

ANALISIS PENGARUH KARAKTERISTIK SUMBER BAHAN BAKU AGREGAT PASIR KERTOSONO DAN AGREGAT KERIKIL MOJOKERTO TERHADAP KUAT TEKAN, KUAT TARIK (*SPLIT CYLINDER*) DAN MODULUS ELASTISITAS BETON MUTU TINGGI

Fitri Pancar Suci, Karyoto

Program Studi S1 Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : fitripancarsuci@gmail.com

Abstrak

Pemilihan agregat halus dan agregat kasar diambil dari beberapa daerah di Jawa Timur yaitu di kabupaten Kertosono untuk agregat halus dan Mojokerto untuk agregat kasar. Bahan dasar agregat bisa berupa material sungai maupun material gunung. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton yang menempati 70-75% dari total volume beton, selain sebagai bahan pengisi agregat berkontribusi positif pada sifat beton. Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa.

Penelitian menggunakan beton mutu tinggi K400, K450 dan K500. Benda uji berbentuk silinder beton 15cmx30cm sebanyak 33 buah, dimana 5 buah untuk uji kuat tekan, 3 untuk uji kuat tarik belah dan 3 untuk modulus elastisitas pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Karakteristik material dapat mempengaruhi kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas beton, maka dilakukan pengujian karakteristik agregat halus dan kasar.

Hasil pengujian karakteristik agregat dan benda uji beton menunjukkan bahwa karakteristik Pasir Kertosono dan Kerikil Mojokerto memenuhi karakteristik material beton mutu tinggi setelah dicuci. Nilai kuat tekan rata-rata beton K400, K450 dan K500 yang dihasilkan mencapai 41,8 MPa, 46,6 MPa dan 51,4 MPa, nilai kuat tarik belah rata-rata beton K400, K450 dan K500 mencapai 3,11 MPa, 3,16 MPa, dan 3,25 MPa dan nilai rata-rata modulus elastisitas beton K400, K450 dan K500 mencapai 5063,8 MPa, 5617,3 MPa, 5353,9 MPa. Tetapi nilai regangan yang diperoleh belum memenuhi syarat regangan dengan metode Popovics (yang didapat 0,0083 dan yang seharusnya 0,0023).

Kata Kunci: Pasir Kertosono, Kerikil Mojokerto, Beton Mutu Tinggi, Karakteristik, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Modulus Elastisitas

Abstract

Selection of fine aggregate and coarse aggregate taken from several areas in East Java is in Kertosono for fine aggregate and Mojokerto for coarse aggregate. Aggregate base material can be any streams material or mountain material. Aggregate is a filler material in concrete that occupies 70-75 % of the total volume of concrete , than as filler an aggregate contribute positively to the concrete nature. High strength concrete is defined as concrete that has a compressive strength greater required is equal to 41.4 MPa.

Research using high strength concrete K400, K450 and K500. Concrete cylindrical test specimens as many 33 pieces 15cmx30cm, where 5 pieces for compressive strength test, 3 pieces for split cylinder test anda 3 for modulus elasticity testing was conducted after the age of 28 days. Material characteristics can affect the compressive strength , split cylinder and modulus elasticity concrete then do the test characteristics of fine and coarse aggregate .

The results of testing the characteristics aggregate and concrete specimen showed that the characteristics Kertosono Sand and Mojokerto Gravel if qualified the characteristics of high strength concrete material after washing . Value of the average compressive strength of concrete K40 , K450 and K500 produced by 41.8 MPa , 46.6 MPa and 51.4 MPa, value of the average split cylinder of concrete K400 , K450 and K500 produced by 3,11 MPa , 3,16 MPa , and 3,25 MPa , and value of the average modulus elasticity of concrete K400 , K450 and K500 produced by 5063,8 MPa , 5617,3 MPa , 5353,9 MPa. But the strain values obtained with the strain has not qualified Popovics method (which is supposed to come by 0.0083 and 0.0023).

Keywords: Kertosono Sand, Mojokerto Gravel, High Strength Concret, Characteristic, Compressive Strength, Split Cylinder, Modulus Elasticity

PENDAHULUAN

Pemilihan agregat halus dan agregat kasar dapat diambil dari beberapa daerah di Jawa Timur yaitu di kabupaten Mojokerto untuk agregat kasar dan Kertosono untuk agregat halus.

Bahan dasar agregat bisa berupa material sungai maupun material gunung. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton yang menempati 70-75% dari total volume beton, selain sebagai bahan pengisi agregat berkontribusi positif pada sifat beton. Kualitas agregat sangat berpengaruh pada pekerjaan beton (*workable*), kuat, ketahanan umum (*durability*) dan ekonomis (Paul Nugraha dan Antoni,2007).

Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03) didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa. Beton mutu tinggi biasa dipakai pada bangunan tinggi untuk mengurangi beban mati pada bangunan dan memperkecil penampang kolom atau balok.

