

## Pengaruh Kehalusan Pasir terhadap Kuat Tekan Beton

Boedi Wibowo<sup>1)</sup>, Endang Kasiati<sup>1)</sup>, Triaswati<sup>1)</sup>, Dewi Pertiwi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Sipil ITATS, Surabaya

Email: en\_kas@ce.its.ac.id

### Abstract

*Concrete compressive strength depend on many factors, one of the critical factor is fineness of sand, one material component of concrete. This study aims to quantify effect of the sand fineness to the concrete compressive strength by using sand with zone I and zone III. Water-cement ratio (W/C) is varied at 0,3; 0,5 and 0,6. For all tests sample, 20% fly ash is added. Compressive strength design is set at 300 kg/cm<sup>2</sup> and cylinder sample with diameter of 15 cm and height of 30 cm is used. Compressive strength of the concrete sample at 28 days curing shows the following results. For samples with W/C of 0,6, compressive strength of the samples is below 300 kg/cm<sup>2</sup>. For samples with W/C of 0,5, compressive strength of the samples using sand with zone I and zone III are 402,57 kg/cm<sup>2</sup> and 351,56 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. For samples with W/C of 0,3, compressive strength of the samples using sand with zone I and zone III are 560,476 kg/cm<sup>2</sup> and 663,83 kg/cm<sup>2</sup>, respectively.*

*Keywords: fineness of sand, water-cement ratio, Concrete compressive strength.*

### Abstrak

Salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah kehalusan material pasir yang digunakan dalam campuran beton. Penelitian ini ditujukan untuk mengukur perbedaan kuat tekan beton akibat penggunaan bahan pasir zone I dan Zone III. Faktor Air Semen (FAS) divariasikan sebesar 0,3, 0,5, dan 0,6 serta campuran *fly ash* ditetapkan sebesar 20% untuk semua sampel. Kuat tekan rencana ditetapkan sebesar 300 kg/cm<sup>2</sup> dengan benda uji berbentuk silinder yang memiliki diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Hasil pengujian kuat tekan sampel pada umur 28 hari adalah sebagai berikut: Untuk FAS 0,6, sampel dengan campuran pasir zone I dan zone III menghasilkan kuat tekan lebih kecil dari 300 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk FAS 0,5, sampel dengan campuran pasir zone I menghasilkan kuat tekan 402,57 kg/cm<sup>2</sup> dan zone III menghasilkan kuat tekan 351,56 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk FAS 0,3, sampel dengan campuran pasir zone I menghasilkan kuat tekan 560,476 kg/cm<sup>2</sup> dan zone III menghasilkan kuat tekan 663,83 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** kehalusan pasir, faktor air semen, kuat tekan beton.

### 1. Pendahuluan

Dalam menghadapi era globalisasi dunia, Indonesia yang dikenal sebagai salah satu negara berkembang dituntut untuk lebih kreatif serta memiliki keterampilan yang mencukupi dalam penelitian dan pengembangan bidang konstruksi, terutama pada teknologi pembuatan beton (Subakti, 1995).

Berbagai cara untuk mencari material alternatif untuk pembuatan beton terus dilakukan. Salah satunya dengan men-

cari kehalusan pasir yang efisien dan memiliki kuat tekan yang optimum. Dimana dalam penelitian ini menggunakan dua modulus kehalusan pasir asal Lumajang yang memiliki besar butiran yang berbeda yaitu pasir pada zone I dan pasir pada zone III.

Pasir zone I yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kota Lumajang, didapatkan dengan cara penambangan. Pasir halus memiliki kualitas yang tak kalah bagus jika dibandingkan

dengan pasir sungai yang umum digunakan dalam pembuatan beton. Pasir zone I memiliki butiran yang seperti kristal. Sementara itu, pasir zone III didapatkan dari hasil penambangan di Lumajang. Pasir ini memiliki butiran yang lebih hitam dan kasar.

