

## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton**

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang dilakukan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, untuk bahan yang di periksa adalah agregat kasar dan agregat halus sedangkan Semen Portland hanya dilakukan pengujian secara visual dengan melihat apakah semen tersebut terdapat semen yang memadat atau membeku. Dari hasil pemeriksaan bahan penyusun beton didapat hasil sebagai berikut:

##### **1. Semen**

Untuk Pemeriksaan semen dilakukan dengan melihat fisiknya secara visual, apakah semen itu produksi baru ataukah produksi lama dengan melihat apakah butiran semen terdapat butiran padat atau tidak.

##### **2. Air**

Untuk Pemeriksaan air dilakukan dengan melihat secara visual, namun sesuai dengan peraturan SK SNI S-04-1989 F bahwa air harus bersih, Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya yang dapat dilihat secara visual. Benda-benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram/liter, Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton lebih dari 15 gram/liter, Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter. Khusus untuk beton pra-tegang kandungan klorida tidak boleh 0,05 gram/liter dan Tidak boleh mengandung senyawa sulfat  $SO_3$  lebih dari 1 gram/liter. Karena Kualitas beton akan berkurang jika air yang digunakan mengandung kotoran, pengaruh lainnya pada saat pengikatan awal adukan beton.

##### **3. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Merapi)**

###### **a. Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus**

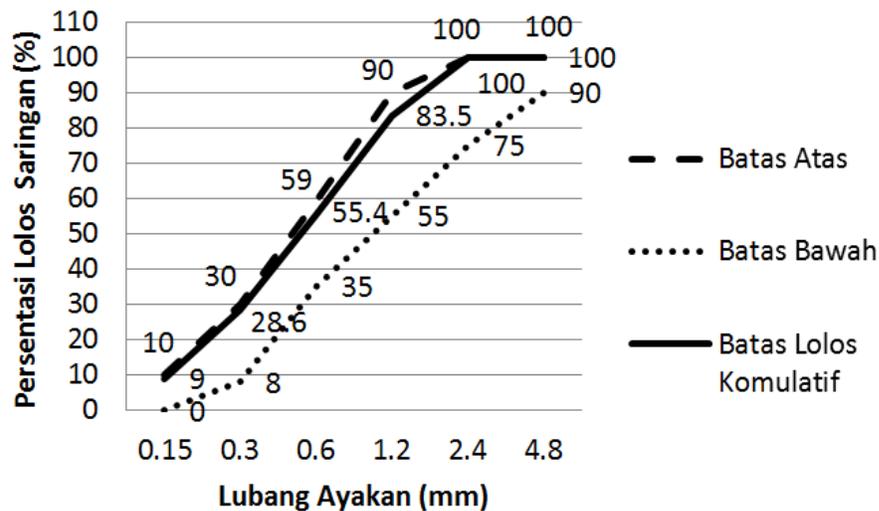
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada agregat halus (Pasir Merapi) didapat bahwa gradasi agregat halus termasuk dalam daerah gradasi no. 2 seperti yang terdapat pada BAB III Tabel 3.8., yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus

butir sebesar 2,235 %, Hasil pemeriksaan dapat dilihat dalam Tabel 5.1 dan Gambar 5.1. untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 5.1. Hasil Pemeriksaan Gradasi Pasir

Ukuran	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Komulatif (%)	Berat Lolos Komulatif (%)
No.4 (4,8 mm)	0	0	0	100
No.8 (2,4 mm)	0	0	0	100
No.16 (1,2 mm)	165	16,5	16,5	83,5
No.30 (0,6 mm)	281	28,1	44,6	55,4
No.50 (0,3mm)	268	26,8	71,4	28,6
No.100 (0,15 mm)	196	19,6	91	9
Pan	90	9	100	0
Total	1000	100 %	223,7	Daerah 2

Sumber : Hasil penelitian, 2016



Gambar 5.1 Hasil Pengujian Gradasi Pasir

#### b. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran II. Pada hasil penelitian berat jenis pasir jenuh kering muka didapat nilai 2.62 sehingga pasir ini dapat

digolongkan menjadi agregat normal karena hasilnya terletak diantara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodimuljo, 2007).

