi dari yang dibutuhkan campuran akan menjadi kelebihan pasir. Oleh karena itu, harus ada batasan *Factor Workability* yang cocok untuk mendapatkan kekuatan yang lebih tinggi (Ashraf dan Noor, 2011).

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh perbandingan agregat halus dengan agregat kasar terhadap *workability* dan kuat tekan beton.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari: semen, agregat halus (pasir) dari Kali Progo yang merupakan pasir kasar (daerah I), dan agregat kasar (*split*) dengan ukuran maksimum 40 mm dari Clereng Kulon Progo.

Perbandingan campuran yang digunakan berdasarkan *mix design* untuk 1 m³ beton adalah 356 kg semen : 842 kg pasir : 1093 kg *split*, dan dengan faktor air semen (fas) 0,52. Berdasarkan *mix design* didapat perbandingan berat pasir dan *split* 43,5 % : 56,5 %, berat total agregat 1935 kg/m³, dan berat jenis beton 2475 kg/m³.

Variasi perbandingan berat agregat halus dan agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah 0% : 100%; 30% : 70%; 35% : 65%; 40% : 60%, 43,5% : 56,5 %; 45% : 55%; 50% : 50%; 55% : 45%; 60% : 40%; 65% : 35 %, 70% : 30 %, dan 100% :

0%. Jumlah masing-masing benda uji setiap variasi adalah 3 buah, dan dengan jumlah total benda uji sebanyak 36 buah.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa jenis pengujian, diantaranya adalah: pengujian nilai *slump* beton segar, pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari, dan pengujian berat volume beton.

Penelitian ini menggunakan alat-alat utama sebagai berikut: beton molen digunakan untuk mencampur dan mengaduk beton, *compression machine* digunakan untuk menguji kuat tekan beton.

Benda uji pada penelitian mengacu pada SNI 03-1974-1990. Cetakan benda uji berupa silinder dengan diameter 152 mm dan tinggi 305 mm. Cetakan diisi dengan adukan beton dalam 3 lapis, setiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata, setelah itu permukaan beton diratakan dan ditutup dengan bahan kedap air. Setelah 24 jam cetakan dibuka dan benda uji dikeluarkan lalu direndam dalam bak perendam berisi air pada temperatur 25° C.

Pengujian kuat tekan beton mengacu pada SNI 03-1974-1990. Prosedur pengujian melalui tahapan sebagai berikut:

- Benda uji diletakkan sentris pada mesin tekan.
- Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban antara 2 sampai 4 kg/cm² per detik.
- Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur.
- Beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat.
- Kuat tekan beton dihitung dari besarnya beban persatuan luas.

Tabel 1. Benda uji silinder beton

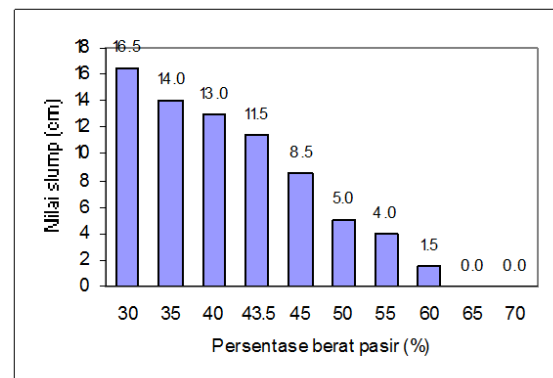
| Perbandingan berat pasir : <i>split</i> | Perbandingan campuran | | | Jumlah benda uji |
|---|-----------------------|------------|-------------------|------------------|
| | Semen (kg) | Pasir (kg) | <i>Split</i> (kg) | |
| 0% : 100% | 356 | 0 | 1935 | 3 |
| 30% : 70% | 356 | 580,5 | 1354,5 | 3 |
| 35% : 65% | 356 | 677,3 | 1257,8 | 3 |
| 40% : 60% | 356 | 774,0 | 1161,0 | 3 |
| 43,5% : 56,5 % | 356 | 841,7 | 1093,3 | 3 |
| 45% : 55% | 356 | 870,8 | 1064,3 | 3 |
| 50% : 50% | 356 | 967,5 | 967,5 | 3 |
| 55% : 45% | 356 | 1064,3 | 870,8 | 3 |
| 60% : 40% | 356 | 1161,0 | 774,0 | 3 |
| 65% : 35 % | 356 | 1257,8 | 677,3 | 3 |
| 70% : 30 % | 356 | 1354,5 | 580,5 | 3 |
| 100% : 0% | 356 | 1935 | 0 | 3 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai *slump* campuran beton dengan berbagai perbandingan berat agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) adalah seperti pada Tabel 2 dan Gambar 1 berikut ini.

