

PEMANFAATAN SUPERPLASTICIZER PADA BETON RINGAN STRUKTURAL BERAGREGAT LIMBAH BOTOL PLASTIK JENIS PET (POLY ETHYLENE TEREPHTHALATE)

Pratiko

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Kampus Baru UI Depok 16425
Email: pratiko@ymail.com

Abstract

Selfweight of the structure is very dominant dwelling buildings to the earthquake load. The heavier building the greater of the inertia force due to self weight of the building. Own weight of concrete large enough to reach the density of 2400 kg/m³. Lightweight becomes an alternative to overcome the problem of its own weight because it has a density around 1700 kg/m³. Structural lightweight concrete category has the strength required more than 175 kg/cm². This lightweight aggregate is obtained from waste plastic bottles that have a logo of PET. The plastic waste is the world's largest waste contributor and included into the class of materials that can not be described by the organism (non bio-degradable), and are durable (persistent) that does not rot. Plastic waste has a reduced weight and not easily change shape and waste PET plastic bottles (Poly Ethylene Terephthalate) can be used as coarse aggregate. This research is to find what is the ratio of the mixture of cement, coarse aggregate and fine aggregates and water along with oxygen enhancer admixture or additive that is suitable for the manufacture of lightweight structural concrete. Superplasticizer and silica fume is needed. A cylindrical test object to obtain the physical properties and mechanical properties of structural lightweight concrete

Keywords: Lightweight Concrete, Waste PET plastic bottle, Weight own, lightweight aggregate.

Abstrak

Peranan berat sendiri didalam struktur bangunan gedung bertingkat sangatlah dominan terhadap beban gempa. Semakin berat bangunan maka semakin besar gaya inersia akibat berat sendiri bangunan. Berat sendiri beton yang cukup besar sampai mencapai berat jenis 2400 kg/m³. Beton ringan menjadi alternative untuk mengatasi masalah berat sendiri karena mempunyai berat jenis sekitar 1700 kg/m³. Kategori beton ringan struktural dituntut mempunyai kekuatan lebih dari 175 kg/cm². Agregat ringan ini diperoleh dari limbah botol plastik yang mempunyai logo PET. Sampah plastik adalah penyumbang sampah terbesar didunia dan termasuk kedalam golongan material yang tidak dapat diuraikan oleh organisme (non bio-degradable), serta bersifat tahan lama (persistent) yang tidak membusuk. Limbah plastik mempunyai berat yang ringan dan tidak mudah berubah bentuk dan limbah botol plastik PET (Poly Ethylene Terephthalate) dapat dijadikan agregat kasar. Penelitian ini mencari berapakah perbandingan campuran semen, agregat kasar dan halus dan air beserta zat penambah admixture ataupun additive yang sesuai untuk pembuatan beton ringan struktural. *Superplasticizer* dan *silica fume* sangat dibutuhkan. Benda uji yang berbentuk silinder untuk mendapatkan sifat fisis dan sifat mekanis dari beton ringan struktural

Kata kunci : Beton Ringan, Limbah botol plastik PET, Berat sendiri, agregat ringan.

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan pembentuk struktur bangunan yang terdiri dari campuran agregat kasar dan halus (alam atau buatan), semen (umumnya PC), dan air. Peranan berat sendiri didalam struktur bangunan gedung bertingkat sangatlah dominan khususnya bila dilakukan analisa terhadap beban gempa. Semakin berat bangunan maka semakin besar gaya inersia yang ditimbulkan akibat berat sendiri bangunan. Beton ringan menjadi salah satu alternative untuk mengatasi permasalahan

tersebut. Beton ringan mempunyai berat jenis sekitar 1700 kg/m³ (1,2). Berkurangnya berat sendiri beton sangat besar pengaruhnya dalam perencanaan bangunan gedung bertingkat.

Beton ringan menggunakan agregat ringan dengan porositas yang tinggi sehingga mempunyai berat jenis yang rendah. Agregat ringan ini hasil pengolahan limbah sesuai dengan syarat yang sudah ditetapkan (3). Dalam penelitian ini akan digunakan agregat ringan buatan berasal dari limbah botol plastik yang mempunyai logo PET. Sampah plastik

merupakan masalah bagi banyak negara di dunia ini, Indonesia sebagai negara berkembang mempunyai permasalahan yang kompleks dalam hal sampah, baik dari segi kesehatan, keindahan, dan kesejahteraan. Racun dari plastik ini terlepas pada saat terurai atau terbakar, sehingga tidak ada satu bakteripun yang dapat menguraikan sampah plastik ini.

