

Pengaruh Penggunaan Zat *Admixture* “X” Terhadap Peningkatan Kuat Tekan Beton

(Studi Kasus “Pasir Cepu dan Kerikil Rembang”)

Bryan Ramadhan; Yunita Perdanawati;
David Widiyanto dan Budi Setiyadi
email: bryanramadhan54@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang

Abstract

This research uses Cepu sand fine aggregate as the main material of making of concrete. Cepu sand has high mud and calcium content compared to Muntilan sand. In order for Cepu sand to be used as a concrete material, it is necessary to add an integral waterproofing admixture with plasticizer content to help the aggregate density. This study, varied admixture with 0%, 50%, 100%, 150%, 200% (20ml per 1kg cement) composition. All test objects totaling 80 pieces are used for compressive strength testing with the size of 15 × 15 × 15 cm test specimens.

The result of laboratory test showed that Cepu sand concrete without addition of admixture with 14 days drying was found to be the average of compressive strength of 290 kg / cm², while the highest was obtained by addition of 100% integral waterproofing admixture with an average value of 392 kg / cm². While on 28 days drying, the average compressive strength value is 352 kg / cm² without using integral waterproofing admixture, while the highest is obtained with addition of 100% integral waterproofing admixture with average value of 509 kg / cm². With additional admixture the Cepu sand has increased the compressive strength higher than Muntilan sand concrete.

Keyword : *cepu sand, compressive strength, admixture, concrete*

1. Pendahuluan

Beton terbuat dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen, dan air dengan takaran yang berbeda-beda. Salah satu sifat beton yang baik adalah beton dengan kepadatan tinggi. Bahan penyusun beton memiliki sifat dan fungsi yang berbeda. Campuran air dan semen akan membentuk pasta semen. Dimana pasta semen memiliki fungsi sebagai pengikat antara agregat kasar dan agregat halus, sedangkan air berfungsi sebagai pereaksi semen agar dapat mengikat agregat dan air juga berguna untuk membasahi adukan agar mudah dalam proses pengerjaannya.

Agregat halus (pasir Cepu) adalah pasir yang ikut aliran dari hulu sampai hilir sungai Bengawan Solo. Pasir ini tergolong jenis pasir sungai, sehingga dalam proses pencampuran beton sebelumnya harus dilakukan penelitian agar mengetahui kadar lumpur pasir tersebut.

Selain bahan utama pembuat beton, biasanya ditambahkan juga *Admixture*. *Admixture* disini menggunakan *waterproofing integral (Conplast X421)* dengan karakteristik berupa cairan berwarna coklat yang dicampurkan ke dalam adukan beton yang berguna untuk memperlambat pelepasan air dan mengandung pelarut *plasticizer* untuk membantu pemadatan optimum.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Beton

Beton adalah campuran antara air, semen *Portland* atau semen hidrolis, agregat kasar, dan agregat halus, dengan atau tanpa bahan tambah atau *admixture* (SNI 2847-2013). Campuran yang masih plastis ini dicor ke dalam perancah dan dirawat supaya mendapatkan kekuatan reaksi hidrasi campuran semen-air, yang menyebabkan pengerasan yang baik terhadap beton. Bahan yang terbentuk ini mempunyai kuat desak yang tinggi dan ketahanan terhadap kuat tekan yang rendah (Nawy, 1990). Beton yang memiliki mutu beton yang baik adalah beton yang mempunyai kepadatan dan kuat, dengan kata lain beton mempunyai porositas yang sangat kecil. Faktor yang berpengaruh terhadap kekuatan beton yaitu bahan campuran, cara pengerjaannya, perawatan, dan keadaan lingkungannya sendiri. Perbandingan suatu campuran beton dapat mempengaruhi penambahan tingkat mutu beton yang menghasilkan adukan beton segar (*fresh concrete*) yang mudah dikerjakan (*workability*) dan memenuhi syarat kuat tekan setelah beton mengeras, dan mempunyai nilai ekonomi yang lebih rendah.

2.2. Semen

Menurut Mulyono, (2004) bahan utama pembuatan semen *portland* adalah kapur (CaO), silika (SiO₃), alumina (Al₂O₃), magnesium (MgO), gypsum (CaSO₄.2H₂O).

Berdasarkan (SNI 2049-2015) semen *Portland* di bagi menjadi 5 jenis semen, yaitu :

- a. Tipe I, semen *portland* yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya;
- b. Tipe II, semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang;
- c. Tipe III, semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan

awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi;

- d. Tipe IV, semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah;
- e. Tipe V, semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Pada penelitian yang kami lakukan saat ini, kami menggunakan jenis semen PPC (*Portland Pozzoland Cement*) dengan merek semen Bima.