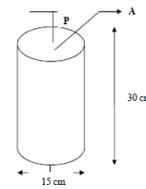
Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul : Analisis Pengaruh Karakteristik Sumber Bahan Baku Pasir Kertosono Dan Kerikil Mojokerto Terhadap Kuat Tekan, Modulus Elastisitas dan Kuat Tarik Beton Mutu Tinggi.

Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi

Kekuatan tekan beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air terhadap semen merupakan faktor utama dalam penentuak kekuatan beton. Semakin rendah perbandingan air semen, semakin tinggi kekuatan tekan.

$$P = \frac{F}{A}$$

Keterangan :
 P = kuat tekan (Mpa)
 F = gaya tekan (N)
 A = luas (mm²)



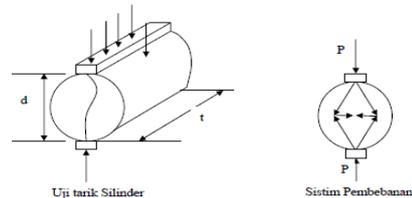
Gambar 1. Uji Tekan Beton.

Uji Kuat Tarik Beton

Pada metode ini sebuah silinder berukuran 15x30 cm di bebani pada penampang memanjang dengan beban yang ditingkatkan bertahap, sampai silinder mengalami kehancuran pada penampang memanjang.

$$f_r = \frac{2 \cdot p}{\pi \cdot l \cdot d}$$

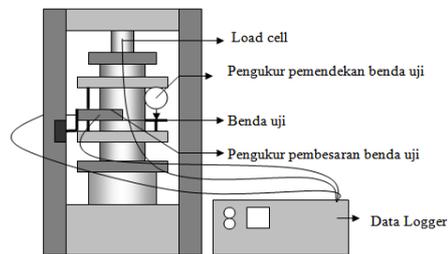
Keterangan : f_r = kekuatan tarik kg/cm²
 p = gaya terbesar (ton)
 l = tinggi silinder = 30 cm
 d = diameter silinder = 15 cm



Gambar 3. Uji Split Cylinder.

Modulus Elastisitas Beton Mutu Tinggi

Mendekati proporsional kepada akar dari kuat tekan, seperti untuk kekuatan dibawah 40 MPa. Untuk mutu tinggi perubahan modulus elastisitas juga tidak kurang dari perubahan yang terkait dalam kekuatan.



Gambar 2. Pengujian modulus elastisitas beton
 Selanjutnya nilai modulus elastisitas dihitung dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$E = \left\{ \frac{(S_2 - S_1)}{(\epsilon_2 - 0,00005)} \right\}$$

Dimana :
 E = modulus elastisitas

S_2 = tegangan yang terjadi saat beban 40 % mutu beton maksimum = P_2/A

P_2 = gaya pada saat 40% P_{mak} .

$S_1 = P_1/A$; P_1 = gaya pada saat regangan mencapai 0,00005

ϵ_2 = regangan longitudinal pada saat tegangan mencapai 40% tegangan maksimum

Bahan Penyusun Beton

Agregat

Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton yang menempati 70-75% dari total volume beton, selain sebagai bahan pengisi agregat berkontribusi positif pada sifat beton.

Karakteristik Agregat Halus

Agregat disebut agregat halus jika butirannya kurang atau sama dengan 4,75 mm (No.4 ASTM C33).

a. Gradasi Agregat Halus, batas gradasi agregat halus Menurut SK.SNI T-15-1990-03 (BS).

b. Modulus Halus Butir (MHB), syarat modulus halus butir (MHB) untuk beton menurut ASTM yaitu 2,20% – 3,10%. MHB 2,5 s/d 3,0 disarankan untuk beton mutu tinggi (Larrard, 1990).

c. Berat Jenis (*Specific Gravity*), syarat berat jenis agregat halus menurut ASTM yaitu 1.60 – 3.2 kg/liter.

d. Absorpsi (Penyerapan Air), syarat absorpsi (penyerapan) menurut ASTM 0,2% – 2,0%.

e. Berat Volume, spesifikasi agregat kasar menurut ASTM C29 yaitu 1,6 – 1,9 kg/liter.

f. Kadar air, spesifikasi kadar air agregat menurut ASTM yaitu 3% - 5%.

g. Kadar Lumpur, kadar lumpur agregat beton menurut spesifikasi ASTM yaitu 0,2%-6,0%.