Salah satu hal yang dapat dilihat langsung dari limbah ini adalah berat yang ringan dan tidak mudah berubah bentuk. Dari bahaya plastik bagi manusia maupun lingkungan, maka diadakan pengujian mengenai pemanfaatan limbah dari sampah botol plastik khususnya jenis PET (Poly Ethylene Terephthalate) sebagai bahan dasar pengganti agregat kasar pada bahan campuran beton ringan. Kategori beton ringan struktural dituntut mempunyai kekuatan lebih dari 175 kg/cm². Tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah : Menentukan perbandingan campuran semen, agregat kasar dari limbah botol plastik, agregat halus dan banyaknya air yang sesuai untuk pembuatan beton ringan struktural dengan memanfaatkan zat penambah. Sifat fisik dan sifat mekanik campuran beton ringan yang menggunakan bahan agregat limbah botol plastik ini harus memenuhi aspek beton ringan dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Manfaat Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi bagi masyarakat, industri dan pengembangan ilmu adalah: sebagai alternatif pemanfaatan limbah botol plastik pada beton ringan struktural dan dapat membuat struktur beton menjadi ringan sehingga cocok digunakan untuk daerah yang rawan gempa.

Masukan kepada para pelaksana pembuatan campuran beton untuk memilih bahan dengan agregat limbah botol plastik. Bagi masyarakat kampus hasil penelitian ini dapat sebagai kajian keilmuan untuk meneliti lebih lanjut mengenai beton modern atau beton ringan untuk bangunan gedung bertingkat.

Tahapan penelitian dibagi menjadi empat bagian utama yaitu persiapan dan pengujian bahan, penyusunan rancangan benda uji,

pembuatan dan pemeriksaan benda uji serta pembahasan dan analisa hasil pengujian. Tahap persiapan dimulai dari pembuatan agregat kasar dari limbah plastik, dilanjutkan dengan memanaskan dan mendinginkan serta pemecahan sehingga dihasilkan agregat kasar. Untuk uji berat jenis pada agregat kasar buatan PET didapat BJ SSD sebesar 1,338. Dengan nilai ini maka agregat tersebut dapat diklasifikasikan sebagai agregat ringan karena syarat BJ maksimum 2,4. Penyerapan air didapat rata-rata 2,64%, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 3%. Data ini akan digunakan untuk merancang campuran beton ringan yang menggunakan agregat batu apung sebagai agregat kasar.

Tahap ke dua sebelum dibuat benda uji terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap sifat fisik dan mekanik bahan yang akan digunakan. Dalam penelitian ini sifat kimiawi material tidak diuji. Adapun untuk menentukan komposisi campuran beton ringan menggunakan standard SNI dan modifikasi grafik untuk agregat dari limbah plastik.

Kebutuhan Beton per m³(Kg)

Semen+Silicafume 5%= 717,69kg ; Pasir = 459,86 kg; Air = 247,188Kg dan PET = 449,25 kg ; Superplasticizer yang mengambil dari berat air adalah 5%.

Langkah pembuatan beton ringan struktural dimulai dari 1.mix design sesuai mutu beton yang direncanakan. 2.siapkan mixer yang akan digunakan dan cuci dengan air sambil mesin dinyalakan selama ± 10 menit.dan masukkan agregat halus dan semen PC kedalam mixer. 3.masukkan air 50 % dari fas dan additive 50% sesuai dengan dosis yang disarankan. 4.Aduk selama ± 5 menit dan masukkan agregat PET. 5.masukkan sisa air sampai habis dan masukan additive yang terakhir dan aduk selama kurang lebih 5 menit.

METODE PENELITIAN

Setiap komposisi dibuat 25 buah untuk benda uji kuat tekan dan kuat tarik belah untuk setiap pengadukan. Benda uji beton ringan yang dibuat kemudian diuji sifat fisik dan

mekanismenya yang meliputi waktu ikat, slump, kuat tekan dan kuat tarik.