Tabel 2. Nilai *slump*

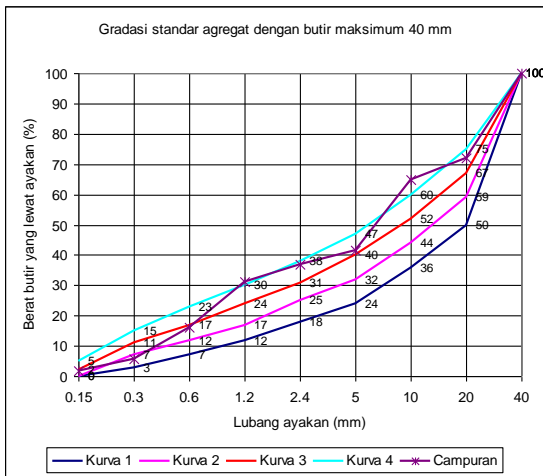
| No. | Pasir % | Split % | Nilai <i>slump</i> (cm) |
|-----|---------|---------|-------------------------|
| 1 | 30 | 70 | 16,5 |
| 2 | 35 | 65 | 14 |
| 3 | 40 | 60 | 13 |
| 4 | 43,5 | 56,5 | 11,5 |
| 5 | 45 | 55 | 8,5 |
| 6 | 50 | 50 | 5 |
| 7 | 55 | 45 | 4 |
| 8 | 60 | 40 | 1,5 |
| 9 | 65 | 35 | 0 |
| 10 | 70 | 30 | 0 |



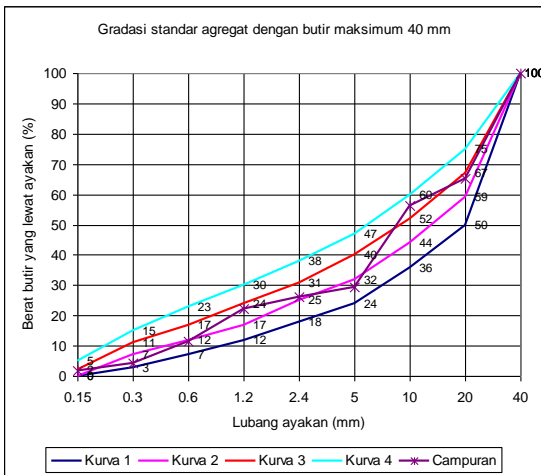
Gambar 1. Nilai *slump*

Perbandingan agregat halus (pasir) dengan agregat kasar (*split*) yang didapat dari *mix design* adalah 43,5% : 56,5% dan dengan gradasi agregat campuran seperti pada Gambar 2. Pada perbandingan berat pasir dengan *split* 30% : 70%, 35% : 65%, 40% : 60% terjadi pengurangan berat pasir dan peningkatan berat *split*, dan dengan gradasi agregat campuran seperti pada Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5. Dari Gambar 3, 4, dan 5 dapat dilihat bahwa pengurangan berat pasir dan peningkatan berat *split* mengakibatkan kurva gradasi agregat campuran bergerak ke bawah. Pengurangan berat pasir dan peningkatan berat *split* mengakibatkan adukan beton menjadi lebih kasar dan lebih mudah dikerjakan, sehingga nilai *slump*-nya lebih

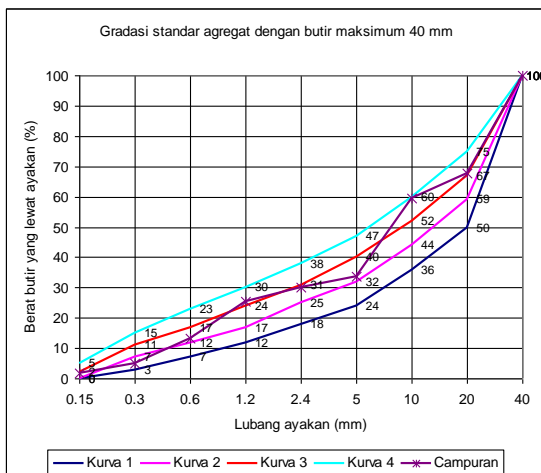
besar dari campuran sesuai *mix design* yaitu 43,5% pasir dan 56,5% *split*.