Tabel 5.2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan air agregat halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Berat Jenis Tampak	2,66
2.	Berat jenis curah	2,59
3.	Berat jenis jenuh kering muka	2,62
4.	Penyerapan air agregat halus	1.816 %

Sumber : Hasil Penelitian, 2016

c. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Hasil pengujian kadar air pasir di dapat nilai rata-rata sebesar 3.66 %. Oleh karena itu dapat disimpulkan pasir tepat penuh air karena butir-butir agregat mengandung air sama banyak dengan volume porinya namun permukaan butirnya kering (Tjokrodimuljo, 2007), sehingga sebelumnya dilakukan penjemuran hingga keadaan kering udara guna mengurangi kadar air pada pasir hasil selengkapnya pengujian kadar air dapat dilihat pada Lampiran III.

d. Pemeriksaan Berat Satuan Agregat Halus

Dari hasil pengujian Berat satuan pasir didapat  $1,565 \text{ gr/cm}^3$ , dengan ini agregat dapat digolongkan sebagai agregat normal karena berada di antara 1,50 – 1,80 (Tjokrodimuljo, 2007). Untuk Hasil pemeriksaan dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran IV.

e. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 4,176 % , lebih kecil dari batas yang ditetapkan pada SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi bahan bangunan bagian A bahwa untuk beton normal kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5%. Sehingga pasir dapat digunakan tanpa harus dicuci terlebih dahulu. Hasil pemeriksaan selengkapnya tentang kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran V.

#### 4. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Clereng)

##### b. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,63 sehingga batu ini tergolong agregat normal yaitu antara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodinuljo, 2007). Untuk hasil pemeriksaan dapat dilihat pada Tabel 5.3. dan Hasil selengkapnya dengan analisis hitungan dapat dilihat pada Lampiran VI.

Tabel 5.3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan air agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1.	Berat Jenis Tampak	2,69
2.	Berat jenis curah	2,58
3.	Berat jenis jenuh kering muka	2,63
4.	Penyerapan air agregat kasar	1,42 %

Sumber : Hasil Penelitian, 2016

##### c. Pemeriksaan Kadar Air Agregat kasar

Hasil pengujian kadar air batu pecah di dapat nilai rata-rata sebesar 0.549 %. Oleh karena itu dapat disimpulkan batu pecah kering udara karena butir-butir agregat mengandung sedikit air (tidak penuh) di dalam porinya dan permukaan butirannya kering (Tjokrodinuljo,2007). Untuk hasil selengkapnya pengujian kadar air Agregat Kasar batu pecah dapat dilihat pada Lampiran VII.

##### d. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Kadar lumpur agregat kasar rata-rata diperoleh sebesar 1.75 % , kadar lumpur agregat kasar lebih besar dari batas yang ditetapkan pada SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi bahan bangunan bagian A bahwa untuk beton normal kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 1%. Kandungan lumpur yang lebih besar dari yang disyaratkan ini disebabkan karena agregat yang digunakan sudah lama tertimbun sehingga bercampur tanah/lumpur, oleh karena itu sebelum digunakan untuk campuran beton agregat kasar dicuci terlebih dahulu. Untuk hasil pengujian dan analisis hitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran VIII.

e. Pemeriksaan Berat Satuan agregat Kasar

Berat satuan agregat kasar yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah sebesar  $1,55 \text{ g/cm}^3$ . dengan ini agregat dapat digolongkan sebagai agregat normal karena berada di antara 1,50 – 1,80 (Tjokrodimuljo, 2007). Untuk Hasil pemeriksaan dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran IX.

f. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Keausan butir batu pecah yang diperoleh dari hasil pemeriksaan menggunakan mesin *Los Angeles* adalah 21,360 % lebih kecil dari batas maksimum yang ditetapkan yaitu, bahwa kekerasan atau kekuatan agregat kasar untuk beton normal tidak boleh lebih dari 40 % apabila agregat kasar diuji dengan mesin *Los Angeles* (Tjokrodimuljo, 2007). Untuk Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar selenngkanya dapat dilihat pada Lampiran X.

### B. Hasil Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perhitungan dari Perancangan campuran adukan beton dengan metode SK SNI : 03-2834-2002, rencana untuk kebutuhan bahan adukan beton dapat dilihat pada Tabel 5.4. dan Tabel 5.5 sedangkan untuk analisis hitungngan perancangan campuran beton dapat dilihat pada lampiran XI.

