

Pengaruh Penggunaan Bahan *Admixture* “XY” Pada Beton dengan Menggunakan Pasir Mutu Rendah

Kharisma Indra Saputra, Yoga Ariesto Pratama
e-mail: indrakis@rocketmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata; Jl. Pawiyatan
Luhur IV No. 1 Bendan Dhuwur Semarang, telp: (024) 8441555

Abstrak

Beton merupakan material yang digunakan untuk bangunan konstruksi seperti gedung, jembatan, dll. Beton terdiri dari campuran agregat halus, agregat kasar, dan air. Harga material semakin mahal karena keterbatasan material tidak sebanding dengan kebutuhan.

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data dengan wawancara, dokumentasi, studi pustaka serta observasi dan pengambilan sampel langsung di lokasi. Penelitian jenis pasir, pengujian kadar lumpur dan pengujian kuat tekan dilakukan di laboratorium Bahan Bangunan Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unika SOEGIJAPRANATA. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kuat tekan beton dengan pasir mutu rendah ditambah bahan admixture “XY”, mengetahui dosis bahan admixture “XY” yang tepat sehingga beton dengan pasir mutu rendah memiliki kuat tekan yang sama atau lebih terhadap beton dengan menggunakan pasir bermutu baik.

Kesimpulan penelitian ini yaitu beton pasir mutu rendah ditambah dengan bahan admixture “XY” menghasilkan kuat tekan beton 10% lebih besar dibandingkan kuat tekan beton dengan pasir mutu baik tanpa menggunakan bahan admixture “XY”. Namun penggunaan bahan admixture “XY” ini kurang dianjurkan atau tergantung untuk konsumen yang mau menggunakan karena harga yang tidak ekonomis. Maka dari itu perlu diadakan penelitian selanjutnya dengan menggunakan bahan admixture lain guna menambah kuat tekan beton dengan pasir mutu rendah ini.

Kata kunci: beton, kuat tekan, mutu pasir, bahan admixture

Abstract

Concrete is a material used for buildings construction such as buildings tower, bridges, etc Concrete consists of a mixture of fine aggregate, coarse aggregate and water. The price of material is increasingly expensive because the material limitations are not comparable to needs.

This study uses data collection techniques with interviews, documentation, literature studies and direct observation and sampling at the site. The research of type of sand, sludge content testing and compressive strength testing were carried out in the SOEGIJAPRANATA Faculty of Engineering Faculty of Engineering's Civil Engineering Study Program laboratory. The purpose of this study was to determine the compressive strength of concrete with low quality sand plus admixture "XY", knowing the exact dosage of "XY" admixture material so that the concrete with low quality sand had the same or more compressive strength for concrete using good quality sand.

The conclusion of this study is that low quality sand concrete added with admixture "XY" produces a compressive strength of 10% greater than the compressive strength of concrete with good quality sand without using admixture "XY". However, the use of the "XY" admixture material is not

recommended or depends on consumers who want to use because the price is not economical. Therefore it is necessary to conduct further research using other admixture materials to increase the compressive strength of the concrete with this low quality sand.

Keywords: concrete, compressive strength, quality of sand, admixture materials

1. PENDAHULUAN

Beton adalah komponen utama untuk berbagai bangunan konstruksi selain baja maupun material lainnya. Bangunan konstruksi dengan menggunakan material beton tersebut kini telah banyak digunakan seperti konstruksi jalan raya, gedung, jembatan, dan lain sebagainya. Namun biaya untuk memproduksi beton semakin mahal karena ketersediaan bahan baku beton di alam tidak selalu melimpah.

Setiap pekerjaan konstruksi yang menggunakan beton pastilah menggunakan beton dengan kualitas bagus. Kualitas beton yang bagus akan berpengaruh juga terhadap kuat tekannya. Kualitas beton yang bagus dipengaruhi oleh komposisi material penyusunnya. Komposisi bahan-bahan beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Sebagai salah satu komponen utama dari beton, pasir bermutu baik harus digunakan jika ingin suatu produk beton dengan kualitas bagus. Pada studi kasus dalam penelitian ini mengambil permasalahan yang ada pada Kabupaten Wonosobo.