Untuk itulah, dalam penelitian ini di usahakan untuk mencari “Perbandingan Modulus Kehalusan Pasir Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton”, dengan memanfaatkan campuran dua jenis agregat halus itu dalam pembuatan beton. Dimana, pemanfaatannya diharapkan bisa meningkatkan nilai kuat tekan beton tersebut.

Untuk perhitungan beton pada umur 28 hari, menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Kuat Tekan Individu:

$$f_{ci} = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Kuat Tekan Rata-rata (Subakti, 1995):

$$f_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}}{n} \dots \dots \dots (2)$$

Kuat Tekan Karakteristik:

$$f_c' = f_{cr} - (1,64 \times s) \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

- P = Beban maksimum (kg)
- A = Luas penampang benda uji (cm<sup>2</sup>)
- S = Deviasi standar (kg/cm<sup>2</sup>)
- f<sub>ci</sub> = Kuat tekan beton yang didapat dari hasil pengujian (kg/cm<sup>2</sup>)
- f<sub>cr</sub> = Kuat tekan beton rata-rata(kg/cm<sup>2</sup>)
- n = Jumlah benda uji, minimum 20 buah

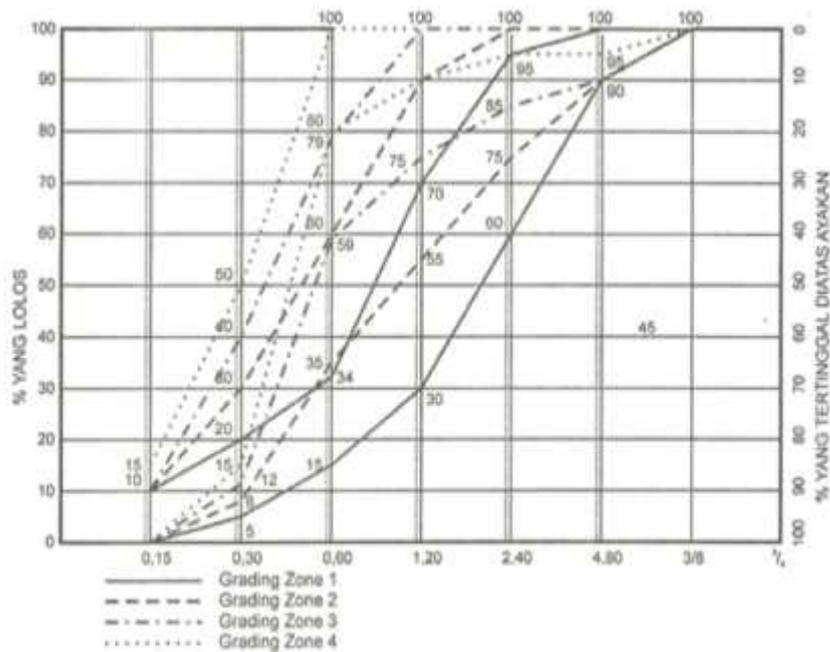
## 2. Metodologi

Pada penelitian ini, metode pembuatan dan pengujian menggunakan sejumlah benda uji beton silinder (Ø15 cm, tinggi 30 cm) (Wangsadinata, 1979) dengan kuat tekan hancur rencana 30 Mpa. Benda uji tersebut terdapat di laboratorium Jaminan Mutu dan Inovasi (JMI) PT. Varia Usaha Beton. Jumlah total benda uji tersebut sebanyak 180 buah (terdapat 6 varian dan tiap varian terdiri dari 30 benda uji) dengan perpaduan komposisi pasir silika dan pasir limbah 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, menggunakan variasi faktor air semen (FAS) 0,6; 0,5; dan 0,3, dan dicampurkan dengan *fly ash* sebesar 20%. Benda uji tersebut, kemudian diuji kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari untuk mencari varian yang memiliki kuat tekan paling optimum. Bahan yang harus disediakan (Murdock, 1986) adalah:

- Semen tipe I
- Air
- Pasir zone I (Gambar 1)
- Pasir zone III (Gambar 2)
- Batu pecah
- *Fly ash*

Data perancangan yang akan dipakai dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- a. Kuat tekan hancur yang direncanakan 30 MPa.
- b. Deviasi standar 35 kg/cm<sup>2</sup>
- c. Jenis Semen Semen Portland tipe I.
- d. Jenis Agregat Kasar Batu Pecah
- e. Jenis Agregat Halus Pasir zone I dan Pasir zone III.
- f. *Slump* 10-30 mm.



Gambar 1. Analisa ayakan Pasir Zone I

Pembuatan benda uji dilakukan sesuai SNI-03-2847-2002; SII 0052-80; SII 0287-80; SII 0013-77, dengan ketentuan antara lain:

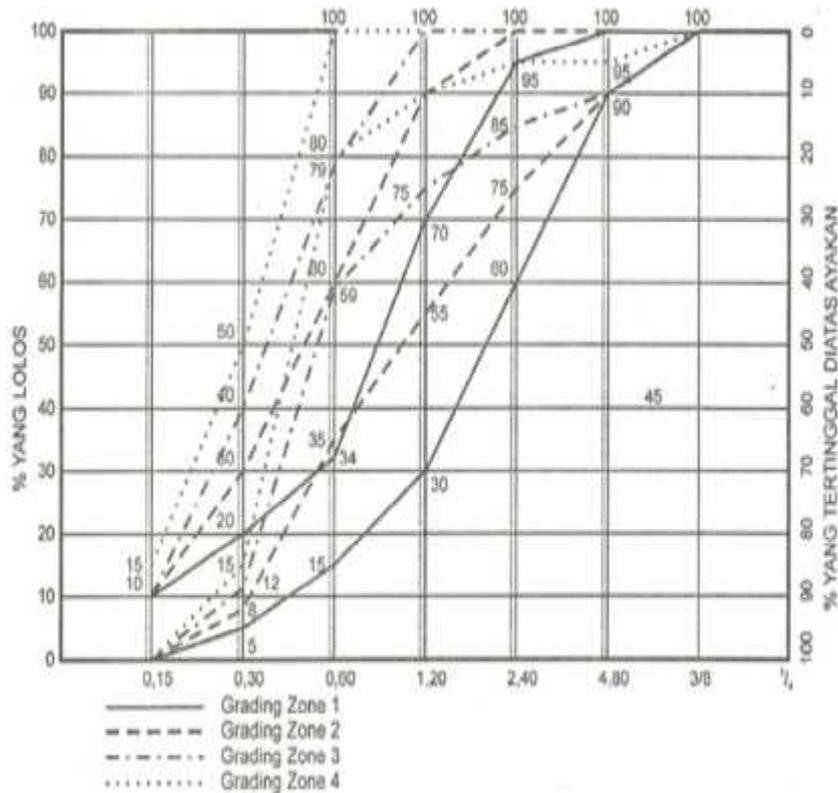
- Cetakan untuk benda uji harus presisi ukurannya dan juga tertutup rapat sehingga tidak memungkinkan air beton keluar dari cetakan.
- Memposisikan benda uji yang telah ditimbang ke dalam mesin uji tekan setepat mungkin agar pembebanan tepat ditengah benda uji agar mendapatkan hasil yang tepat.
- Agar hasil lebih bagus permukaan beton yang akan diuji harus di *capping* terlebih dahulu agar permukaannya lebih datar.
- Pengadukan campuran beton memakai mesin pengaduk (molen) untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan.
- Pemadatan beton juga dilakukan dengan penggetaran di atas mesin peng-

getar selama  $\pm 3$  menit atau dengan menggunakan palu karet untuk memukul cetakan beton.

- Perawatan beton dengan perendaman selama 28 hari di dalam air bersih.