Tabel 5.4. Kebutuhan bahan susun untuk tiap  $1 \text{ m}^3$  adukan beton normal

No.	Nilai Fas	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu pecah (Kg)	Air (Liter)
1.	0,40	512.25	633.65	1033.85	205
2.	0,45	455.6	672.53	1051.91	205
3.	0,50	410	708	1062	205

Sumber : Hasil Penelitian, 2016

Tabel 5.5. Kebutuhan bahan susun untuk tiap 1 silinder adukan beton normal

No.	Nilai Fas	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Batu pecah (Kg)	Air (Liter)
1.	0,40	2.72	3.36	5.48	1.08
2.	0,45	2.41	3.56	5.58	1.08
3.	0,50	2.17	3.75	5.63	1.08

Sumber : Hasil Penelitian, 2016

### C. Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan pada saat pengadukan pencampuran beton, nilai *slump* yang didapat pada saat pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.6.:

Tabel 5.6. hasil pengujian *slump*

No.	Jenis Semen	Nilai Fas	Uji <i>Slump</i> 1	Uji <i>Slump</i> 2	Rata-rata
1.	Semen Bima	0,40	8,5	7,5	8
		0,45	9	10	9.5
		0,50	12	14	13
2.	Semen Holcim	0,40	11	9	10
		0,45	11,5	12,5	12
		0,50	14	16	15
3.	Semen Garuda	0,40	8	8,5	8.25
		0,45	9,5	10	9.75
		0,50	13	12	12,5

Sumber : Hasil Penelitian, 2016

### D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton dengan Semen Bima, Semen Holcim dan Semen Garuda pada nilai FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50 dilakukan pada umur 7 hari. Untuk hasil pengujian kuat tekan beton pada tiap Semen Bima, Semen Holcim dan Semen Garuda dengan nilai FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50 adalah sebagai berikut :

a. Nilai Kuat Tekan Beton Semen Bima, Semen Holcim dan Semen Garuda

1. Semen Bima

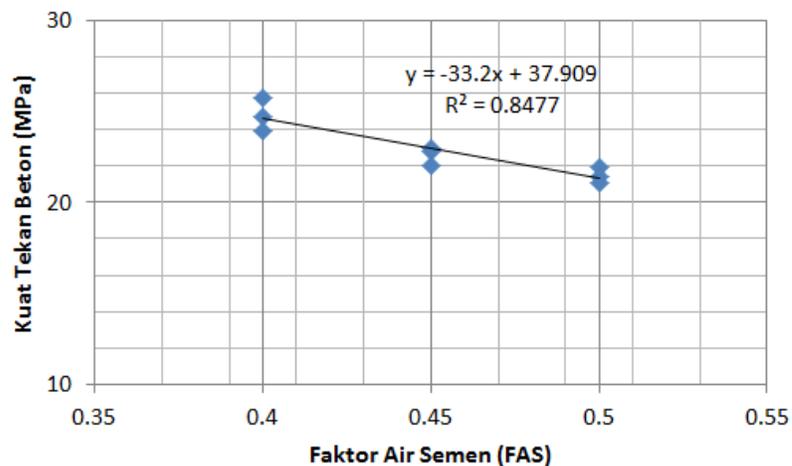
Hasil pengujian kuat tekan beton pada Semen Bima dengan nilai FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50 dapat dilihat pada Tabel 5.7. sebagai berikut :

Tabel 5.7. Hasil Uji kuat tekan Beton Semen Bima dengan nilai FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50

No	Jenis Semen	Nilai FAS	kuat tekan (MPa)	Rata-rata
1.	Semen Bima	0.4	25.72	24.8
			24.73	
			23.95	
2.		0.45	23.01	22.62
			22.82	
			22.05	
3.		0.5	21.91	21.48
			21.46	
			21.07	

Sumber : Hasil Penelitian,2016

Dari hasil pengujian kuat tekan beton maka dapat diolah menjadi grafik persamaan antara faktor air semen dan kuat tekan beton. Untuk hasil grafik persamaan dapat dilihat pada Gambar 5.2



Gambar 5.2. Hubungan antara Kuat Tekan Beton Semen Bima dengan faktor Air Semen pada umur 7 hari

Berdasarkan grafik regresi pada Gambar 5.2. didapat persamaan sebagai berikut:

$$y = -33.2x + 37.909 \quad \dots\dots\dots(5.1)$$

$$R^2 = 0.8477 \quad \dots\dots\dots(5.2)$$

Persamaan 5.1 dapat digunakan untuk mencari nilai optimum jika menggunakan fas tertentu pada Semen Bima. Untuk perhitungan nilai optimum pada FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50 adalah sebagai berikut :