Di Kabupaten Wonosobo tersebut memiliki kendala dalam ketersediaan pasir bermutu baik. Untuk memenuhi kebutuhan terhadap pasir bermutu baik harus mendatangkan pasir dari Muntilan yang jaraknya terlalu jauh dan melewati medan jalan yang sangat sulit. Sumber pasir terdekat untuk kebutuhan daerah Kabupaten Wonosobo terdapat di daerah Kalikoto Wonosobo, namun memiliki permasalahan bahwa pasir memiliki kualitas tidak terlalu baik karena banyak mengandung lumpur.

Rumusan masalah yang didapat adalah bagaimana meningkatkan kualitas kuat tekan beton dengan menggunakan pasir lokal (Kalikoto Wonosobo) yang memiliki kualitas rendah dengan cara menambahkan suatu bahan *admixture* agar kuat tekan beton yang menggunakan pasir mutu rendah tersebut memiliki kuat tekan yang sama atau lebih jika dibandingkan terhadap kuat tekan beton yang menggunakan pasir mutu baik dari Muntilan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton antara limbah pasir dengan mutu rendah (pasir Kalikoto Kabupaten Wonosobo) dengan beton dengan pasir Muntilan Kabupaten Magelang pada umumnya yang bermutu baik serta mengetahui dosis optimum bahan *admixture* "XY" pada adukan beton dengan pasir menggunakan mutu rendah dari tambang pasir Kalikoto Kabupaten Wonosobo.

Batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Benda uji berjumlah total 60 kubus yang digunakan yang digunakan untuk menentukan kuat tekan beton dengan dimensi 15x15x15 (cm). Digunakan cetakan beton kubus karena volume kubus ini lebih kecil daripada cetakan beton silinder ($d=15\text{cm}$, $h=30\text{cm}$). Kebutuhan material yang diperlukan dalam penelitian yang dibawa dari tambang ke laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unika

- SOEGIJAPRANATA tidak terlalu banyak. Untuk memenuhi standar satuan kuat tekan beton sesuai SNI, maka akan dilakukan konversi satuan,
2. Benda uji berupa kubus beton dengan bahan limbah pasir mutu rendah berwarna cokelat kemerahan-merahan yang didapatkan dari tambang pasir Kalikuto Kabupaten Wonosobo,
 3. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode eksperimen di laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unika SOEGIJAPRANATA dengan menggunakan alat uji kuat tekan. Untuk menemukan hasil uji tekan, dilakukan prosedur uji yang sama dengan uji kuat tekan beton pada umumnya dengan variabel waktu yang ditentukan,
 4. Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari semen yang dipakai adalah semen *portland* dengan merek Gresik jenis 1 (*Portland Pozzoland Cement*), agregat halus dan agregat kasar yang berasal dari Muntilan Kabupaten Magelang dan Kalikuto Kabupaten Wonosobo,
 5. Bahan *admixture* yang digunakan sebagai bahan tambahan, variasi campurannya adalah 2%, 3%, 4%, dan 5% dari berat semen,
 6. Standar pengujian pada penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia 1974:2011 tentang kuat tekan beton.
 7. Pasir yang dimaksud bermutu rendah adalah pasir yang berasal dari Kalikuto Kabupaten Wonosobo,
 8. Pasir yang dimaksud bermutu baik adalah pasir yang berasal dari Muntilan Kabupaten Magelang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

1. Beton

Beton merupakan kombinasi agregat halus, agregat kasar dan semen *Portland* dengan perbandingan tertentu sehingga menjadi homogen (Tjokrodinuljo, 1996). Pada dasarnya beton akan memadat dan mengalami proses hidrasi, merekatkan komponen lainnya dan akan membentuk material seperti batu. Kekuatan beton ditentukan oleh perbandingan air semen, selama campuran cukup plastis maka dapat dikerjakan (*workability*) dan beton dapat dipadatkan sempurna dengan agregat yang baik. Mutu beton ditentukan oleh banyak faktor (Sutikno, 2003) antara lain yaitu:

- a. Faktor air semen,
- b. Perbandingan bahan-bahan,
- c. Mutu bahan-bahannya,
- d. Susunan agregat yang diperlukan,
- e. Ukuran maksimum agregat yang dipakai,
- f. Bentuk butiran agregat,
- g. Pada saat mengerjakan,
- h. Kondisi pada saat mengeras.