Karakteristik Agregat Kasar

Agregat disebut agregat kasar jika butiran ukurannya sudah melebihi 4,75 mm (No.4 ASTM C33). Karakteristik agregat kasar yang perlu diperhatikan diantaranya:

a. Gradasi Agregat Kasar, gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran agregat atau proporsi dari macam-macam ukuran butir agregat berdasarkan analisa saringan.

b. Modulus Halus Butir (HMB), modulus kehalusan butir (*Fineness Modulus*) atau MHB. Spesifikasi modulus halus butir agregat kasar menurut ASTM yaitu 5,5% – 8,5%.

c. Absorpsi dan Berat Jenis (*Specific Gravity*) Agregat Kasar, spesifikasi agregat untuk beton normal menurut ASTM adalah berat jenis agregat kasar yaitu 1,60–3,20 kg/liter dan absorpsi pada nilai 0,2 – 4,0%. Untuk beton mutu tinggi akan baik dengan absorpsi kurang dari 1%.

d. Berat Volume Agregat Kasar, spesifikasi berat volume agregat kasar menurut ASTM yaitu 1,6 – 1,9 kg/liter.

e. Kadar Air Agregat Kasar, spesifikasi kadar air agregat kasar menurut ASTM yaitu 0,5% - 2,0%.

f. Persentase Keausan, spesifikasi keausan agregat beton menurut ASTM yaitu 15%-50%.

g. Kadar Lumpur, kadar lumpur agregat beton menurut spesifikasi ASTM yaitu 0,2%-1,0%.

Semen

Fungsi semen ialah untuk merekatkan (mengikat) butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat. Selain itu juga mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat.

Air

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia Tahun 1971 (PBI-1971), air yang digunakan untuk pembuatan dan perawatan beton tersebut harus tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, bahan-bahan organik atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan.

Bahan Tambahan

Pengurangan kadar air dalam pembuatan beton mutu tinggi menjadi perhatian penting. Dengan bahan tambahan yang dapat mengurangi air sangat tinggi seperti *superplasticier* diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan lebih tinggi dengan air yang sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan juga lebih tinggi.

Faktor yang mempengaruhi kekuatan beton

Faktor Air Semen

Perbandingan antara air dengan semen atau yang disebut faktor air semen (FAS) adalah untuk menentukan jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton. FAS senilai 0,4

Agregat Halus (Pasir)

Gradasi yang baik dan teratur (*continuous*) dari agregat halus akan menghasilkan beton yang mempunyai kekuatan tinggi dibandingkan dengan agregat yang bergradasi sela (*gap*) atau seragam. Kebersihan agregat juga akan sangat mempengaruhi mutu beton yang akan dibuat terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton segar maupun beton keras.

Agregat Kasar

Ukuran butir maksimum agregat kasar akan mempengaruhi mutu beton yang dibuat. Hasil penelitian Larrard (1990) menyebutkan bahwa butir maksimum yang memberikan bukti nyata untuk membuat beton mutu tinggi tidak boleh lebih dari 15 mm. Namun demikian pemakaian butir agregat sampai dengan 25 mm masih memungkinkan diperolehnya beton mutu tinggi dalam proses produksinya. Kebersihan agregat juga akan sangat mempengaruhi mutu beton yang akan dibuat terutama dari zat-zat yang dapat merusak baik pada saat beton segar maupun beton keras.

Bahan Tambah

Bahan tambah *additive* merupakan bahan tambah yang lebih banyak digunakan untuk penyemenan (*cementitious*) jadi bahan tambah *additive* lebih banyak digunakan untuk perbaikan kinerja kekuatannya.

Kontrol Kualitas

Untuk menghasilkan beton yang bermutu tinggi, faktor kontrol terhadap kualitas proses produksi beton pada saat pengambilan sampel, pengujian maupun proses penakaran sampai perawatan mutlak menjadi perhatian penting.

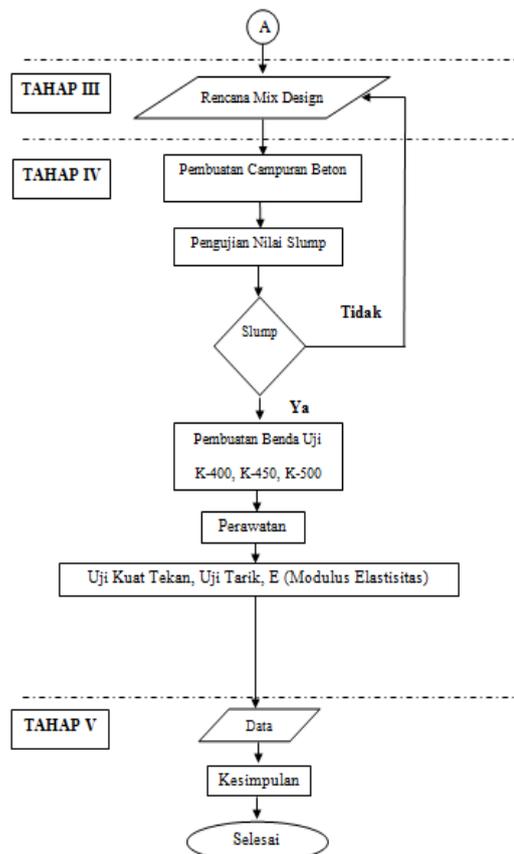
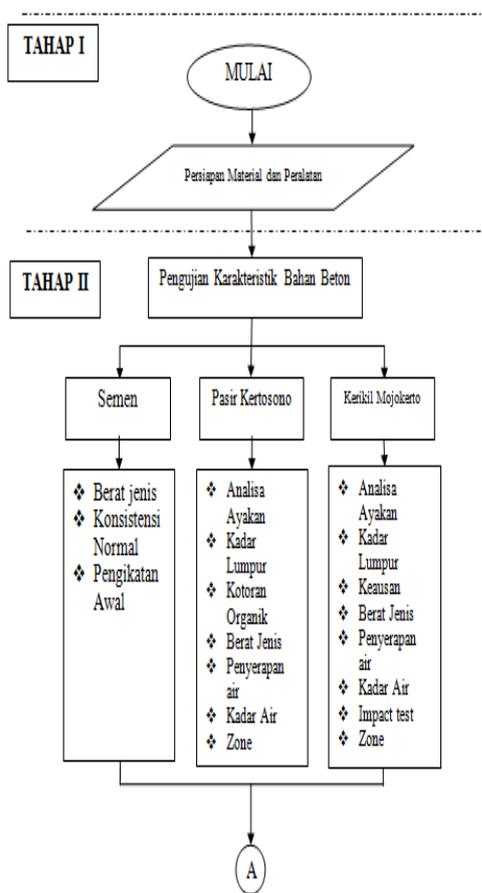
Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Dalam penelitian ini, *mix design* dilaksanakan menggunakan cara DOE (*Department of Environment*). Pemakaian metode DOE dikarenakan metode ini yang paling sederhana dengan menghasilkan hasil yang akurat, diantaranya penggunaan rumus dan grafik yang sederhana dan kondisi agregat waktu pencampuran beton pada kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*).