Analisis Hitungan pada nilai FAS 0,40

$$y = -33.2x + 37.909$$

$$y = -33.2 (0,40) + 37.909$$

$$y = 24.629 \text{ MPa}$$

Analisis Hitungan pada nilai FAS 0,45

$$y = -33.2x + 37.909$$

$$y = -33.2 (0,45) + 37.909$$

$$y = 22.969 \text{ MPa}$$

Analisis Hitungan pada nilai FAS 0,50

$$y = -33.2x + 37.909$$

$$y = -33.2 (0,50) + 37.909$$

$$y = 21.309 \text{ MPa}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan Persamaan regresi maupun dari pengujian kuat tekan beton didapat bahwa semen bima pada nilai FAS 0.40 memiliki kuat tekan paling tinggi dari nilai FAS 0,45 dan 0,50. Nilai Faktor Air Semen (FAS) sangat berpengaruh pada kuat tekan beton yang dihasilkan, hal ini disebabkan karena jumlah semen semakin banyak pada nilai Faktor Air Semen yang kecil. Jumlah semen yang terlalu banyak menyebabkan pori-pori pada beton semakin kecil, Namun jika nilai Faktor Air Semen terlalu kecil juga dapat mempengaruhi kekuatan beton, sebab fas terlalu kecil pengadukannya susah jadi pencampuran tidak bisa merata.

## 2. Semen Holcim

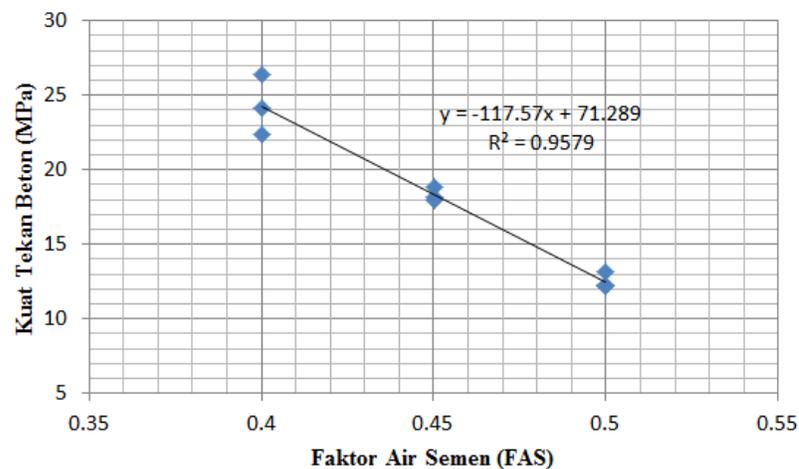
Hasil pengujian kuat tekan beton pada Semen Holcim dengan nilai FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50 dapat dilihat pada Tabel 5.8. sebagai berikut :

Tabel 5.8. Hasil Uji kuat tekan Beton Semen Holcim dengan nilai FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50

No	Jenis Semen	Nilai FAS	kuat tekan (MPa)	Rata-rata
1.	Semen Holcim	0.4	26.39	24.29
			24.10	
			22.40	
2.		0.45	17.93	16.62
			16.42	
			15.52	
3.		0.5	13.20	12.54
			12.24	
			12.18	

Sumber : Hasil Penelitian,2016

Dari hasil pengujian kuat tekan beton maka dapat diolah menjadi grafik persamaan antara faktor air semen dan kuat tekan beton. Untuk hasil grafik persamaan dapat dilihat pada Gambar 5.3



Gambar 5.3. Hubungan antara Kuant Tekan Beton Semen Holcim dengan faktor Air Semen pada umur 7 hari

Berdasarkan grafik regresi pada Gambar 5.3. didapat Persamaan sebagai berikut:

$$y = -117.57x + 71.289 \quad \dots\dots\dots(5.3)$$

$$R^2 = 0.9579 \quad \dots\dots\dots(5.4)$$

Persamaan 5.3 dapat digunakan untuk mencari nilai optimum jika menggunakan fas tertentu pada Semen Holcim. Untuk perhitungan nilai optimum pada FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50 adalah sebagai berikut :