2. Semen *Portland*

Semen *Portland* merupakan semen yang paling banyak dipakai dalam dunia konstruksi. Pertama kali ditemukan pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin dengan membakar batu kapur dan tanah lempung di pulau Portland di Inggris. Menurut *American Society for Testing and Material* (ASTM) C150 dan Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-2049-1994, semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak besi yang mengandung kalsium silikat, dan boleh ditambah dengan bahan lain. Semen digunakan untuk mengikat agregat kasar dan pasir. Ketika semen bersenyawa dengan air maka semen akan mengeras dan tidak larut dalam air.

3. Agregat Kasar

Kerikil merupakan agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton. Kerikil yang digunakan memiliki berat jenis lebih dari 2,8 (Tjokrodimuljo, 1996). Menurut SNI 03-2847-2002, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil dari disintegrasi alami batuan atau berupa batu pecah yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm.

4. Agregat Halus

Pasir merupakan agregat halus dalam campuran mortar maupun beton dapat diperoleh dari penghancuran batuan yang terjadi secara alami dan yang dibantu dengan manusia, adapun berat jenis yang diperlukan antara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodimuljo, 1996). Pasir yang baik untuk bahan bangunan adalah pasir yang memiliki kadar lumpur dibawah 5%, dan jika kandungan lumpur pasir melebihi 5% maka pasir tersebut harus dicuci sebelum digunakan sebagai bahan bangunan. Oleh sebab itu sebelum material pasir digunakan sebagai bahan bangunan, sebaiknya pasir tersebut diuji terlebih dahulu untuk mengetahui persentase kadar lumpur yang terkandung didalamnya.

5. Air

Untuk membuat mortar maupun beton diperlukan air untuk proses pengadukan agregat dan semen, sehingga semen dapat mengikat semua agregat. Komposisi air dan semen yang biasa disebut faktor air semen harus ideal sehingga mendapatkan keadaan optimum. Sebab jika air yang digunakan berlebihan, dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. Jika air terlalu sedikit maka proses hidrasi yang dialami beton tidak akan tercapai seluruhnya.

6. Bahan Tambah

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton yang ditambahkan pada proses pencampuran beton (Tjokrodimuljo, 1996). Macam-macam bahan tambah (Susilorini dan Suwarno, 2009) yaitu bahan tambah kimia, bahan tambah mineral dan bahan tambah khusus.

7. Bahan *Admixture* "XY"

Bahan *admixture* "XY" ini adalah bahan stabilisasi dan pemadatan tanah. Produk ini berupa material serbuk halus yang terdiri dari komposisi logam dan garam mineral anorganik dan lain-lain, bersumber dari air laut. Pada saat penggunaan bahan *admixture* "XY" ini harus dilarutkan ke dalam air pada tingkat kelarutan (molaritas) 10%. Berragamnya komponen bahan *admixture* "XY" ini dapat memperlemah fungsi kandungan humus yang terdapat pada material. Ketika digunakan bahan *admixture* "XY" ini, pada saat terjadi pengikatan semen pada partikel material dan mengering karena reaksi dehidrasi, akan terbentuk Kristal-kristal yang muncul diantara campuran semen yang mengikat partikel material. Kristal-kristal tersebut menyerupai jarum-jarum, secara intensif akan bertambah banyak dan membesar yang nantinya membentuk rongga-rongga mikron yang bisa menyerap air (porositas), sehingga tidak akan terjadi keretakan. (www.matos.co.id)

8. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Kuat tekan beton normal antara 20 - 40 MPa. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh faktor air semen, sifat dan jenis agregat, jenis campuran, *workability*, perawatan (*curing*) beton dan umur beton.