2.3. Agregat Halus (pasir)

Pasir atau agregat halus adalah butiran yang lolos ayakan 4,80mm, harus memenuhi syarat spesifikasi agregat beton sesuai dengan metode (ASTM C 330) dan (SNI 03.2461-2002), dan memenuhi syarat spesifikasi agregat beton struktur sesuai (ASTM C 330) Menurut Tjokrodinuljo K. , (1992) pasir alam dapat dibedakan menjadi tiga golongan sebagai berikut :

1. Pasir Galian

Pasir jenis ini adalah pasir yang memiliki ketajaman yang lumayan tajam, bersudut, memiliki pori, dan tidak ada kandungan garamnya. Pasir jenis ini biasanya diambil langsung dari permukaan tanah, dengan cara digali;

2. Pasir Pantai

Pasir jenis ini berasal dari pasir sungai yang mengendap di muara sungai yang mengendap di pantai. Pasir ini diambil langsung dari pantai, pasir pantai biasanya berbutir halus dan banyak mengandung garam;

3. Pasir Sungai

Pasir jenis ini tergolong pasir yang subur karena banyak mengandung humus. Pasir ini didapat langsung dari dasar sungai yang memiliki karakteristik berbutir halus dan bulat.

Pasir yang digunakan adalah Pasir Cepu. Pasir ini berasal dari sungai Bengawan Solo.

2.4. Agregat Kasar (kerikil)

Agregat kasar (kerikil)/batu pecah tangan biasanya digunakan sebagai pengisi adukan beton yang berukuran 4,75 mm yang terbentuk secara alami ataupun dipecah secara manual (Mulyono, 2004). Volume beton terisi oleh agregat kasar dan agregat halus berfungsi untuk mengisi celah-celah pada beton. Agregat kasar didapat dari sumber daya alam seperti batu yang mengalami perubahan bentuk mengecil menjadi krikil atau didapatkan dari memecah batu alami menjadi ukuran kecil.

Kerikil/ batu pecah yang digunakan adalah batu pecah tangan yang berasal dari Rembang dengan ukuran batu pecah tangan ± 1 cm. Agregat kasar yang digunakan untuk campuran beton, terdiri dari 50% dari volume totalnya, Karena sifat-sifat dari agregat sangat mempengaruhi hasil beton.

2.5. Air

Air digunakan untuk mereaksi semen agar dapat merekatkan dengan agregat lainnya, serta mempermudah dalam pengerjaannya. Karena air mempunyai kualitas untuk kekuatan beton. Syarat-syarat air sebagai campuran beton sesuai standart (SNI 03.2847-2002), yaitu :

- Air yang digunakan harus bersih dan bebas dari bahan yang merusak, misalnya oli, asam, alkali, garam, dan bahan organik lainnya;
- Air pencampuran yang digunakan pada beton prategang yang bebas dari *chloride* (Cl).

2.6. Admixture

Dalam penggunaan *Admixture* (*Conplast X421*) ini akan didapatkan keuntungan sebagai berikut :

- Kandungan *Chloride* : Tidak mengandung *Chloride*;
- Penyerapan air : Mengurangi kadar penyerapan air;
- Kekuatan tekan : Sifat reduksi air bahan tambah ini mempunyai kekuatan tekan lebih tinggi;
- Memudahkan dalam pengerjaannya.

Dengan dosis penggunaan *Admixture waterproofing integralsebagai* berikut :

- Semen : 300 kg/m³
- Pasir : 600 kg/m³
- Kerikil : 1200 kg/m³
- Pengerjaan : 50 mm slump
- Admixture* : maksimum 6 liter/m³

2.7. Durabilitas Beton

Beton yang mempunyai durabilitas yang tinggi adalah:

- Kepadatan struktur tinggi;
- Porositas yang rendah;
- Permeabilitas rendah;
- Tahan terhadap pengaruh lingkungan (pembekuan, serangan sulfat dan alkali, korosi);
- Memiliki umur yang panjang.