METODE

A. Tahap dan Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan kerja seperti yang tercantum dalam bagan alir di bawah ini :



Gambar 4. Bagan Alir Tahapan Penelitian

Pengujian Material

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui sifat atau karakteristik dari material yang digunakan, serta untuk memperoleh variabel-variabel yang diperlukan dalam perhitungan mix design beton.

Perencanaan Campuran Beton

Dalam pra Lab yang dilakukan menggunakan metode *Indian Standart Institution (ISI)* menurut Krishna Raju untuk campuran beton K-400. Dan untuk pengambilan data selanjutnya menggunakan metode *Development Of Environment (DOE)* dengan perhitungan *software Conmixer VI.0 Vista* untuk campuran beton K-400, K-450 dan K-500 masing-masing 11 silinder dan total jumlah keseluruhan 33 buah silinder.

Pembuatan Adukan Mix Design (Pencampuran Beton)

Pembuatan campuran yang dilakukan menitik beratkan pada saat beton masih segar (*fresh concrete*) yaitu berkenaan dengan tingkat workabilitas adukan beton. Adukan beton dibuat berdasarkan hasil mix design.

Pengujian Workabilitas

Pemeriksaan workabilitas merupakan inti dari penelitian ini ,adapun langkah-langkah pengujian dari ketiga alat tersebut adalah :

- a) **Kerucut Abrams**
- b) **K – Slump**

Pembuatan Benda Uji Silinder

Untuk setiap adukan beton dibuat 3 buah benda uji. Di mana setiap penuangan beton untuk pengujian workabilitas dibuat satu benda uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan tabel hasil pemeriksaan agregat Pasir Kertosono dan Kerikil Mojokerto

Tabel 1. Hasil Karakteristik

No.	Karakteristik	Agregat	
		Halus (Pasir Kertosono)	Kasar (Kerikil Mojokerto)
1.	Berat Jenis	2,77 gr/cc	2,78 gr/cc
2.	Penyerapan	0,94 %	0,59 %
3.	Modulus Halus Butir	2,67	7,13
4.	Berat Volume	1,35 gr/cc	1,37 gr/cc
5.	Kadar Lumpur	2,32 %	0,33 %
6.	Kadar Air Bebas	4,24 %	8,1 %
7.	Keausan	-	11,98 %

Berikut merupakan tabel hasil pengujian kuat tekan beton K400, K450 dan K500

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

NO.	Berat	P	A	TEGANGAN(σ)	
				SILINDER	
	(gram)	(kg)	(Cm ²)	(kg/cm ²)	(MPa)
K400					
1	13730	71460	176.79	404.2	41.2
2	13540	73190	176.79	414.0	42.2
3	13320	73470	176.79	415.6	42.4
4	12570	76070	176.79	430.3	43.9
5	13220	75710	176.79	428.3	43.7
Rata-Rata				418.5	42.7
K450					
1	1228	83740	176.79	473.7	48.3
2	1312	79889	176.79	451.9	46.1
3	1308	83890	176.79	474.5	48.4
4	1264	84220	176.79	476.4	48.6
5	1382	80710	176.79	456.5	46.5
Rata-Rata				466.6	47.6