Faktor air semen sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin optimum faktor air semennya maka akan menghasilkan kuat tekan beton yang besar. Selain itu susunan besar butiran agregat yang baik dan tidak seragam dapat memungkinkan terjadinya interaksi antar butir sehingga rongga antar agregat dalam kondisi optimum yang menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi. Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran agregat dan mengisi rongga-rongga diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan. Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Berdasarkan SNI 1974:2011, nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

f_c' = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang yang menerima beban (mm²)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unika SOEGIJAPRANATA. Waktu pelaksanaan Tugas Akhir dilaksanakan selama 6 bulan

dari 30 September 2017 hingga 30 Maret 2018.

Penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk diagram alir di bawah ini:



1. Persiapan Bahan

Pada tahap ini seluruh bahan yang dibutuhkan dipersiapkan terlebih dahulu, di antaranya semen, pasir, kerikil, air serta bahan *admixture* “XY”. Perbandingan berat bahan yaitu 1 semen : 2 pasir : 3 kerikil, dengan jumlah air setengah dari berat semen. Bahan *admixture* “XY” yang diperlukan sebanyak 2%, 3%, 4%, dan 5%, dari berat semen dalam satu adukan beton. Untuk

mengetahui banyaknya bahan yang diperlukan maka dilakukan perhitungan *mix design* berdasarkan berat atau volume dari masing-masing bahan.

2. Pembuatan Benda Uji

Pada tahap ini bahan yang telah dipersiapkan, diaduk secara merata menggunakan *concrete mixer*. Pertama-tama kerikil dan pasir diaduk, kemudian semen dimasukkan. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur merata, air dan larutan bahan *admixture* "XY" dimasukkan sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga semua bahan tercampur homogen. Langkah terakhir yaitu mencetak adukan dalam bentuk kubus (15x15x15) cm.

3. Perawatan

Pada tahap ini dilakukan perawatan terhadap benda uji yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Perawatan ini dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam air pada bak perendaman selama 4 hari, kemudian diangin-anginkan hingga benda uji berumur 7 dan 28 hari hingga siap dilakukan pengujian. Perawatan beton berfungsi untuk menjaga agar permukaan beton selalu lembab sehingga selama proses hidrasi berlangsung dengan baik dan proses pengerasan terjadi sempurna, ditandai dengan tidak terjadi retak-retak pada beton dan mutu beton dapat terjamin.

4. Pengujian

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Anung Suwarno dan Sudarmono, 2015). Pada tahap ini dilakukan pengujian kuat tekan setelah beton mencapai umur 7 dan 28 hari. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah kubus dengan sisi

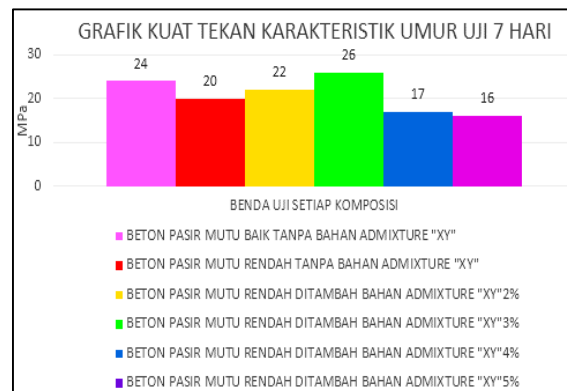
15 cm sebanyak 5 benda uji untuk setiap variasinya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kuat tekan beton dengan tambahan bahan *admixture* "XY" tersebut.