### 3. Hasil dan Pembahasan

- Pasir Zone I
  - Syarat Kebersihan
    - Kadar Lumpur : 1,4 %
  - b. Modulus Kehalusan : -
  - c. Berat Volume
    - Lepas : 1,66 gr/m<sup>3</sup>
    - Rojok : 1,67 gr/m<sup>3</sup>
  - d. Kelembaban : 2,8 %
  - e. Berat Jenis (SSD) : 2,6
  - f. Kekerasan : -
  - g. Resapan : 2,8
  - h. Grading Zone : Zone I
- Pasir Zone III
  - Syarat Kebersihan
    - Kadar Lumpur : 3,8 %
  - b. Modulus Kehalusan : -



Gambar 2. Analisa ayakan Pasir Zone III

- c. Berat Volume
- Lepas : 1,59 gr/m<sup>3</sup>
  - Rojok : 1,73 gr/m<sup>3</sup>
- d. Kelembaban : 2,2 %
- e. Berat Jenis (SSD) : 2,4
- f. Kekerasan : -
- g. Resapan : 2,2
- h. Grading Zone : Zona III
- Batu Pecah
    - a. Syarat Kebersihan
      - Kadar Organik : -
    - b. Kadar Lumpur : 1,4150 %
    - c. Modulus Kehalusan : 2,49
    - d. Berat Volume
      - Lepas : 1,30gr/m<sup>3</sup>
      - Rojok : 1,36 gr/m<sup>3</sup>
    - e. Kelembaban : 1,29 %
    - f. Berat Jenis (SSD) : 2,71
    - g. Kekerasan : -

h. Resapan : 1,95 %

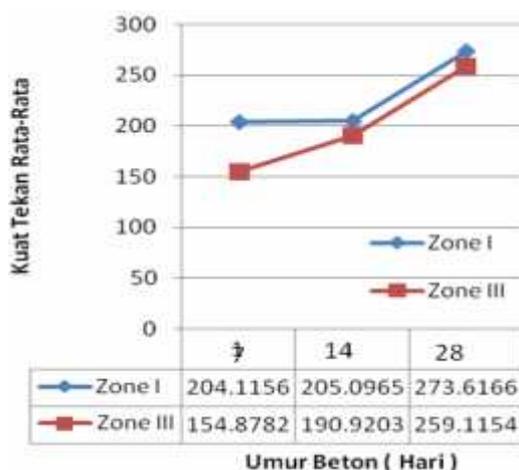
Hasil percobaan berat jenis agregat kasar memenuhi persyaratan agregat beton yang telah ditentukan ASTM, yaitu dalam kisaran nilai 1,60-3,20. Hasil percobaan air resapan agregat kasar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan ASTM C 127-88 Reapp. 93, maksimal 4,0% untuk agregat campuran beton. Hasil percobaan berat volume agregat kasar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan ASTM C29/C29 M-91 A, yaitu dalam kondisi lepas memenuhi spesifikasi 0,4 - 1,9 kg/lt dan pada kondisi padat (rojok) memenuhi spesifikasi 0,4-1,9 kg/lt. Hasil percobaan kelembaban agregat kasar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan

ASTM C 556-89, yaitu sebesar 0,5%-2,0% untuk agregat campuran beton.

Ketentuan *Mix Design* adalah sebagai berikut:

1. Kuat tekan hancur yang direncanakan : 30 MPa
2. Deviasi standar : 35 kg/cm<sup>2</sup>
3. Jenis Semen : Semen Portland tipe I
4. Jenis Agregat Kasar : Batu Pecah
5. Jenis Agregat Halus : Pasir Luma-jang
6. Faktor Air Semen : 0,30; 0,50; 0,60
7. Fly ash : 20%
8. Slump : 10-30 mm/80-100
9. Umur perawatan : 7, 14, dan 28 hari
10. Jenis benda uji : Silinder dengan Ø 15 cm, tinggi 30 cm

Nilai hasil pengujian tes kuat tekan beton berdasarkan FAS 0,6 pada umur 7,14, dan 28 hari terlihat pada gambar 3.