Pembuatan Benda Uji

Setelah selesai pencampuran/pengadukan mortar menggunakan komposisi bahan berdasarkan mix design adukan beton segar dimasukkan ke dalam cetakan berbentuk Silinder 30x15 cm dan berbentuk Silinder 20 x 10 cm. Pada tahapan ini juga dilakukan pengujian slump, pengujian waktu ikat dan pengujian berat isi beton ringan sesuai dengan SNI. Benda uji didiamkan selama ±24 jam setelah itu cetakan dibuka dan benda uji dirawat dengan cara direndam sesuai dengan SNI.

Pengujian Kekuatan

Setelah pembuatan benda uji kemudian dilakukan *caping* dan pengujian kekuatan tekan maupun kekuatan tarik. Alat yang digunakan mesin tekan beton dengan benda uji Silinder. Prosedur pengujian kekuatan tekan sesuai dengan SNI 03-1973-1990

Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data dengan cara menganalisa hubungan antara umur beton dengan kuat tekan yang optimal pada 28 hari.

Kuat Tarik: $\sigma_{tr} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot l \cdot d}$ Kg/cm² atau N/mm²

Dimana : ((ASTM C 496 - 90).

P = Beban maksimum (Kg)

l = Panjang benda uji (cm)

d = Diameter benda uji (cm)

Kuat tekan = $\frac{P_{max}}{A}$ (N/mm²)

Dimana : (ASTM C 39 - 94).

P_{max} = beban maksimum dalam Newton

A = luas bidang tekan benda uji mm²

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian yang kami lakukan mulai bulan Januari sampai Agustus 2010. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Bahan-bahan Penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Agregat halus jenis pasir Silika dari Dry Mix
- Semen Type 1
- Air tanah dari laboratorium
- Agregat buatan "PET"
- Superplasticizer Glenium BASF
- Silicafume

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkuman hasil pengujian sifat fisik dan mekanik Agregat disajikan pada Tabel 1. Mengenai berat isi beton ringan. Mengenai gradasi butiran dari agregat dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2. Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian slump flow untuk beton ringan ini yang didahului dengan uji coba. Hasil pengujian kuat tekan dan tarik dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10. Pembuatan beton ringan struktural untuk proses pengadukan beton ringan dilakukan hati-hati yang didahului oleh pembuatan mortar beton ringan. Selanjutnya adalah air. 50% pertama dari agregat PET dan admixture. Diakhiri dengan sisa agregat PET dan admixture. Campuran untuk beton ringan struktural beragregat PET yang didapatkan disini adalah : untuk setiap m³ beton ringan Semen+Silicafume 5%= 717,69kg ; Pasir = 459,86 kg; Air = 247,188Kg dan PET = 449,25 kg ; Superplasticizer yang mengambil dari berat air adalah 5%.

Agregat halus

angka kehalusan agregat halus 2.345 masih dalam batas yang diijinkan SKSNI S-04-1989-F yaitu 1.5 - 3.8. Sedangkan untuk sifat fisik yang lainnya memenuhi persyaratan SKSNI 04-1998-F.

Agregat Kasar

Hasil uji berat jenis pada agregat kasar buatan PET didapat BJ SSD sebesar 1,338. Dengan nilai ini maka agregat tersebut dapat diklasifikasikan sebagai agregat ringan karena syarat BJ maksimum 2,4. Penyerapan air

didapat rata-rata 2,64%, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 3%. Dari hasil pengujian agregat buatan PET diperoleh nilai berat isi lepas dan berat isi padat yang termasuk dalam jenis agregat ringan. Standar agregat ringan untuk agregat kasar antara 350-880 kg/m³. Sedangkan nilai voids rata-rata 47,195%. Nilai ini masih dalam batas teoritis yaitu maksimum 50%.

Beton Segar

Pembuatan beton ringan sedikit berbeda dengan beton normal sebagai akibat digunakannya agregat yang mempunyai berat jenis ringan mendekati 1. Didalam proses pengadukan hal ini terlihat dengan jelas dan karena berat jenis material lainnya baik semen ataupun pasir lebih berat dari pada agregat PET. Kesalahan pada proses pengadukan akan mengakibatkan agregat ringan akan mengapung diatas adukan beton Untuk hasil pengujian beton segar diambil dari pengadukan beton ringan yang sebelumnya dilakukan beberapa uji coba dari pengadukan.