5. Pra Penelitian

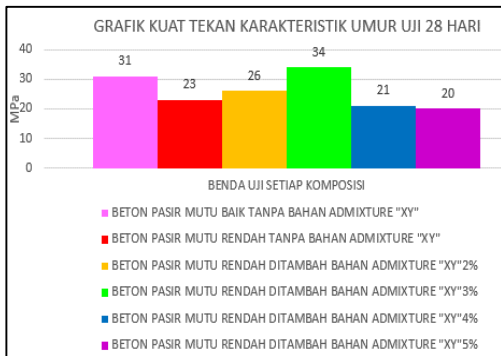
Sebelum memulai membuat benda uji beton yang berukuran 15cm x 15cm x 15cm dengan menggunakan bahan tambah *admixture* "XY", dilakukan pra penelitian yaitu dengan menguji pasir mutu rendah dari Kalikuto Kabupaten Wonosobo yang akan digunakan untuk penelitian ini. Pertama adalah menguji kadar lumpur dari pasir tersebut. Selanjutnya membuat kubus beton ukuran 15cm x 15cm x 15cm dengan menggunakan pasir mutu rendah dan dengan pasir mutu baik agar diketahui perbandingan kuat tekannya dengan umur beton masing-masing 7 hari dan 28 hari.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini akan ditampilkan grafik perbandingan kuat tekan beton karakteristik setiap komposisi beton pada umur uji 7 hari dan 28 hari.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Karakteristik Beton Umur Uji 7 Hari



Gambar 2. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Karakteristik Beton Umur Uji 28 Hari

Dari data Tabel diatas menunjukkan bahwa beton dengan pasir mutu rendah dari pertambangan pasir Kalikuto Kabupaten Wonosobo dengan ditambah bahan *admixture* "XY" sebanyak 3% dari berat semen dalam satu adukan beton menunjukkan hasil yang positif. Dengan komposisi bahan *admixture* "XY" sebanyak 3% dari berat kebutuhan semen dalam satu adukan beton mempunyai hasil yang bagus baik dalam umur uji 7 hari maupun 28 hari dengan nilai persentase kuat tekan yang mengungguli dari beton yang menggunakan pasir mutu baik. Pada beton dengan pasir mutu rendah yang menggunakan bahan *admixture* "XY" sebanyak 2% dari berat semen dalam satu adukan beton juga menunjukkan peningkatan nilai kuat tekannya meskipun nilainya belum bisa mengungguli nilai kuat tekan dari beton dengan menggunakan pasir mutu baik. Sementara itu beton dengan pasir mutu rendah dengan menggunakan bahan *admixture* "XY" 4% dan 5% dari berat semen dalam satu adukan beton justru menurunkan nilai kuat tekannya. Berikut ini adalah contoh perhitungan biaya dalam pembuatan $1m^3$ beton dengan pasir mutu baik dan beton dengan pasir mutu rendah ditambah bahan *admixture* "XY"

Tabel 1. Contoh Perhitungan Pembuatan Beton

KEBUTUHAN MATERIAL PEMBUATAN 1M ³ BETON DENGAN TEBAL BETON 12CM PERBANDINGAN 1 : 2 : 3		
	PASIR MUTU RENDAH DARI KALIKUTO	PASIR MUTU BAIK DARI MUNTILAN
HARGA KEBUTUHAN SEMEN PORTLAND PER KILOGRAM	Rp.55.000.00,- (40 KG)	Rp.55.000.00,- (40 KG)
HARGA KEBUTUHAN PASIR PER KILOGRAM	Rp.6000.00,- (80 KG)	Rp.13.760.00,- (80 KG)
HARGA KEBUTUHAN KERIKIL PER KILOGRAM	Rp.22.200.00,- (120 KG)	Rp.22.200.00,- (120 KG)
HARGA KEBUTUHAN BAHAN ADMIXTURE "XY" 3% PER KEBUTUHAN SEMEN	Rp.220.000.00,- (1,2 KG)	-
TOTAL	Rp.303.200.00,-	Rp.90.960.00,-

Dari contoh perhitungan kebutuhan material pembuatan $1m^2$ beton dengan tebal 12cm dan perbandingan material antara semen, pasir dan kerikil adalah 1 : 2 : 3 didapatkan hasil bahwa beton dengan menggunakan pasir mutu rendah ditambah bahan *admixture* "XY" membutuhkan biaya sebesar Rp.303.200.00,- sedangkan beton dengan menggunakan pasir mutu baik membutuhkan biaya sebesar Rp.90.960.00,-. Maka pembuatan beton dengan pasir mutu rendah dari pertambangan pasir Kalikuto Kabupaten Wonosobo tidak dianjurkan pembuatannya. Meskipun dengan ditambahkan dengan bahan *admixture* "XY" tersebut kuat tekannya bertambah, namun tidak cukup ekonomis dibandingkan dengan biaya pembuatan beton dengan pasir mutu baik dari Muntilan Kabupaten Magelang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian mengenai pengaruh bahan *admixture* "XY" terhadap beton dengan menggunakan bahan material pasir mutu rendah dari pertambangan pasir