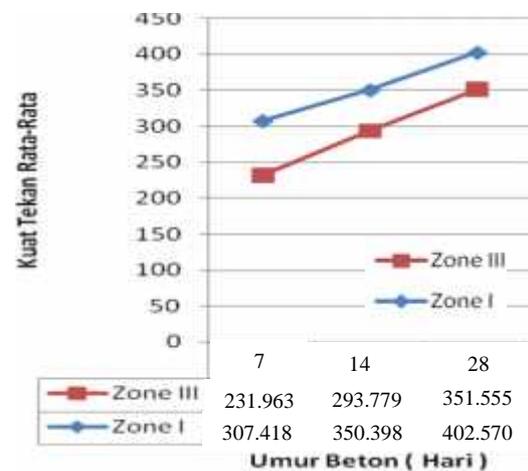


**Gambar 3.** Grafik kuat tekan FAS 0,6 dalam varian umur

Varian butiran pasir zone I pada umur 7 hari kuat tekannya 204,12 kg/cm<sup>2</sup>, pada umur 14 hari kuat tekannya naik menjadi 205,10 kg/cm<sup>2</sup> dan pada umur 28 hari mengalami kenaikan sebesar 273,62 kg/cm<sup>2</sup>. Varian butiran pasir zone III pada umur 7 hari kuat tekannya 154,88 kg/cm<sup>2</sup>, pada umur 14 hari kuat tekannya naik menjadi 190,92 kg/cm<sup>2</sup> dan pada umur 28 hari mengalami kenaikan sebesar 259,12 kg/cm<sup>2</sup>.

Maka varian pasir zone I memiliki kuat optimum yang lebih dibandingkan butiran pasir zone III yaitu 273,62 kg/cm<sup>2</sup>. Tapi belum memenuhi syarat kuat tekan (*f<sub>c</sub>'*) yang direncanakan, sebesar 300 kg/cm<sup>2</sup>.

Nilai hasil pengujian tes kuat tekan beton berdasarkan FAS 0,5 pada umur 7,14, dan 28 hari terlihat pada gambar 4.



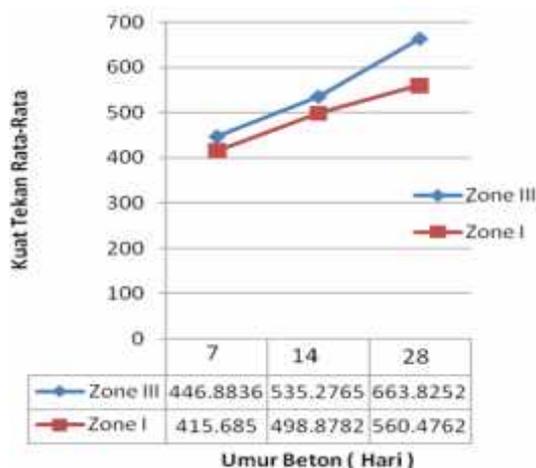
**Gambar 4.** Grafik kuat tekan FAS 0,5 dalam varian umur

Varian butiran pasir zone III pada umur 7 hari kuat tekannya 231,96 kg/cm<sup>2</sup>, pada umur 14 hari kuat tekannya naik menjadi 293,78 kg/cm<sup>2</sup> dan pada umur 28 hari mengalami kenaikan sebesar 351,56 kg/cm<sup>2</sup>. Varian butiran pasir zone I pada umur 7 hari kuat tekannya

307,42 kg/cm<sup>2</sup>, pada umur 14 hari kuat tekannya naik menjadi 350,40 kg/cm<sup>2</sup> dan pada umur 28 hari mengalami kenaikan sebesar 402,57 kg/cm<sup>2</sup>.