Analisis Hitungan pada nilai FAS 0,40

$$y = -117.57x + 71.289$$

$$y = -117.57(0.40) + 71.289$$

$$y = 24.261 \text{ MPa}$$

Analisis Hitungan pada nilai FAS 0,45

$$y = -117.57x + 71.289$$

$$y = -117.57(0.45) + 71.289$$

$$y = 18.3825 \text{ MPa}$$

Analisis Hitungan pada nilai FAS 0,50

$$y = -117.57x + 71.289$$

$$y = -117.57(0.50) + 71.289$$

$$y = 12.504 \text{ MPa}$$

Dari hasil perhitungan menggunakan Persamaan regresi nilai kuat tekan beton optimum Semen Holcim terjadi pada Faktor Air Semen 0,40 dengan nilai 24,261 MPa dan untuk hasil pengujian kuat tekan beton didapat bahwa semen Holcim pada nilai FAS 0.40 memiliki kuat tekan paling tinggi dari nilai FAS 0,45 dan 0,50. Nilai Faktor Air Semen (FAS) sangat berpengaruh pada kuat tekan beton yang dihasilkan, hal ini disebabkan karena jumlah semen semakin banyak pada nilai Faktor Air Semen yang kecil. Jumlah semen yang terlalu banyak menyebabkan pori-pori pada beton semakin kecil, Namun jika nilai Faktor Air Semen terlalu kecil juga dapat

mempengaruhi kekuatan beton, sebab fas terlalu kecil pengadukannya susah jadi pencampuran tidak bisa merata.

### 3. Semen Garuda

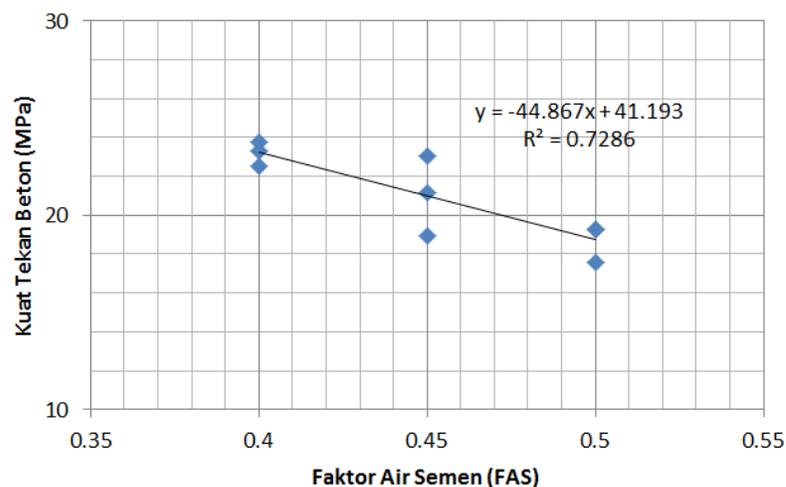
Hasil pengujian kuat tekan beton pada Semen Garuda dengan nilai FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50 dapat dilihat pada Tabel 5.9. sebagai berikut :

Tabel 5.9. Hasil Uji kuat tekan Beton Semen Garuda dengan nilai FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50

No	Jenis Semen	Nilai FAS	kuat tekan (MPa)	Rata-rata
1.	Semen Garuda	0.4	23.78	23.21
			23.29	
			22.56	
2.		0.45	23.08	21.07
			21.19	
			18.96	
3.		0.5	19.3	18.72
			19.29	
			17.58	

Sumber : Hasil Penelitian, 2016

Dari hasil pengujian kuat tekan beton maka dapat diolah menjadi grafik persamaan antara faktor air semen dan kuat tekan beton. Untuk hasil grafik persamaan dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4. Hubungan antara Kuat Tekan Beton Semen garuda dengan faktor Air Semen pada umur 7 hari

Berdasarkan grafik regresi pada Gambar 5.4. didapat Persamaan sebagai berikut:

$$y = -44.867x + 41.193 \quad \dots\dots\dots(5.5)$$

$$R^2 = 0.7286 \quad \dots\dots\dots(5.6)$$

Persamaan 5.5 dapat digunakan untuk mencari nilai optimum jika menggunakan fas tertentu pada Semen Holcim. Unruk perhitungan nilai optimum pada FAS 0,40 ; 0,45 dan 0,50 adalah sebagai berikut :