NO.	Berat	P	A	TEGANGAN(σ)	
				SILINDER	
	(gram)	(kg)	(Cm ²)	(kg/cm ²)	(MPa)
1	1260	89130	176.79	504.2	51.4
2	1295	91640	176.79	518.4	52.8
3	1322	92910	176.79	525.6	53.6
4	1230	92510	176.79	523.3	53.3
5	1244	88600	176.79	501.2	51.1
				514.5	52.4

Berikut merupakan tabel hasil pengujian kuat tarik belah K400, K450 dan K500

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton K400

Benda Uji	Berat (kg)	P (N)	$\pi \times l \times d$	$fr = (2 \times p) / (\pi \times l \times d)$	fr (Mpa)
1	13.14	22000	1413	31.14	3.11
5	13.59	24000	1413	28.31	2.83
4	12.86	20000	1413	33.97	3.39
Rata-rata				31.14	3.11

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton K450

Benda Uji	Berat (kg)	P (N)	$\pi \times l \times d$	$fr = (2 \times p) / (\pi \times l \times d)$	fr (Mpa)
4	13.08	22000	1413	31.14	3.11
10	12.95	24000	1413	33.97	3.39
6	13.14	21000	1413	29.72	2.97
Rata-rata				31.61	3.16

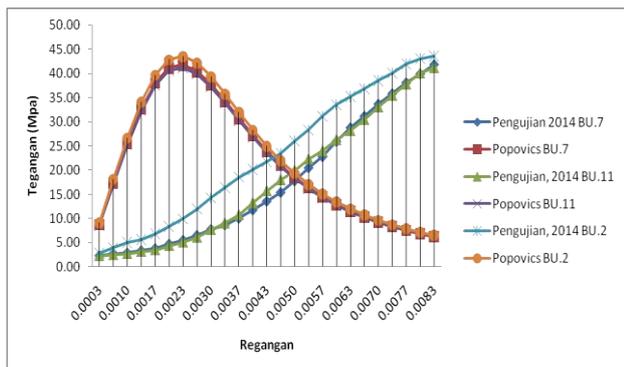
Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton K500

Benda Uji	Berat (kg)	P (N)	$\pi \times l \times d$	$fr = (2 \times P) / (\pi \times l \times d)$	fr (Mpa)
5	13.13	25000	1413	35.39	3.53
6	12.92	21000	1413	32.55	3.25
7	13.03	23000	1413	29.72	2.97
Rata-rata				32.55	3.25

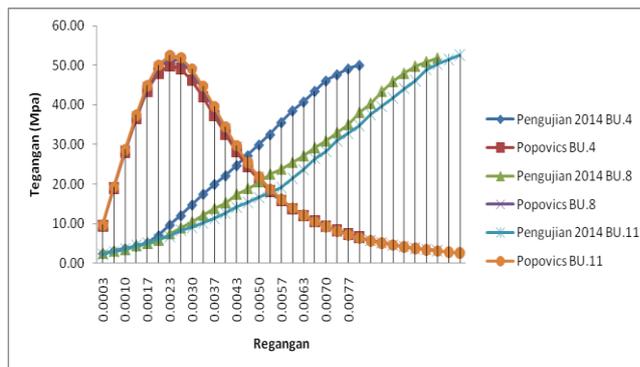
Berikut merupakan tabel hasil pengujian modulus elastisitas K400, K450 dan K500

Tabel 6. Hasil Modulus Elastisitas K400

Benda Uji	Berat (kg)	P	Tegangan(σ) (MPa)	Regangan (ϵ)	$E = \sigma/\epsilon$ (MPa)
2	13,44	770	43,60	0,0083	5231.42
11	12,75	728	41,22	0,0083	4946.07
7	12,64	738	41,78	0,0083	5014.01
Rata-rata					5063.8358



Gambar 5. Tegangan Regangan Beton K400 dengan Metode Popovics



Gambar7. Tegangan Regangan Beton K500 dengan Metode Popovics

Tabel 7. Hasil Modulus Elastisitas K450

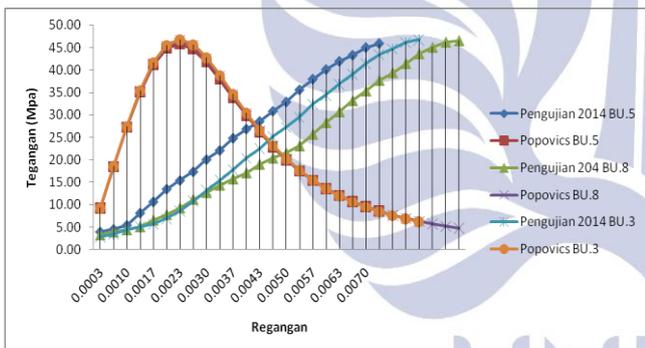
Benda Uji	Berat (kg)	P	Tegangan(σ) (MPa)	Regangan (ϵ)	$E = \sigma/\epsilon$ (MPa)
5	13,18	810	45,86	0,0073	6253.62
8	13,13	822	46,54	0,0093	4986.35
3	13,09	826	46,77	0,0083	5611.89
Rata-rata					5617.2866

Hasil modulus elastisitas eksperimen memenuhi persyaratan tegangan namun belum memenuhi persyaratan regangan setelah dilakukan pendekatan teoritis dengan metode Popovics hal ini disebabkan oleh perbedaan ketelitian dial dan alat yang kurang akurat dilihat dari cara pengujian yang masih manual.