2.8. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kekuatan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila di bebani oleh gaya tekan tertentu. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder atau kubus pada umur 28 hari (Mulyono, 2004).

rumus umum yang digunakan pada perhitungan kuat tekan beton adalah :

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

dengan:

f_c' : Kuat tekan beton pada umur tertentu (kg/cm²)

P : Beban maksimum (kg)

A : Luas penampang benda uji (cm²)

2.9. Standar Deviasi

Standar deviasi disebut dengan simpangan baku yaitu suatu ukuran yang menggambarkan tingkat penyebaran data dari nilai rata-rata. Rumus standar deviasi adalah sebagai berikut:

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rt})^2}{(n-1)}} \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan:

\sum : Jumlah dari

X_i : Data kuat tekan masing-masing benda uji (x_1, x_2, x_3, \dots)

X_{rt} : Data kuat tekan rata-rata dari semua benda uji

n : Jumlah benda uji

Menurut Mulyono, (2004) Rumus uji kuat tekan $F'c$:

$$F'c = X_{rt} - (1,645 \times S_d) \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan:

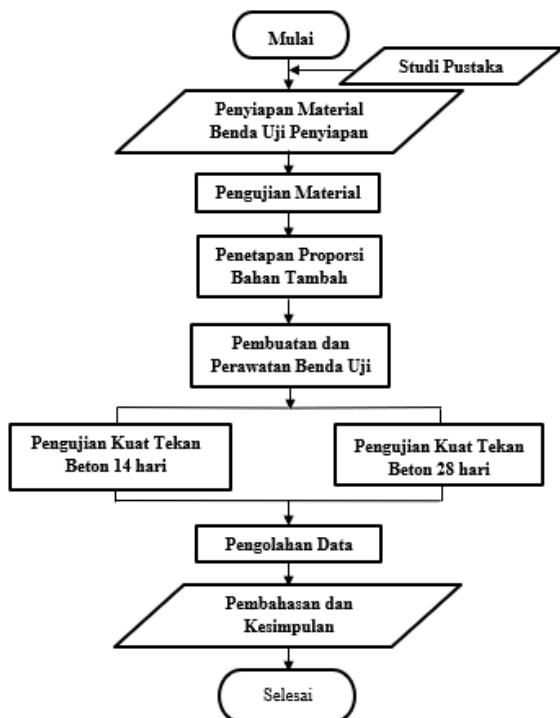
$F'c$: Kekuatan tekan beton

S_d : Standar deviasi

X_{rt} : Data kuat tekan rata-rata dari semua benda uji

Pada garis besarnya, apabila Uji Kuat Tekan Beton semakin banyak, maka Standard Deviasi Kuat Tekan Beton akan semakin kecil dan Nilai Kuat Tekan Beton akan semakin Besar.

3. Metode Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.

3.1. Benda Uji

Benda uji kubus dengan panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm dengan jumlah 80 buah. Benda uji kubus terbuat dari adukan semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan *admixture* dengan perbandingan volume = 1 : 1,5 : 2,5 dengan perhitungan sebagai berikut :

- a. Semen : 1350 cm³
- b. Agregat Halus : 2025 cm³
- c. Agregat Kasar : 3375 cm³
- d. Air : 778,8 ml

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengujian Pasir

4.1.1. Analisis Saringan Pasir Cepu

Tabel 4.1. hasil analisis saringan pasir Cepu

No Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Tanah + Saringan (gr)	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif	% Lolos
3/8	9.5	523	534	11	2.2	2.2	97.8
4	4.750	441.6	444	2.4	0.48	2.68	97.32
8	2.360	419.3	428.5	8.7	1.74	4.42	95.58
30	0.600	422	498.4	76.4	15.28	19.7	80.3
50	0.300	409	557.2	148.2	29.64	49.34	50.66
100	0.150	402.2	617.6	225.4	45.08	94.42	5.58
200	0.075	284.6	301.5	16.9	3.38	97.8	2.2
Pan	-	471	482	11	2.2	100	0
Jumlah				500	100		

4.1.2. Kandungan Lumpur Pasir Cepu

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \left(\frac{A-B}{A} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{390-290}{390} \right) \times 100\% \\ &= 25,64\% \end{aligned}$$

4.1.3. Analisis Saringan Pasir Muntilan

Tabel 4.2. hasil analisis saringan pasir Muntilan

No Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Saringan (gr)	Berat Tanah + Saringan (gr)	Berat Tertahan (gr)	% Tertahan	% Kumulatif	% Lolos
3/8	9.5	523	533.4	30.4	6.08	6.08	93.92
4	4.750	441.6	464.2	22.6	4.52	10.6	89.4
8	2.360	419.3	469.3	40.5	8.1	18.7	81.3
30	0.600	422	596.7	174.7	34.94	53.64	46.36
50	0.300	409	499	90	18	71.64	28.36
100	0.150	402.2	495.6	93.4	18.68	90.32	9.68
200	0.075	284.6	286	1.4	0.28	90.6	9.4
Pan	-	471	518	47	9.4	100	0
Jumlah				500	100		