Diantara hasil yang akan dibahas adalah : Nilai slump flow 55 cm (gambar 3) yang merupakan syarat agar beton dapat melakukan pemadatan tanpa menggunakan alat pemadat. Berat Isi = 1629,88 Kg/m³ Nilai ini masih dalam batas yang disyaratkan SNI. 03 – 3449 – 1994 yaitu untuk bobot isi maksimum beton ringan struktural sebesar 1850 kg/m³. Untuk waktu ikat bertambah menjadi 210 menit karena adanya penambahan admixture pada campuran tersebut gambar 8a dan 8b.

Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan mempunyai nilai bervariasi dari 18,-Mpa sampai 22,59 Mpa. Nilai rata-rata yang dicapai adalah 21,38 Mpa gambar 9. Nilai ini memang jauh bila dibandingkan dengan beton struktural yang menggunakan batu pecah berdiameter 10mm. Namun demikian kuat tekan yang dihasilkan masih diatas syarat beton struktural 17,5 Mpa.

Kuat Tarik Belah

Kekuatan tarik sebenarnya dapat diprediksi dari kuat tekan. Pada Gambar 10. hasil pengujian kuat tarik belah mempunyai nilai yang bervariasi. Kekuatan tarik belah ini tidak melebihi 10% dari kuat tekan beton ringan. Didapatkan kuat tarik belah adalah 1,74 Mpa.

KESIMPULAN

Dari perancangan beton ringan struktural dengan menggunakan metode pencampuran SNI beton normal mendapatkan hasil atau gambaran pembuatan beton ringan dengan agregat limbah plastik jenis PET . Beberapa koreksi diberikan sehubungan dengan hasil yang kurang sesuai,

1. Limbah botol plastic jenis PET dapat dijadikan sebagai pengganti agregat kasar beton ringan struktural yaitu melalui proses pemanasan, pendinginan dan pemecahan.
2. Pada proses pengadukan berbeda dengan cara yang terdapat pada beton normal. Pengadukan dimulai dari pemasukan agregat pasir dan semen. 50% air yang pertama dimasukkan kedalam mixer dan diikuti oleh additive 50% dan diaduk selama 5 menit. Sisa air dan additive dimasukkan kedalam mixer dan diaduk selama 5 menit. Agregat PET dimasukkan terakhir sedikit demi sedikit.
3. Dari penelitian ini didapatkan rasio perbandingan untuk campuran setiap m³ beton ringan struktural adalah Semen+Silicafume 5%= 717,69kg ; Pasir = 459,86 kg; Air = 247,188Kg dan PET = 449,25 kg ; Superplasticizer yang mengambil dari berat air adalah 5%
4. Kekuatan tekan yang dihasilkan adalah 21,38 Mpa sehingga beton ringan ini dapat dikategorikan sebagai beton ringan struktural.
5. Kekuatan tarik belah yang dihasilkan tidak lebih dari 10% kekuatan tekan , yaitu : 1,74 MPa
6. Nilai slump flow yang didapatkan adalah 55cm dan masuk pada kategori beton tanpa proses pemadatan manual.