Kalikuto di Kabupaten Wonosobo menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada hasil pertambangan pasir di Kalikuto Kabupaten Wonosobo, menghasilkan pasir yang dapat digunakan oleh masyarakat sekitar, meskipun kualitas pasir tersebut tidak lebih bagus jika dibandingkan dengan pasir yang berasal dari daerah Muntilan Kabupaten Magelang dengan mutu baik (Gunung Merapi),
2. Di pertambangan tersebut terdapat dua jenis pasir, yaitu pasir yang berwarna abu-abu yang laku dijual kepada masyarakat dan pasir yang berwarna coklat kemerah-merahan yang tidak laku dijual di masyarakat, karena kualitasnya buruk dan menumpuk sebagai limbah sisa di area pertambangan,
3. Berdasarkan ASTM C33, pasir yang diuji ini mempunyai nilai modulus halus butir sebesar 2,6 dan termasuk jenis pasir zona 2 (pasir medium),
4. Dosis optimum penambahan bahan *admixture* “XY” terhadap beton dengan pasir mutu rendah adalah sebesar 3%.
5. Kuat tekan beton pada umur 7 hari memiliki kuat tekan rata-rata sebagai berikut:
 - a. Beton dengan pasir mutu baik sebesar 24 MPa,
 - b. Beton dengan pasir mutu rendah sebesar 20 MPa,
 - c. Beton dengan dosis optimum bahan *admixture* “XY” sebanyak 3% sebesar 26 MPa.
6. Kuat tekan beton pada umur 28 hari memiliki kuat tekan rata-rata sebagai berikut:
 - a. Beton dengan pasir mutu baik sebesar 31 MPa,
 - b. Beton dengan pasir mutu rendah sebesar 23 MPa,

c. Beton dengan dosis optimum bahan *admixture* “XY” sebanyak 3% sebesar 34 MPa.

7. Dengan dosis komposisi optimal sebanyak 3% ternyata tidak ekonomis digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton dengan pasir mutu rendah tersebut. Biaya untuk pembuatan 1m³ beton dengan pasir mutu baik tanpa bahan *admixture* “XY” sebesar Rp.90.960,00.- sedangkan beton dengan pasir mutu rendah ditambah bahan *admixture* “XY” sebesar Rp.303.200,00.-

Dari kesimpulan yang didapatkan, maka dapat diambil saran sebagai berikut:

1. Penggunaan bahan *admixture* “XY” dalam penelitian ini dosis optimumnya sebesar 3% dari berat semen,
2. Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan bahan *admixture* lainnya untuk menambah kuat tekan dari beton dengan menggunakan pasir mutu rendah dari pertambangan pasir Kalikuto Kabupaten Wonosobo ini agar biaya pembuatan betonnya dapat lebih terjangkau.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. *Panduan Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- ASTM C109. *Standar Metode Tes untuk Kuat Tekan Kubus Mortar*. Annual Booksof ASTM Standards.
- ASTM C150-02a. *Standar Spesifikasi untuk Semen Portland*. Annual Books of ASTM Standards.

ASTM C39. *Standar Metode Tes untuk Kuat Tekan Silinder Uji Beton*. Annual Books of ASTM Standards.

Susilorini, Rr. M. I. Suwarno, D. 2009. *Mengenal dan Memahami Teknologi Beton*, Penerbit Laboratorium Bahan Bangunan, Fakultas Teknik, unika Soegijapranata.

Sutikno. 2003. *Panduan Praktek Beton*. Universitas Negeri Surabaya

Suwarno, Anung. 2015. *Kajian Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Campuran Agregat Beton*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang.

Tjokrodimuljo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri. Yogyakarta.

<http://www.matos.co.id/keunggulan>