4.1.4. Kandungan Lumpur Pasir Muntilan

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lumpur} &= \left(\frac{A-B}{A} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{350-320}{350} \right) \times 100\% \\ &= 8,6\% \end{aligned}$$

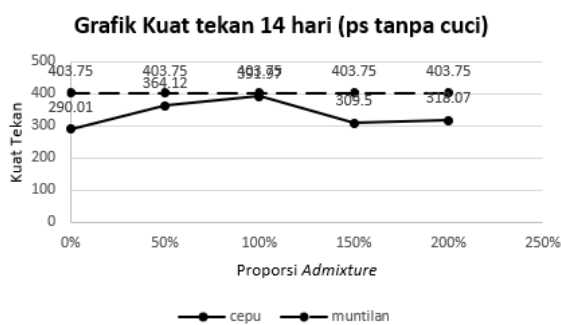
4.1.5. Hasil Pengujian Ca, Fe, dan Ph

Analisa hasil pengujian dapat di lihat dibawah:

1. Pasir Cepu:
 - a. Ca (gram per 100 gram) : 0,366
 - b. Fe (gram per 100 gram) : 4,391
 - c. pH : 8,48
2. Pasir Muntilan:
 - a. Ca (gram per 100 gram) : 0,197
 - b.
 - c. Fe (gram per 100 gram) : 4,863
 - d. pH : 7,19

4.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

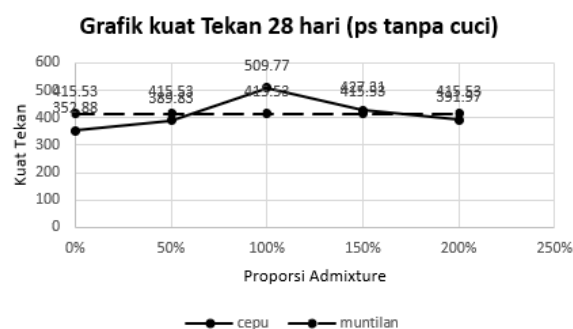
Berikut adalah diagram hasil dari pengujian kuat tekan beton kubus dengan pengeringan 14 hari yang telah diolah:



Gambar 4.1. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 14 Hari (pasir tanpa cuci)

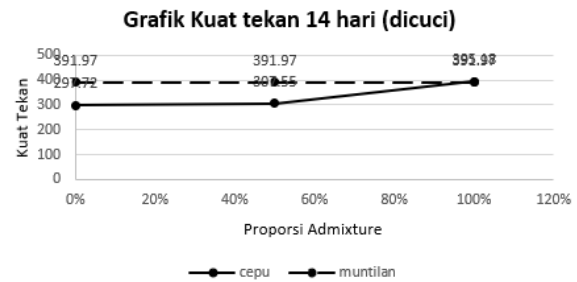
Pada Gambar 4.1. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 14 Hari (pasir tanpa cuci), didapat hasil pengujian kuat tekan beton kubus dengan pengeringan 14 hari, memiliki hasil kuat tekan yang paling tinggi dengan nilai rata-rata kuat tekan 392 kg/cm², sedangkan terendah memiliki nilai rata-rata kuat tekan 290kg/cm².

Gambar 4.2. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 28 Hari (pasir tanpa cuci)



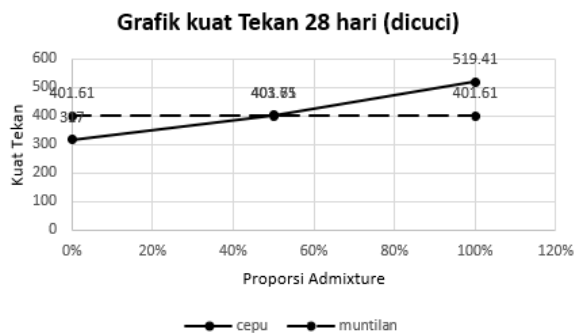
Pada Gambar 4.2. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 28 Hari (pasir tanpa cuci), diatas didapat hasil pengujian kuat tekan beton kubus dengan pengeringan 14 hari, memiliki hasil kuat tekan yang paling tinggi dengan nilai rata-rata

kuat tekan 510kg/cm², sedangkan terendah memiliki nilai rata-rata kuat tekan 353kg/cm².