SARAN

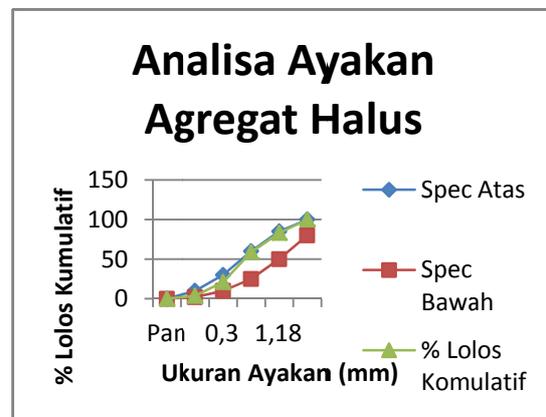
1. Pencampuran saat pengadukan beton ringan harus dilakukan dengan hati-hati dan bertahap (sedikit demi sedikit). Langkah-langkah dalam pengadukan harus diperhatikan dengan baik, karena pembuatan beton ringan lebih sulit dibandingkan dengan beton normal.
2. Sebaiknya menggunakan kompor gas dan teflon saat melelehkan botol plastik jenis PET karena kompor gas dapat menghantarkan panas lebih merata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SNI 03-3407-1994, *Metode pengujian berat isi beton ringan struktural* yang merupakan adopsi modifikasi
- [2] Standar Nasional Indonesia (SK SNI T 09-1993-03). *Tata Cara Perencanaan pembuatan Rencana Campuran Beton Ringan*.
- [3] *Campuran Beton Dengan Bahan Plastik*. Mulyono, Tri. 2004. Teknologi Beton. Yogyakarta.
- [4] Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- [5] Concrete Products with Waste's Plastic Material (Bottle, Glass,) , Pezzil L. University of "Calabria", Arcavacata di Rende (CS) – ITALY
<http://www.scientific.net/requestpaper/41708>. acces date 09-09-2008
- [6] Beton, Survey, Indonesia, 2003, Campuran Beton dengan Plastik, <http://Beton.com>, acces date 09-09-2007
- [7] Supartono FX,. 2005, *Kecenderungan Masa Depan Teknologi Beton Berkinerja tinggi*, Seminar Nasional & Pameran Building Successful Infrastructur Projects, Jakarta, 29 November 2005.
- [8] Pratikto 2007, *Kinerja Lentur Balok kayu dengan serat Polymer pada Lapisan bawah*, Laporan penelitian UP2M Politeknik Negeri Jakarta , 2007.
- [9] Pratikto 2009, *Beton Ringan ber-agregat Limbah botol plastik jenis PET (Poly Ethylene Terephthalate)*, Laporan

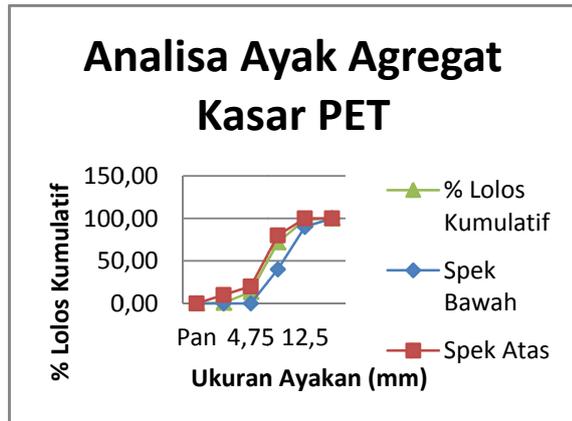
penelitian UP2M Politeknik Negeri Jakarta , 2009

- [10] SNI 03– 2384–2000 mengenai Tata Cara Pembuatan rencana Campuran Beton Normal.
- [11] American Sosity For Testing Material, 2005, Annual Book of Standard, ASTM C 39 – 94.
- [12] American Sosity For Testing Material, 2005, Annual Book of Standard, ASTM C 496 - 90).



Gambar 1. Analisa ayak Agregat halus

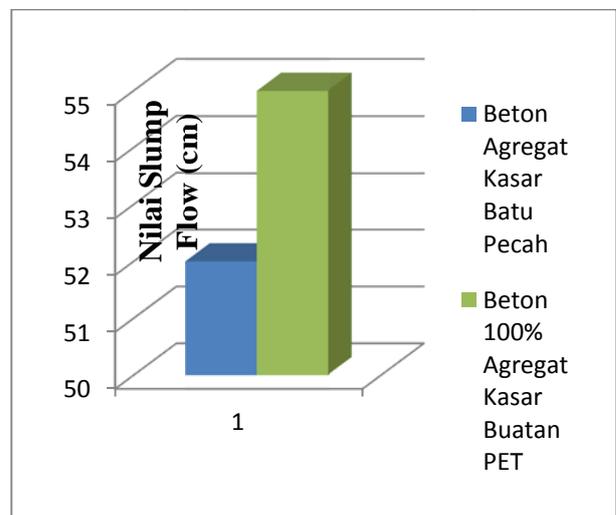




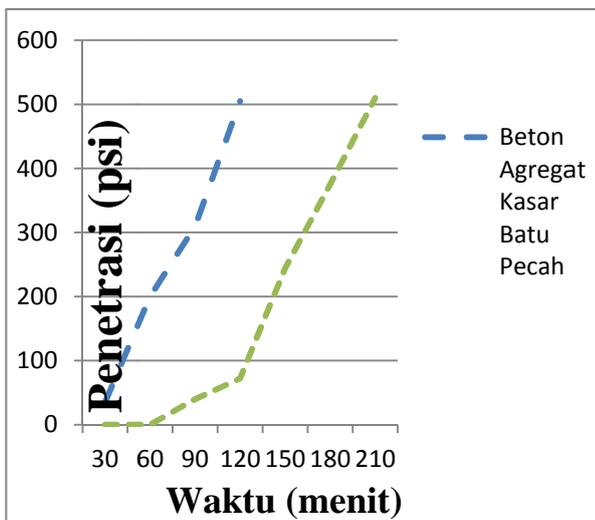
Gambar 2 Analisa ayak Agregat PET



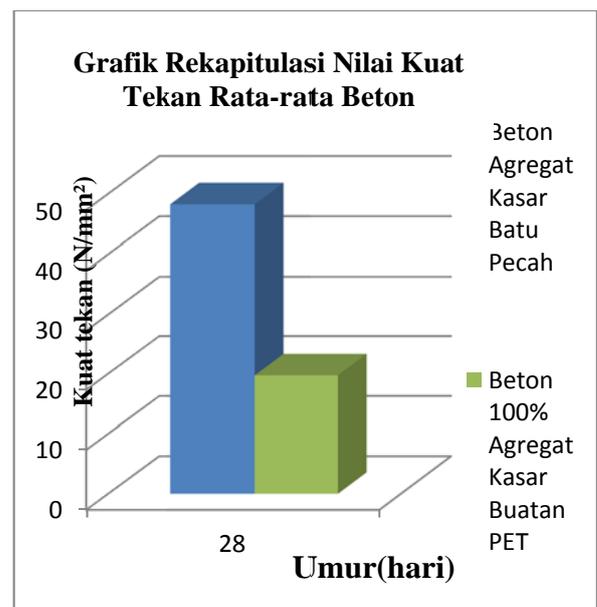
n



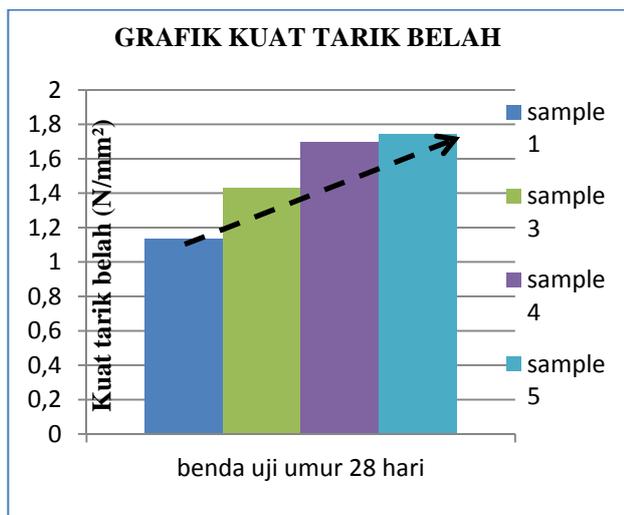
Gambar 7 Nilai slump flow



Gambar 8 grafik waktu ikat



Gambar 9. Kuat Tekan Rata-rata Beton



Gambar 10. Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 1 Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat

No.	Sifat-sifat Agregat	Satuan	Agregat Halus	Agregat Kasar Batu Pecah	Agregat Kasar Buatan PET
1	BJ	-	2,3	2,326	1,303
2	BJ SSD	-	2,43	2,381	1,338
3	BJ Semu	-	2,63	2,462	1,35
4	Penyerapan Air	%	5,28	2,39	2,66
5	Berat Isi Lepas	Kg/m ³	1406,07	1326,89	659,546
6	Berat Isi Padat	Kg/m ³	1632,4	1423,99	713,828
7	Voids	%	33,81	40,44	47,195
8	Analisa Ayak	-		Standar ASTM 33-78	
9	Kehalusan	%	2,36	6,25	6,27
10	Kadar Air	%	4,92	1,217	0
11	Kadar Lumpur	%	4,71	0,477	0,57
12	Org. Impurities	Standar	(Cerah)	-	-
13	Keausan	%	-	24,846	37,14