Analisis Hitungan pada nilai FAS 0,40

$$y = -44.867x + 41.193$$

$$y = -44.867(0.40) + 41.193$$

$$y = 23.2462 \text{ MPa}$$

Analisis Hitungan pada nilai FAS 0,45

$$y = -44.867x + 41.193$$

$$y = -44.867(0.45) + 41.193$$

$$y = 21.0028 \text{ MPa}$$

Analisis Hitungan pada nilai FAS 0,50

$$y = -44.867x + 41.193$$

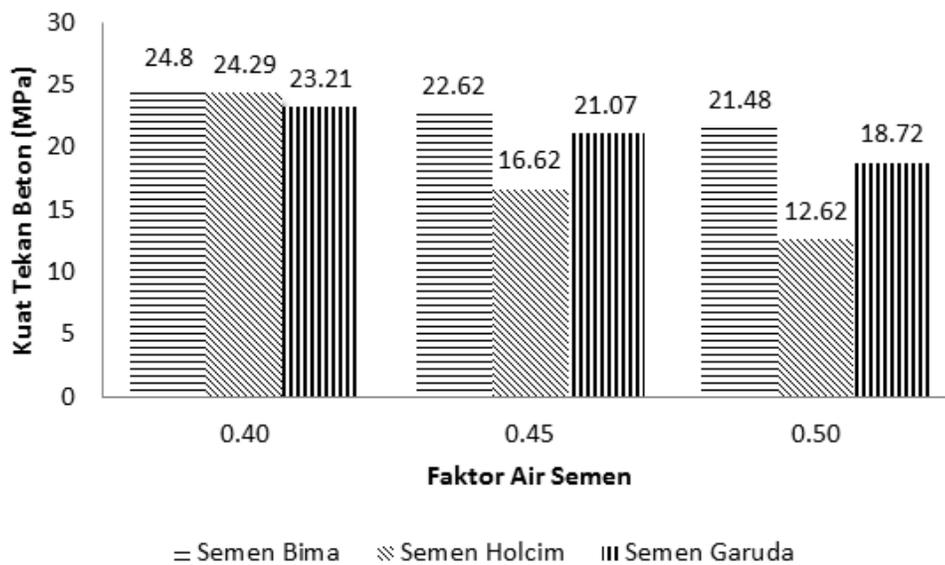
$$y = -44.867(0.50) + 41.193$$

$$y = 18.7595 \text{ MPa}$$

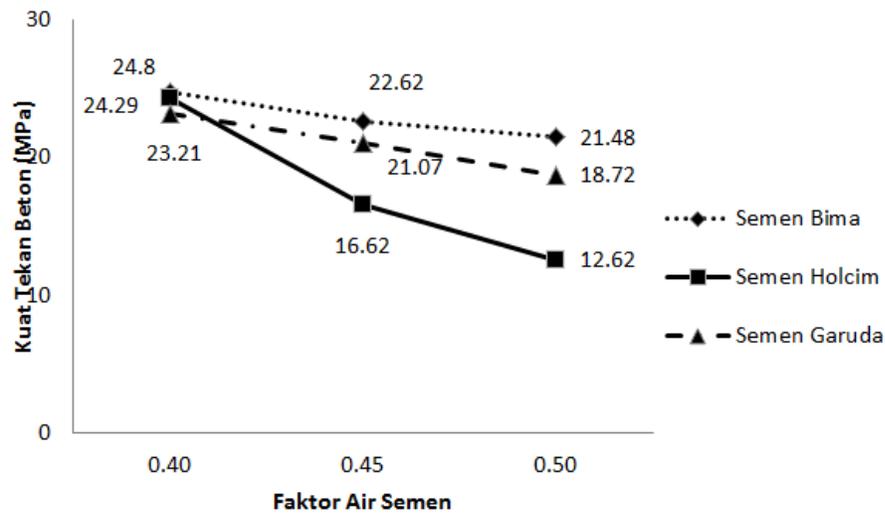
Dari hasil perhitungan menggunakan Persamaan segresi nilai kuat tekan beton optimum Semen Garuda terjadi pada Faktor Air Semen 0,40 dengan nilai 23,2462 MPa dan untuk hasil pengujian kuat tekan beton didapat bahwa semen Holcim pada nilai FAS 0.40 memiliki kuat tekan paling tinggi dari nilai FAS 0,45 dan 0,50. Pada nilai FAS 0,40 memiliki nilai *Slump* paling rendah dari pada FAS 0,45 dan 0,50 nilai *slump* juga sangat berpengaruh pada kuat tekan beton seperti halnya nilai Faktor Air Semen.