Maka varian pasir zone I memiliki kuat optimum yang lebih dibandingkan butiran pasir zone III yaitu 402,57 kg/cm<sup>2</sup>. Dan telah memenuhi syarat kuat tekan (fc') yang direncanakan, sebesar 300 kg/cm<sup>2</sup>.

Pada gambar 5 adalah nilai hasil pengujian tes kuat tekan beton berdasarkan FAS 0,3 pada umur 7, 14, dan 28 hari.



**Gambar 5.** Grafik kuat tekan FAS 0,3 dalam varian umur

Varian butiran pasir zone I pada umur 7 hari kuat tekannya 446,88 kg/cm<sup>2</sup>, pada umur 14 hari kuat tekannya naik menjadi 535,28 kg/cm<sup>2</sup> dan pada umur 28 hari mengalami kenaikan sebesar 663,83 kg/cm<sup>2</sup>. Varian butiran pasir zone III pada umur 7 hari kuat tekannya 415,69 kg/cm<sup>2</sup>, pada umur 14 hari kuat tekannya naik menjadi 498,88 kg/cm<sup>2</sup> dan pada umur 28 hari mengalami kenaikan sebesar 560,48 kg/cm<sup>2</sup>.

Maka varian pasir zone III memiliki kuat tekan optimum yang lebih besar

dibandingkan butiran pasir zone I yaitu 663,83 kg/cm<sup>2</sup>. Dan telah memenuhi syarat kuat tekan (fc') yang direncanakan, sebesar 300 kg/cm<sup>2</sup>.

Kuat tekan yang tinggi dimungkinkan karena ikatan/lekatan antara semen dan agregat yang dapat menyelimuti semua agregat dan juga dipengaruhi adanya aktifitas *pozzolan* dari *fly ash* sehingga semakin lama umur beton maka kesempurnaan proses hidrasi semennya dapat dicapai. Hal ini ditambah juga dengan menggunakan FAS 0,3 karena semakin kecil nilai FAS, maka semakin besar pula kekuatannya.

### 3.1 Uji statistik Anova Satu Arah

Dari data kuat tekan beton hasil konversi, beton pasir Zone I dengan beton pasir Zone III, diambil data untuk di masukkan ke dalam uji Anova satu arah, yang kemudian didapat hasil seperti pada tabel 1.

Berdasarkan output tabel 1 dan 2, Ho ditolak karena F hitung = 29,6347 > dari nilai F crit = 7,0930 Jadi kuat tekan beton butiran pasir zone I tidak sama dengan beton butiran pasir zone III.

Berdasarkan *output* tabel 3 dan 4, Ho ditolak karena F hitung = 125,65 > dari nilai F crit = 7,09. Jadi kuat tekan beton butiran pasir zone I tidak sama dengan beton butiran pasir zone III.

Berdasarkan *output* tabel 5 dan 6, bahwa Ho ditolak karena F hitung = 57,87 > dari nilai F *crit* = 7,09, Jadi kuat tekan beton butiran pasir zone I tidak sama dengan beton butiran pasir zone III.

**Tabel 1.** Uji Statistik Anova Satu Arah Beton Pasir Zone I FAS 0,6 dengan Beton Pasir Zone III FAS 0,6 untuk Anova *Single*

Faktor	$\alpha$	0,01		
Summary				
Group	Coun	Sum	Average	Variance
Data 1	30	6966,095	232,2032	439,8974
Data 2	30	7983,418	266,1139	724,2178

**Tabel 2.** Uji Statistik Anova Satu Arah Beton Pasir Zone I FAS 0,6 dengan Beton Pasir Zone III FAS 0,6 untuk Anova

Source of variation	SS	df	MS	F	P-Value	F-crit
Bedween Groups	17249,10	1	17249,10	29,635	0,000	7,093
Within Groups	33759,34	58	582,05			
Total	51008,44	59				