Gambar 4.3. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 14 Hari dengan Keadaan Pasir dicuci

Pada Gambar 4.3. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 14 Hari dengan Keadaan Pasir dicuci, diatas didapat hasil pengujian kuat tekan beton kubus dengan pengeringan 14 hari dengan keadaan pasir bersih, memiliki hasil kuat tekan yang paling tinggi dengan nilai rata-rata kuat tekan 395kg/cm², sedangkan terendah memiliki nilai rata-rata kuat tekan 298kg/cm².



Gambar 4.4. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 28 Hari dengan Keadaan Pasir dicuci

Pada Gambar 4.4. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 28 Hari dengan Keadaan Pasir dicuci, diatas didapat hasil pengujian kuat tekan beton kubus dengan pengeringan 14 hari dengan keadaan pasir bersih, memiliki hasil kuat tekan yang paling tinggi dengan nilai rata-rata kuat tekan 519kg/cm², sedangkan terendah memiliki nilai rata-rata kuat tekan 317kg/cm².

Pada pengujian kuat tekan beton dengan agregat halus (pasir Cepu) dan variasi admixture 0%; 50%; 100%; 150%; 200%, ternyata diperoleh kuat tekan yang semakin meningkat atas variasi admixture. Peningkatan kuat tekan beton yang tertinggi pada variasi admixture 100% dalam pengeringan 14 hari 28 hari, dan semakin naik variasi admixture akan semakin menurun hasil kuat tekan yang didapat. Berikut adalah diagram hasil dari pengujian kuat tekan beton kubus yang telah didapat.



Gambar 4.5. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 14 & 28 Hari

Dapat dilihat pada Gambar 4.5. Grafik Pengujian Kuat Tekan, dengan Metode Pengeringan 14 & 28 Hari, terdapat perbedaan kuat tekan pada umur 14 hari dan 28 hari. Beton dengan variasi *admixture* 0% merupakan kuat tekan kontrol karena tidak diberi tambahan *admixture* sehingga hasilnya dijadikan sebagai pembandingan dengan beton variasi *admixture* lainnya. Pada beton dengan *admixture* 50% mengalami peningkatan kuat tekan. Kemudian pada variasi *admixture* 100% mengalami peningkatan kuat tekan pada umur 14 & 28 hari. Kemudian dengan peningkatan variasi *admixture* 150% mengalami hasil kuat tekan yang sedikit menurun dan terakhir variasi *admixture* 200% juga mengalami hasil kuat tekan yang menurun lagi di bawah variasi *admixture* 150%.

Kenaikan nilai kuat tekan yang paling tinggi dan nilai kuat tekan maksimal didapat beton dengan varian *admixture* 100% pada umur 14 & 28 hari.

4.3. Pola Retak

Pada seluruh pengujian kuat tekan dengan variasi penambahan *admixture* didapatkan pola retak yang tidak beraturan dan tidak dalam (dilihat pada bagian luar).



Gambar 4.6. penampang pola retak pada sampel benda uji

4.4. Nilai Ekonomis Agregat Halus dengan Penambahan *Admixture*

Dari hasil penelitian ini, dapat dianalisis nilai ekonomis dari biaya jual benda uji yang dibuat, dari nilai kuat tekan pasir Cpu bias meninggalkan nilai kuat tekan pasir muntilan cukup jauh. Dan dari sisi nilai ekonomis beton dengan agregat halus “pasir Cpu” juga leboh ekonomis daripada beton dengan agregat halus “Pasir Muntilan” dengan kisaran harga sebagai berikut:

1. Semen Bima 40 kg : Rp. 39.000,- per sak (40 kg)
2. Pasir Cpu : Rp. 270.000,- per m³
: Rp. 195,- per kg
3. Pasir Muntilan : Rp. 500.000,- per m³
: Rp. 291,- per kg
4. Kerikil Rembang : Rp. 325.000,- per m³
: Rp. 181,- per kg
5. *Admixture* : Rp. 45.000,- per 1 lt
: Rp. 45,- per 1 ml

Dari daftar baya diatas, dapat di hitung total biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan 1 buah benda uji beton kubus 15 × 15 × 15 cm sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Harga Beton dengan Pasir Cpu