b. Perbandingan Kuat Tekan Beton dengan Semen Bima, Semen Holcim dan Semen Garuda

Untuk mengetahui kuat tekan beton yang baik dari Semen Bima, Semen Holcim dan Semen Garuda maka dibuatlah grafik batang seperti pada Gambar 5.5. sebagai berikut :



Gambar 5.5. Grafik Batang Hubungan antara Kuat Tekan Beton dengan Nilai Faktor Air Semen Pada Semen Bima, Semen Holcim dan Semen Garuda



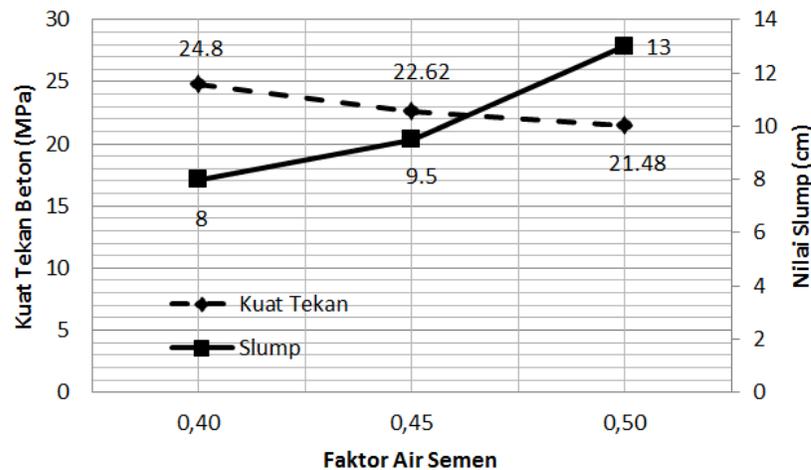
Gambar 5.6. Hubungan antara Kuat Tekan Beton dengan Nilai Faktor Air Semen Pada Semen Bima, Semen Holcim dan Semen Garuda

Dari Gambar 5.5. dan Gambar 5.6. dapat dilihat bahwa kuat tekan paling tinggi dari ketiga jenis Semen pada Faktor Air Semen 0,40. Dari Gambar 5.5. dan Gambar 5.6. Semen Bima pada tiap Faktor Air Semen memiliki kuat tekan paling tinggi dari Semen Holcim dan Semen Garuda, hal ini disebabkan karena Semen Bima memiliki nilai *slump* yang rendah dari Semen Holcim dan Semen Garuda. Sedangkan pada FAS 0,45 dan 0,50 Semen Garuda memiliki kuat tekan paling tinggi dari Semen Holcim pada FAS 0,40 Semen holcim memiliki kuat tekan paling tinggi dari Semen Garuda, hal ini disebabkan karena Semen garuda pada Fas 0,45 dan 0,50 memiliki nilai *slump* yang rendah dari Semen Holcim. Nilai *Slump* yang tinggi dapat mengurangi kuat tekan beton dan nilai *slump* yang rendah dapat meningkatkan kuat tekan beton, namun nilai *slump* yang rendah membuat proses pencampuran yang kurang merata dan mengakibatkan banyak rongga pada beton. Pada saat penelitian dengan melihat secara visual waktu proses pengadukan Semen Holcim rata-rata menjadi encer dari Semen Bima dan Semen Holcim, hal ini menyebabkan kuat tekan beton menurun. Dari hasil pengujian juga didapat bahwa dua jenis semen baru yaitu Semen Bima dan Semen Garuda mengalami penurunan kuat tekan yang tidak terlalu jauh apabila nilai FAS membesar, berbeda dengan

Semen Holcim yang merupakan produk semen lama. Perbedaan penurunan sendiri dapat dilihat pada Gambar 5.6.