**Tabel 3.** Uji Statistik Anova Satu Arah Beton Pasir Zone I FAS 0,5 dengan Beton Pasir Zone III FAS 0,5 untuk Anova *Single*

Faktor	$\alpha$	0,01		
SUMMARY				
Group	Coun	Sum	Average	Variance
Data 1	30	10167,7	338,924	392,526
Data 2	30	12314,8	410,493	830,456

**Tabel 4.** Uji Statistik Anova Satu Arah Beton Pasir Zone I FAS 0,5 dengan Beton Pasir Zone III FAS 0,5 untuk Anova

Source of variation	SS	df	MS	F	P-Value	F-crit
Bedween Groups	76831,80	1	76831,80	125,647	0,000	7,093
Within Groups	35466,50	58	611,49			
Total	112298	59				

**Tabel 5.** Anova Satu Arah Beton Pasir Zone I FAS 0,3 dengan Beton Pasir Zone III FAS 0,3 untuk Anova *Sigle*

Faktor	$\alpha$	0,01		
SUMMARY				
Group	Coun	Sum	Average	Variance
Data 1	30	19115,21	637,174	896,091
Data 2	30	17159,81	571,993	1306,401

**Tabel 6.** Anova Satu Arah Beton Pasir Zone I FAS 0,3 dengan Beton Pasir Zone III FAS 0,3 untuk Anova

Source of variation	SS	df	MS	F	P-Value	F-crit
Bedween Groups	63726,03	1	63726,030	57,867	0,000	7,093
Within Groups	63872,25	58	1101,246			
Total	127598,3	59				

#### 4. Simpulan

Dari penelitian dan analisis sesuai dengan berbagai pengujian yang telah dilakukan, mulai dari pengujian bahan-bahan penunjang dan pengadukan campuran material beton yang kemudian diperoleh nilai kuat optimum beton. Maka, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari yang telah dilakukan, pencampuran butiran pasir zone I dan zone III yang menggunakan faktor air semen (FAS) 0,6 belum memenuhi kuat tekan rencana sebesar  $300 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan campuran butiran pasir zone I pada FAS 0,5 kuat tekan umur 28 hari sebesar  $402,57 \text{ kg/cm}^2$ , pada zone III sebesar  $351,56 \text{ kg/cm}^2$ , memenuhi syarat kuat tekan beton rencana sebesar  $300 \text{ kg/cm}^2$ . Pada campuran butiran pasir zone I pada FAS 0,3 kuat tekan umur 28 hari sebesar  $560,48 \text{ kg/cm}^2$ , dan pada zone III sebesar  $663,83 \text{ kg/cm}^2$ , sehingga FAS 0,3 zone I dan zone III telah memenuhi syarat kuat tekan beton rencana sebesar  $300 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Berdasarkan dari uji anova satu arah pada pasir zone I dan zone III Fhitung lebih besar dari Fcritis sehingga  $H_0$  di tolak jadi kuat tekan

beton dengan pasir zone I tidak sama dengan beton pasir zone III.

#### Daftar Pustaka

- Subakti, Aman, (1995), *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Surabaya: ITS.
- Murdock, L.J., Stephanus Hindarko, (1986), *Bahan dan Praktek Beton*, edisi ke –empat. Jakarta: Erlangga.
- Mulyono, (2004), *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Standar Industri Indonesia (SII) 0052-80, *Mutu dan Cara Uji Agregat Beton*, Jakarta: Departemen Perindustrian.
- Standar Industri Indonesia (SII) 0287-80, *Mutu dan Cara Uji Pasir Standard*, Jakarta: Departemen Perindustrian.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 0013-77, *Mutu dan Lama Uji Semen Portland*, Jakarta: Departemen Perindustrian.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) – 03 –2847–2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Jakarta: Departemen Perindustrian.
- Wangsadinata, Wiratman, dkk., (1979), *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*.