Varian <i>Admixture</i>	Biaya Bahan				Total Biaya
	Semen	Pasir Cpu	Kerikil	<i>Admixture</i>	
0%	Rp. 1.519,-	Rp. 547,-	Rp. 1.097,-	Rp. 0,-	Rp. 3.162,-
50%	Rp. 1.519,-	Rp. 547,-	Rp. 1.097,-	Rp. 702,-	Rp. 3.864,-
100%	Rp. 1.519,-	Rp. 547,-	Rp. 1.097,-	Rp. 1.404,-	Rp. 4.566,-
150%	Rp. 1.519,-	Rp. 547,-	Rp. 1.097,-	Rp. 2.106,-	Rp. 5.268,-
200%	Rp. 1.519,-	Rp. 547,-	Rp. 1.097,-	Rp. 2.808,-	Rp. 5.970,-

Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Harga Beton dengan Pasir Muntilan

Varian <i>Admixture</i>	Biaya Bahan				Total Biaya
	Semen	Pasir Muntilan	Kerikil	<i>Admixture</i>	
0%	Rp. 1.519,-	Rp. 1.013,-	Rp. 1.097,-	Rp. 0,-	Rp. 3.628,-

Setelah melakukan perhitungan biaya, dapat dilihat secara jelas bahwa adukan dengan campuran pasir Cpu murni membutuhkan biaya tiap benda uji sebesar Rp. 3.162,- Sedangkan campuran pasir Cpu dengan *admixture* dengan nilai karakteristik minimal membutuhkan biaya Rp. 3.864,- tiap benda uji, bisa dilihat pada Tabel 4.1. Sedangkan campuran pasir Muntilan murni membutuhkan biaya tiap benda uji sebesar Rp. 3.628,- bisa dilihat pada Tabel 4.2.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut:

1. Bahan utama beton berupa pasir sungai Bengawan Solo di daerah Cepu memiliki nilai kadar lumpur sebanyak 25,64% dan nilai modulus kehalusannya 1,71. Sedangkan pasir Muntilan memiliki kadar lumpur sebanyak 8,6% dan nilai modulus kehalusannya 2,45;
2. Nilai kuat tekan yang didapat dari pengeringan 14 hari pasir Cepu murni nilai rata-rata kuat tekan 290. Pasir Muntilan murni nilai rata-rata kuat tekan 404. Dengan campuran *admixture water proofing* 100% nilai rata-rata kuat tekan 392. Sedangkan Nilai kuat tekan yang didapat dari pengeringan 28 hari pasir Cepu murni nilai rata-rata kuat tekan 353. Pasir Muntilan murni nilai rata-rata nilai rata-rata kuat tekan 416. Dengan campuran *admixture* 100% nilai rata-rata kuat tekan 510. Karena, pada penggunaan dosis 100% nilai kuat tekan beton telah mencapai nilai optimal;
3. Dilihat dari segi biaya, pembuatan beton kubus dengan ukuran 15×15×15 cm menggunakan pasir Cepu murni membutuhkan biaya Rp. 3.162,-; menggunakan pasir Muntilan murni Rp. 3.628,-. 100% Rp. 4.566,-. Dapat disimpulkan bahwa biaya untuk pembuatan pasir Cepu agar dapat menyetarai nilai rata-rata kuat tekan pasir Muntilan membutuhkan biaya minimal Rp. 4.566,- per benda uji.

5.2. Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan adalah:

1. Kadar lumpur pada material pasir Cepu tidak memenuhi syarat jika digunakan tanpa tambahan *admixture*, agar kuat tekan beton dapat lebih tinggi;
2. Penelitian terhadap beton dengan pasir Cepu dan kerikil Rembang dengan *admixture* ini dapat digunakan untuk pementasan, karena mempunyai nilai kuat tekan yang cukup tinggi dan biaya yang cukup ekonomis (ditinjau dari lokasi), sehingga dapat digunakan untuk campuran beton, karena hasil beton layak untuk konstruksi beton;
3. Komposisi campuran beton harus menghasilkan beton yang padat, sehingga beton dapat menghasilkan kuat tekan yang tinggi.

6. Daftar Pustaka

- ASTM C 330. (n.d.). *Standart Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete*.
- Dumyati, Ahmad, Donny Fransiskus Manalu. 2015. *Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*. Dari
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. In LPMB, *Peraturan Beton*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Nawy, E. G. (1990). *Beton Bertulang; Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: PT. Eresco.
- SNI 03.2461-2002. (n.d.). *Spesifikasi Agregat Ringan Untuk Beton Struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03.2847-2002. (n.d.). *Tata Cara Perhitungan Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2049-2015. (n.d.). *Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2847-2013. (n.d.). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.