Analisis Pengaruh Karakteristik Agregat Halus dan Kasar Terhadap Kuat Tekan, Modulus Elastisitas dan Kuat Tarik (Split Cylinder) Beton Mutu Tinggi

Analisis pengaruh karakteristik agregat halus Pasir Kertosono terhadap kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat tarik K400, K450 dan K500 yaitu sebagai berikut:

- (1) Berat jenis, dari 3 kali pengujian berat jenis dihasilkan nilai yang berbeda-beda yaitu 2.71gr/cc, 2.77gr/cc dan 2.80gr/cc. Hal ini berpengaruh terhadap nilai kuat tekan, modulus elastisitas serta kuat tarik yang didapat.
- (2) Analisa ayakan, dari 3 kali pengujian hasil yang diperoleh nilainya sama yaitu sebesar 2.67. Analisa ayakan menghasilkan kuat tekan rata-rata hasilnya yaitu 41,9 MPa untuk beton K400, 46,6 MPa untuk beton K450 dan 51,4 MPa untuk beton K500. Modulus elastisitas dengan rata-rata 5063,83 MPa untuk beton K400, 5617,28 MPa untuk beton K450 dan 5353,92 MPa untuk beton K500. Sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,11 MPa untuk beton K400 , 3,16 MPa untuk beton K450 dan 3,25 MPa untuk beton K500.
- (3) Berat Volume, dari 3 kali pengujian hasil berat volume yang diperoleh nilainya sama yaitu sebesar 1.35gr/cc. Berat volume menghasilkan kuat tekan rata-rata hasilnya yaitu 41,9 MPa untuk beton K400, 46,6 MPa untuk beton K450 dan 51,4 MPa untuk beton K500. Modulus elastisitas dengan rata-rata 5063,83 MPa untuk beton K400, 5617,28 MPa untuk beton K450 dan 5353,92 MPa untuk beton K500. Sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,11



Gambar 6. Tegangan Regangan Beton K450 dengan Metode Popovics

Tabel 8.. Hasil Modulus Elastisitas K500

Benda Uji	Berat (kg)	P	Tegangan(σ) (MPa)	Regangan (ϵ)	$E = \sigma/\epsilon$ (MPa)
4	13,16	884	50,05	0,0080	6256.19
8	13,22	916	51,86	0,0103	5018.83
11	13,05	930	52,65	0,0110	4786.72
Rata-rata					5353.9158

MPa untuk beton K400 , 3,16 MPa untuk beton K450 dan 3,25 MPa untuk beton K500.

- (4) Kadar Lumpur , dari 3 kali pengujian hasil kadar lumpur yang diperoleh nilainya sama yaitu sebesar 2.25 %. Kadar lumpur menghasilkan kuat tekan rata-rata hasilnya yaitu 41,9 MPa untuk beton K400, 46,6 MPa untuk beton K450 dan 51,4 MPa untuk beton K500. Modulus elastisitas dengan rata-rata 5063,83 MPa untuk beton K400, 5617,28 MPa untuk beton K450 dan 5353,92 MPa untuk beton K500. Sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,11 MPa untuk beton K400 , 3,16 MPa untuk beton K450 dan 3,25 MPa untuk beton K500.
- (5) Kadar air bebas, dari 3 kali pengujian hasil kadar air yang diperoleh nilainya sama yaitu sebesar 4,24 %. Kadar air bebas menghasilkan kuat tekan rata-rata hasilnya yaitu 41,9 MPa untuk beton K400, 46,6 MPa untuk beton K450 dan 51,4 MPa untuk beton K500. Modulus elastisitas dengan rata-rata 5063,83 MPa untuk beton K400, 5617,28 MPa untuk beton K450 dan 5353,92 MPa untuk beton K500. Sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,11 MPa untuk beton K400 , 3,16 MPa untuk beton K450 dan 3,25 MPa untuk beton K500.