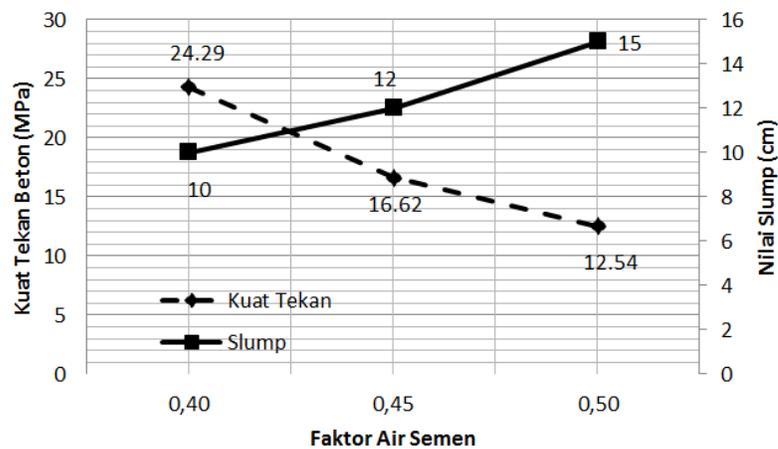
c. Pengaruh Nilai *slump* terhadap kuat tekan beton

Untuk mengetahui pengaruh *slump* terhadap kuat tekan beton maka dibutuhkan Data uji kuat beton, nilai *Slump* dan Faktor Air Semen. Dari data tersebut maka didapat grafik seperti pada Gambar 5.7., Gambar 5.8.. Gambar 5.9. dan Gambar 5.10..



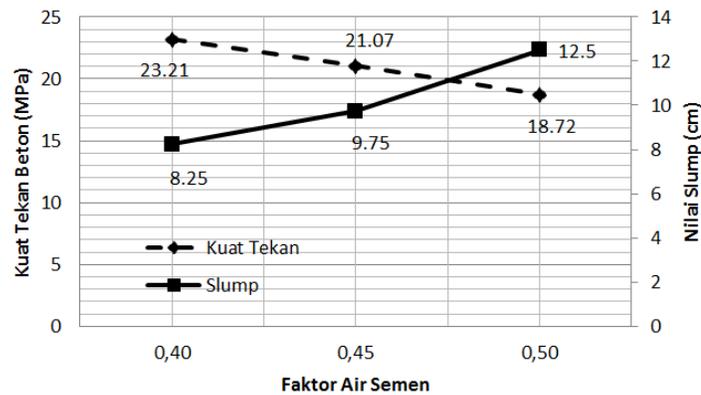
Gambar 5.7. Hubungan nilai *slump* dan kuat tekan beton dengan FAS pada Semen

Bima

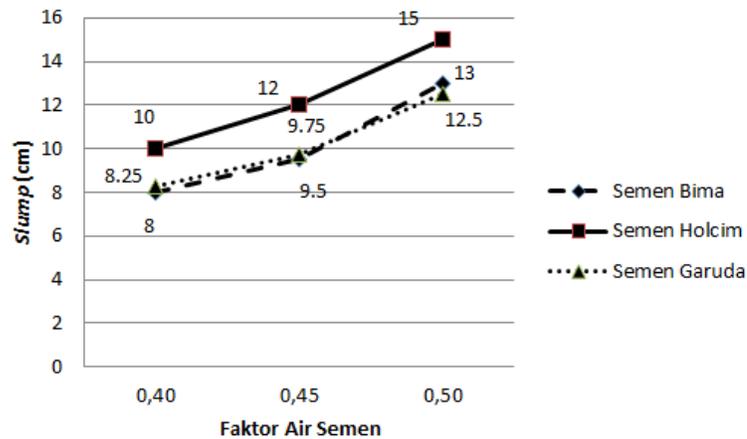


Gambar 5.8. Hubungan nilai *slump* dan kuat tekan beton dengan FAS pada Semen

Holcim



Gambar 5.9. Hubungan antara nilai *slump* dan kuat tekan beton dengan FAS pada Semen Garuda



Gambar 5.10. Hubungan antara nilai *slump* dan Faktor Air Semen (FAS)

Dari Gambar 5.7., Gambar 5.8. dan Gambar 5.9. dapat dilihat bahwa nilai *slump* sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Jika nilai *slump* tinggi maka beton mudah dikerjakan namun memiliki kuat tekan rendah, tetapi jika nilai *slump* rendah beton akan memiliki kuat tekan tinggi namun sulit untuk dikerjakan. Untuk nilai *slump* tertinggi terjadi pada nilai Faktor Air Semen 0,50, hal ini disebabkan karena jumlah semen pada FAS 0,50 sedikit dibandingkan dengan ada FAS 0,40 dan 0,45. Jumlah pasta semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat. Pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori antar butir-butir agregat terisi penuh dengan pasta semen. (Tjokrodikuljo, 2007). Dari Gambar 5.10. juga dapat dilihat bahwa nilai FAS juga sangat berpengaruh terhadap nilai *slump*.