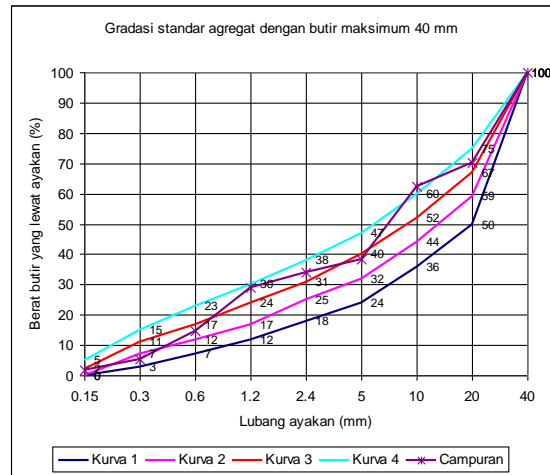
Gambar 2. Gradasi agregat campuran 43,5% pasir dan 56,5% *split*



Gambar 3. Gradasi agregat campuran 30% pasir dan 70% *split*



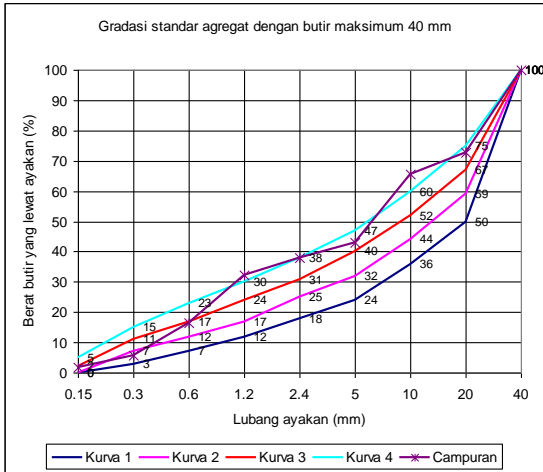
Gambar 4. Gradasi agregat campuran 35% pasir dan 65% *split*



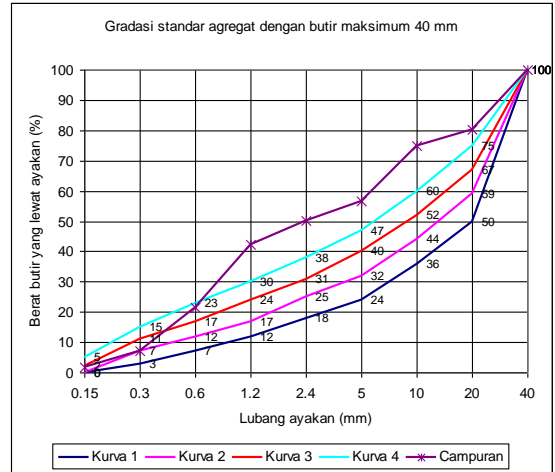
Gambar 5. Gradasi agregat campuran 40% pasir dan 60% *split*

Pada perbandingan berat pasir dengan *split* 45% : 55%, 50% : 50%, 55% : 45%, 60% : 40%, 65% : 35%, 70% : 30% terjadi peningkatan berat pasir dan pengurangan berat *split*, dan dengan gradasi agregat campuran seperti pada Gambar 6 sampai Gambar 11. Dari Gambar 6 sampai 11 dapat dilihat bahwa peningkatan berat pasir dan pengurangan berat *split* mengakibatkan kurva gradasi agregat campuran bergerak ke atas. Peningkatan berat pasir dan pengurangan berat *split* mengakibatkan adukan beton menjadi lebih halus, lebih kohesif, dan lebih sulit dikerjakan, sehingga nilai *slump*-nya lebih rendah dari campuran sesuai *mix design* yaitu 43,5% pasir dan 56,5% *split*.

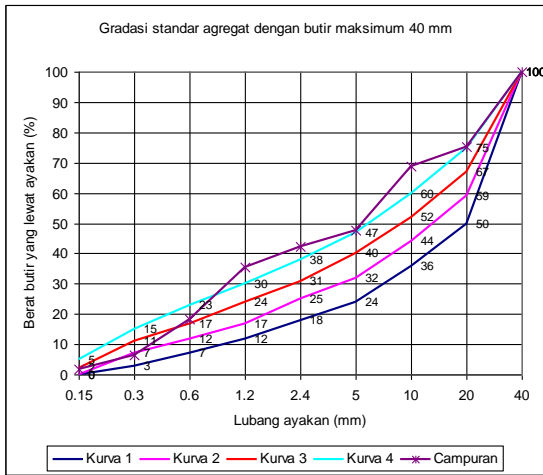
Dari hasil pengujian *slump* ini dapat disimpulkan bahwa pengurangan berat pasir dan penambahan berat *split* dari perbandingan campuran sesuai *mix design* dapat meningkatkan *workability*, dan penambahan berat pasir dan pengurangan berat *split* dari perbandingan campuran sesuai *mix design* dapat menurunkan *workability*.



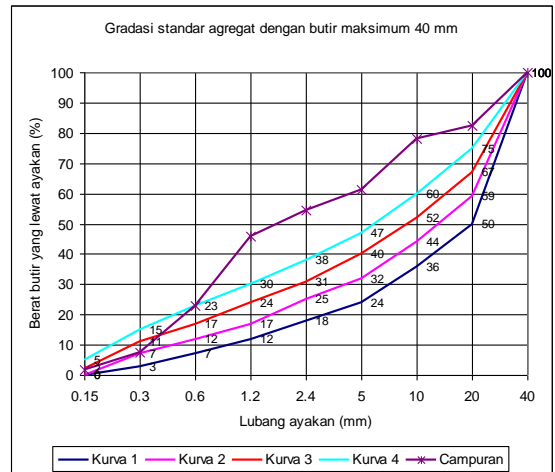
Gambar 6. Gradasi agregat campuran 45% pasir dan 55% *split*



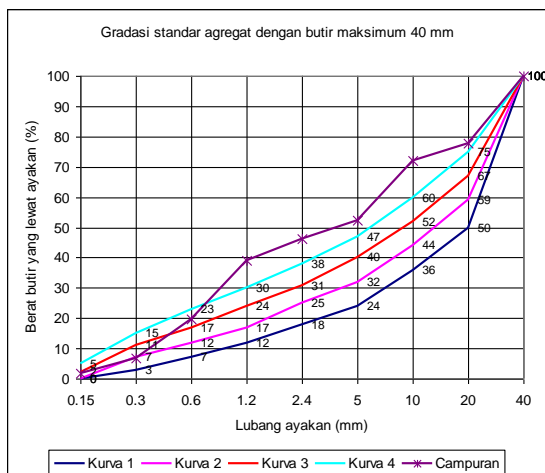
Gambar 9. Gradasi agregat campuran 60% pasir dan 40% *split*



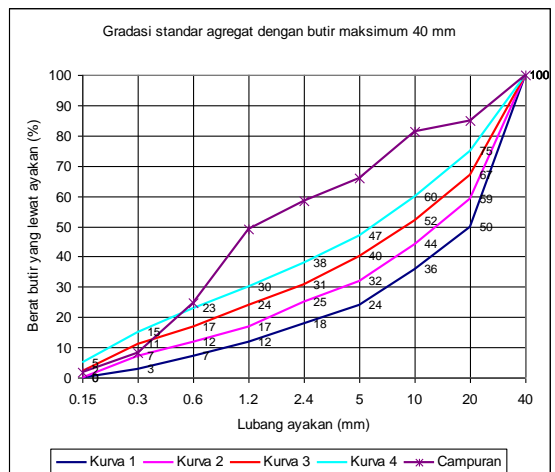
Gambar 7. Gradasi agregat campuran 50% pasir dan 50% *split*



Gambar 10. Gradasi agregat campuran 65% pasir dan 35% *split*



Gambar 8. Gradasi agregat campuran 55% pasir dan 45% *split*

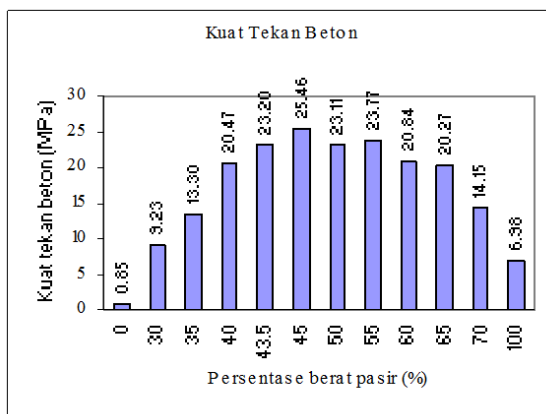


Gambar 11. Gradasi agregat campuran 70% pasir dan 30% *split*

Kuat tekan beton dengan berbagai perbandingan berat agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) adalah seperti Tabel 3 dan Gambar 12 berikut ini.

Tabel 3. Kuat tekan beton

| No. | Pasir % | Split % | Kuat tekan (MPa) |
|-----|---------|---------|------------------|
| 1 | 0 | 100 | 0,85 |
| 2 | 30 | 70 | 9,23 |
| 3 | 35 | 65 | 13,30 |
| 4 | 40 | 60 | 20,47 |
| 5 | 43,5 | 56,5 | 23,20 |
| 6 | 45 | 55 | 25,46 |
| 7 | 50 | 50 | 23,11 |
| 8 | 55 | 45 | 23,77 |
| 9 | 60 | 40 | 20,84 |
| 10 | 65 | 35 | 20,27 |
| 11 | 70 | 30 | 14,15 |
| 12 | 100 | 0 | 6,98 |



Gambar 12. Kuat tekan beton

Dari Tabel 3 dan Gambar 12 dapat dilihat bahwa kuat tekan beton tertinggi didapat pada perbandingan berat agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) dengan perbandingan tertentu, dalam hal ini didapat pada perbandingan 45% : 55%.

Perbandingan berat agregat halus (pasir) dengan agregat kasar (*split*) berdasarkan *mix design* adalah 43,5% : 56,5%. Dari hasil yang didapat juga dapat dilihat bahwa pada persentase pasir antara 40% - 65% masih didapat kuat tekan beton yang baik, tetapi dari persentase berat pasir antara 50% - 65%

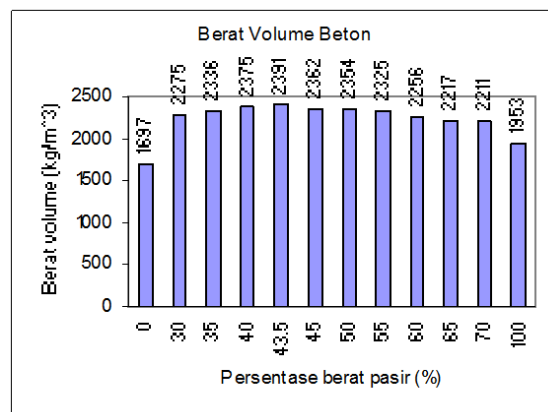
nilai *slump* kecil sehingga sulit untuk dikerjakan.

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa perbandingan berat agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) mempengaruhi kuat tekan beton walaupun faktor air semen (fas) tetap.

Berat volume beton dengan berbagai perbandingan berat agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) adalah seperti Tabel 4 dan Gambar 13 berikut ini.

Tabel 4. Berat volume beton

| No. | Pasir % | Split % | Berat volume (kg/m ³) |
|-----|---------|---------|-----------------------------------|
| 1 | 0 | 100 | 1697 |
| 2 | 30 | 70 | 2275 |
| 3 | 35 | 65 | 2336 |
| 4 | 40 | 60 | 2375 |
| 5 | 43,5 | 56,5 | 2391 |
| 6 | 45 | 55 | 2362 |
| 7 | 50 | 50 | 2354 |
| 8 | 55 | 45 | 2325 |
| 9 | 60 | 40 | 2256 |
| 10 | 65 | 35 | 2217 |
| 11 | 70 | 30 | 2211 |
| 12 | 100 | 0 | 1953 |



Gambar 13. Berat volume beton

Dari Tabel 4 dan Gambar 13 dapat dilihat bahwa berat volume beton tertinggi didapat pada perbandingan berat agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) sesuai dengan perbandingan pada *mix design* yaitu 43,5% : 56,5%.

Berat volume beton terendah didapat pada perbandingan berat agregat halus 100% atau beton non pasir. Karena beratnya kurang dari 1800 kg/m^3 maka beton non pasir ini merupakan salah satu jenis beton ringan.

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa perbandingan berat agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) mempengaruhi berat volume beton.

KESIMPULAN

1. Pengurangan berat pasir dan penambahan berat *split* dari perbandingan campuran sesuai *mix design* dapat meningkatkan *workability*.
2. Penambahan berat pasir dan pengurangan berat *split* dari perbandingan campuran sesuai *mix design* dapat menurunkan *workability*.
3. Perbandingan berat agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) mempengaruhi kuat tekan beton walaupun faktor air semen (fas) tetap.
4. Perbandingan berat agregat halus (pasir) dan agregat kasar (*split*) mempengaruhi berat volume beton

(pasir) dan agregat kasar (*split*) 0% :

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, SNI 03-2834-1993, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ashraf, W. B., Noor, M. A., 2011, *A Parametric Study For Assessing The Effects Of Coarseness Factor And Workability Factor On Concrete Compressive Strength*, International Journal Of Civil And Structural Engineering, Volume 1, No 4.
- Mindess, S., Young, J.F., Darwin, D., 2003, *Concrete*, Second Edition, Prentice Hall, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Neville, A.M., Brooks, J.J., 2010, *Concrete Technology*, Second Edition, Pearson Education Limited, Essex, England.
- Tjokrodinuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Buku Ajar, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.