Analisis pengaruh karakteristik agregat halus Kerikil Mojokerto terhadap kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat tarik K400, K450 dan K500 yaitu sebagai berikut:

- (1) Berat jenis, dari 3 kali pengujian berat jenis dihasilkan nilai yang sama yaitu 2.78. Berat jenis menghasilkan kuat tekan rata-rata hasilnya yaitu 41,9 MPa untuk beton K400, 46,6 MPa untuk beton K450 dan 51,4 MPa untuk beton K500. Modulus elastisitas dengan rata-rata 5063,83 MPa untuk beton K400, 5617,28 MPa untuk beton K450 dan 5353,92 MPa untuk beton K500. Sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,11 MPa untuk beton K400 , 3,16 MPa untuk beton K450 dan 3,25 MPa untuk beton K500.
- (2) Analisa ayakan, dari 3 kali pengujian hasil analisa ayakan yang diperoleh nilainya sama yaitu sebesar 7.13. Analisa Ayakan menghasilkan kuat tekan rata-rata hasilnya yaitu 41,9 MPa untuk beton K400, 46,6 MPa untuk beton K450 dan 51,4 MPa untuk beton K500. Modulus elastisitas dengan rata-rata 5063,83 MPa untuk beton K400, 5617,28 MPa untuk beton K450 dan 5353,92 MPa untuk beton K500. Sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,11 MPa untuk beton K400 , 3,16 MPa untuk beton K450 dan 3,25 MPa untuk beton K500.
- (3) Berat Volume, dari 3 kali pengujian hasil berat volume yang diperoleh nilainya sama yaitu sebesar 1.37.

Analisa Ayakan menghasilkan kuat tekan rata-rata hasilnya yaitu 41,9 MPa untuk beton K400, 46,6 MPa untuk beton K450 dan 51,4 MPa untuk beton K500. Modulus elastisitas dengan rata-rata 5063,83 MPa untuk beton K400, 5617,28 MPa untuk beton K450 dan 5353,92 MPa untuk beton K500. Sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,11 MPa untuk beton K400 , 3,16 MPa untuk beton K450 dan 3,25 MPa untuk beton K500.

- (4) Kadar Lumpur, dari 3 kali pengujian kadar lumpur dihasilkan nilai yang berbeda-beda yaitu 0.32, 0.33 dan 0.36. Hal ini berpengaruh dari hasil kuat tekan yang diperoleh baik untuk nilai kuat tekan, modulus elastisitas serta kuat tarik yang didapat. Kesimpulannya semakin tinggi kadar lumpur yang didapat maka akan semakin kecil nilai kuat tekan yang diperoleh.
- (5) Kadar air bebas dari pengujian diperoleh nilainya sama yaitu sebesar 8,1 %. Kadar air bebas menghasilkan kuat tekan rata-rata hasilnya yaitu 41,9 MPa untuk beton K400, 46,6 MPa untuk beton K450 dan 51,4 MPa untuk beton K500. Modulus elastisitas dengan rata-rata 5063,83 MPa untuk beton K400, 5617,28 MPa untuk beton K450 dan 5353,92 MPa untuk beton K500. Sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,11 MPa untuk beton K400 , 3,16 MPa untuk beton K450 dan 3,25 MPa untuk beton K500.
- (6) Keausan, dari 3 kali pengujian hasil analisa ayakan yang diperoleh nilainya sama yaitu sebesar 11.98. Analisa Ayakan menghasilkan kuat tekan rata-rata hasilnya yaitu 41,9 MPa untuk beton K400, 46,6 MPa untuk beton K450 dan 51,4 MPa untuk beton K500. Modulus elastisitas dengan rata-rata 5063,83 MPa untuk beton K400, 5617,28 MPa untuk beton K450 dan 5353,92 MPa untuk beton K500. Sedangkan untuk kuat tarik belah rata-rata yang dihasilkan sebesar 3,11 MPa untuk beton K400 , 3,16 MPa untuk beton K450 dan 3,25 MPa untuk beton K500.

PENUTUP

Simpulan

Nilai karakteristik agregat halus Pasir Kertosono dan agregat Kasar Kerikil Mojokerto memenuhi spesifikasi dan ketentuan syarat hasil pengujian material menurut SNI-03-175-1990 (Mutu dan Cara Uji Agregat Beton). Karakteristik dari agregat halus Pasir Kertosono yaitu berat jenis, penyerapan, modulus halus butir, berat volume, kadar lumpur dan kadar air bebas secara berurutan adalah 2,77 gr/cc, 0,94 %, 2,67, 1,35 gr/cc, 2,32 % 4,24 % dan karakteristik dari agregat halus Kerikil Mojokerto yaitu berat jenis, penyerapan, modulus halus butir, berat volume, kadar lumpur, kadar air bebas, keausan secara berurutan adalah 2,78 gr/cc, 0,59 %,

7,13, 1,37 gr/cc, 0,33%, 8,1% dan 11,98%. Dari hasil pengujian karakteristik yang telah dilakukan material yang dipilih Pasir Kertosono dan Kerikil Mojokerto memenuhi karakteristik untuk beton mutu tinggi setelah dilakukan pencucian dengan nilai Faktor Air Semen yang disyaratkan untuk beton mutu tinggi sebesar 0,2-0,5 dan dalam penelitian ini nilai FAS sebesar 0,4. Benda uji berbentuk silinder beton 15cmx30cm sebanyak 33 buah, dimana 5 buah untuk uji kuat tekan, 3 untuk uji kuat tarik belah dan 3 untuk modulus elastisitas pada setiap karakteristiknya

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai yang memenuhi syarat kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas rata-rata kuat tekan beton K400, K450, dan K500 yang dihasilkan dari 5 benda uji masing-masing karakteristik sebesar 41,9 MPa, 46,7 MPa dan 51,4 MPa. Nilai rata-rata kuat tarik belah beton K400, K450, dan K500 yang dihasilkan dari 3 benda uji masing-masing karakteristik sebesar 3,11 MPa, 3,16 MPa dan 3,25 MPa. Nilai rata-rata modulus elastisitas belah beton K400, K450, dan K500 yang dihasilkan dari 3 benda uji masing-masing karakteristik sebesar 5063,8 MPa, 5617,3 MPa dan 5353,9 MPa. Tetapi nilai regangan yang diperoleh belum memenuhi syarat regangan dengan metode Popovics (yang didapat 0,0083 dan yang seharusnya 0,0023).

Saran

1. Untuk memaksimalkan kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat tarik belah mutu tinggi yang dicapai dengan pasir Kertosono dan kerikil Mojokerto maka sebelum digunakan perlu dicuci terlebih dahulu.
2. Perlu ketelitian dalam perencanaan komposisi bahan dan prosedur pada saat pelaksanaan pencampuran beton agar menghasilkan nilai yang maksimal.
3. Untuk penelitian beton mutu tinggi selanjutnya dapat menambahkan zat *Additive (silicafume)* pada prosentase yang variasi, agar didapat hasil yang optimal.
4. Untuk memperluas pengetahuan beton mutu tinggi, maka penelitian dapat diaplikasikan ke berbagai elemen struktur .

DAFTAR PUSTAKA

- Abisetoyo, Windunoto. *Studi Pengaruh Pengekangan Pada Balok Beton Bertulangan Rangkap Dengan Unified Theory* (online)(<http://www.scribd.com/doc/47340278/S-TUDI-PENGARUH-PENGEKANGAN-PADA-BALOK-BETON-BERTULANGAN-RANGKAP-DENGAN-UNIFIED-THEORY> diakses 01 April 2014)
- Akhmadi, Ali. 2009. *Kajian Beton Mutu Tinggi Menggunakan Slag Sebagai Agregat Halus dan Kasar dengan Aplikasi Superplasticizer dan Silicafum* (online) (http://eprints.undip.ac.id/20408/1/ali_akhmadi.pdf diakses 2 April 2014)
- Arfianto, Nugroho. 2008. *Pembuatan Beton Mutu Tinggi Dengan Kuat Tekan Sekitar 80MPa*

Menggunakan Agregat Lokal Yogyakarta.(online) (http://etd.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view=html&buku_id=37405&obyek_id=4 diakses pada 2 September 2013)

- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.R.I. 2004. *Pedoman Kons-truksi dan Bangunan: Tata Cara Pembuatan dan Pelaksanaan Beton Berkekuatan Tinggi*. Bandung: Pusat Litbang Pemukiman Badan Litbang Kimpraswil
- Djamaluddin, Rudy, Maddjid dan Sita. *Studi Pengaruh Sumber Bahan Baku Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. Jurnal Teknik Sipil.(online)(<http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/2795/JurnalStudiPengaruhSumberAgregatHalusterhadapKuatTekanMutuTinggi.pdf?sequence=1> diakses 1 September 2013)
- Gunawan, Purnawan dan Setiono. 2010. *Program Mix Design Untuk Beton Mutu Tinggi*,(online) (media.sipil.ft.uns.ac.id/index.php/mts/article/view/96 diakses pada 12 September 2013)
- Karyoto.2013. *Petunjuk Praktikum Beton*. Surabaya: University Press
- Kia Wang-Chu dan G.Salmon Charles.1989. *Desain Beton Bertulang* Jilid 1. Terjemahan oleh Ir. Binsar Hariandja, M.Eng., Ph.D. 1985. Jakarta: Erlangga
- Kusuma,Gideon.1993. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang* edisi 2. . Jakarta: Erlangga
- Mc.Cormac,Jack. 2000. *Desain Beton Bertulang* edisi 5. Jakarta: Erlangga.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M. 1978. *Bahan dan Praktek Beton*.edisi 5, Terjemahan oleh Stephanus, H. 1986. Jakarta: Erlangga.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: CV. Andi Offset
- Nugraha, Paul dan Antono. 2007. *Teknologi Beton dari Material,Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: CV. Andi Offset
- Sutikno. 2013. *Petunjuk Praktikum Beton*. Surabaya: University Press
- SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03). *Standart Beton mutu tinggi (high strength concrete)*. Badan Standarisasi Nasional
- SNI-03-1750-1990. *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*. Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-2847-2002. *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*. Badan Standarisasi Nasional
- Tim Penyusun. 2006. *Panduan Penulisan dan Penilaian Skripsi*. Surabaya: UNESA.
- Tjokrodimulyo, Kardiyono. 1995. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM
- Wangsadinata, Wiratman. 1977. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik