

**BAB IV**  
**ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Analisa**

**4.1.1 Umum**

Pengujian sampel beton untuk mendapatkan kuat desak beton, berat volume beton dan pengurangan berat, data-data yang dihasilkan dianalisa untuk mendapatkan jawaban dari rumusan masalah. Analisa hasil pengujian dapat dilihat sebagai berikut.

**4.1.2 Slump**

Nilai-nilai slump yang dicapai pada berbagai variasi adukan beton adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Nilai Slump Pada Campuran Beton

Variasi campuran	Nilai slump	Nilai rata-rata slump
0%	9,5	10,5
	10,5	
	10,5	
	11,5	
15%	9,5	10,3
	9,5	
	11,5	
	11	
20%	10	10,25
	10	
	11	
	10,25	
25%	9,5	10,06
	10,5	
	10,25	
	10	

#### 4.1.3 Berat volume beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton dan volume beton. pada penelitian ini dipakai benda uji berbentuk kubus sehingga perhitungan berat volume beton adalah sebagai berikut :

$$\text{Berat volume} = \frac{\text{Berat Beton}}{\text{Volume Beton}(P \times L \times T)}$$

Keterangan :

P = Panjang kubus

L = Lebar kubus

T = Tinggi kubus

Untuk tiap variasi adukan, berat volume beton adalah rata-rata dari berat volume benda uji tiap variasi.

$$\text{Berat volume ( tiap variasi adukan )} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{berat volume beton}}{n}$$

Perhitungan Berat Volume (V) yang Disyaratkan pada penambahan Fly Ash 0 % umur 28 hari adalah sebagai berikut :

- Untuk Sampel pertama

Diketahui : - berat beton = 8.127 kg

- volume = 3356.8985 cm<sup>3</sup>

- Menghitung berat volume (V)

$$V = \frac{\text{berat beton}}{\text{volume}} = \frac{8.127}{3356.8985} = 0.00240984 \text{ kg/cm}^3$$

$$= 2.4210 \text{ t/m}^3$$

- Dengan langkah-langkah seperti diatas sehingga untuk perhitungan sampel-sampel berikutnya diperoleh berat volume beton seperti pada lampiran 2A.
- Mencari nilai berat volume beton rata-rata diperoleh  $2.4268 \text{ t/m}^3$ .
- Dengan cara yang sama dicari untuk sampel berikutnya.
- Hasil perhitungan berat volume beton secara keseluruhan seperti dalam tabel berikut.

Tabel 4.2 Daftar Berat Volume Beton Dengan Tanpa Rendaman  $\text{MgSO}_4$

No (1)	% Fly Ash (2)	Berat Volume Beton Tanpa Rendaman			Berat Volume Beton dengan Rendaman		Prosentase Pengurangan Berat Volume %	
		28 hari (3)	58 hari (4)	88 hari (5)	58 hari (6)	88 hari (7)	$\frac{(4)-(6)}{(4)} \times 100$ (4)	$\frac{(5)-(7)}{(5)} \times 100$ (5)
1	0 %	2.4268	2.3985	2.4424	2.4204	2.4098	0.9131	1.3348
2	15%	2.4180	2.4180	2.4277	2.3749	2.4141	1.7753	0.5602
3	20%	2.4003	2.4135	2.4068	2.4087	2.4004	0.1989	0.3446
4	25%	2.4041	2.3832	2.3943	2.3984	2.4112	0.6756	0.7058

#### 4.1.4 Hasil perhitungan pengurangan berat beton

Dalam perendaman sulfat ternyata telah terjadi peluruhan beton yang mengakibatkan berat beton berkurang.

Perhitungan pengurangan berat beton pada penambahan Fly Ash 0 % umur 58 hari adalah sebagai berikut :

- Untuk sampel pertama

Diketahui : - berat beton awal (a) = 8.5470 kg

- berat beton akhir (b) = 8.5360 kg

- Menghitung selisih berat

$$\text{Selisih berat (c)} = 8.5470 - 8.5360 = 0.0110 \text{ kg}$$

- Menghitung prosentase pengurangan berat beton (d)

$$(d) = \frac{(c)}{(a)} * 100\% = \frac{0.0110}{8.5470} * 100\% = 0.1287\%$$

- Dengan langkah-langkah seperti diatas sehingga untuk perhitungan sampel-sampel berikutnya diperoleh pengurangan berat beton untuk semua variasi Fly Ash, seperti pada lampiran.
- Mencari nilai pengurangan berat beton rata-rata diperoleh 0.5342%.
- Hasil perhitungan selisih berat beton untuk tiap variasi seperti dalam tabel berikut :

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Pengurangan Berat Beton Rata-Rata

No	Fly Ash (%)	Umur	Selisih Rata-Rata (kg)	Prosentase Pengurangan Rata-Rata (%)
1	0%	58	0.0450	0.5342
		88	0.0480	0.5756
2	15%	58	0.0466	0.5650
		88	0.0541	0.6420
3	20%	58	0.0460	0.5469
		88	0.0503	0.6036
4	25%	58	0.0443	0.5314
		88	0.0476	0.5692

#### 4.1.5 Perhitungan kuat desak beton yang disyaratkan

Perhitungan kuat desak beton yang disyaratkan (  $f_c'$  ) dimaksudkan untuk mengetahui mutu beton dan merupakan ukuran dari mutu pelaksanaannya.

Perhitungan ini didasarkan pada ketentuan rumus sebagai berikut :

$$f'c = f'cr - 1,64 kS$$

Keterangan :

$f'c$  = Kuat desak yang disyaratkan (  $kg/cm^2$  )

$f'cr$  = Kuat desak rata-rata (  $kg/cm^2$  )

$k$  = Pengali deviasi standar

$S$  = Deviasi standar

Untuk memenuhi persyaratan diatas perlu dicari hal sebagai berikut :

- a. Mencari deviasi standar

Deviasi standar dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (fc - fcr)^2}{(n-1)}}$$

Keterangan :

$S$  = Deviasi Standar (  $kg/cm^2$  )

$f'c_{28}$  = Kuat Tekan beton masing-masing benda uji (  $kg/cm^2$  )

$f'cr$  = Kuat Tekan beton rata-rata (  $kg/cm^2$  )

$n$  = Jumlah benda uji

- b. Mencari konversi jumlah benda uji yang disyaratkan.

Untuk mencari angka konversi dari jumlah benda uji yang disyaratkan berdasarkan jumlah benda uji 30 buah. Pada penelitian ini diambil 40 buah sampel tiap variasi. Untuk itu dapat dilihat faktor pengali terhadap deviasi standar yang dihitung berdasarkan Tabel 2.4.

- c. Faktor konversi kubus dengan dimensi  $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}^3$  sebesar 0,83 agar setara dengan sampel benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Perhitungan Kuat Desak Beton yang Disyaratkan pada penambahan Fly Ash 0 % umur 28 hari adalah sebagai berikut :

Untuk sampel 1

- Diketahui : Beban Maksimum (P) = 680 kN = 680 x 101.9368  
= 69317.0240 Kg

$$\text{Luas Kubus Beton (A)} = 222.6060 \text{ cm}^2$$

$$\text{KuatDesak Beton} = \frac{P}{A} = \frac{693170240}{2226060} = 311.3889 \text{ kg/cm}^2$$

- Dari perhitungan kuat desak diatas dikonversikan ke silinder (dikali 0.83) sehingga diperoleh = 258.4527 Kg/cm<sup>2</sup> = 25.8453 MPa
- Dengan langkah-langkah seperti diatas sehingga untuk perhitungan sampel-sampel berikutnya diperoleh hasil kuat desak beton dan hasil konversi secara lengkap dalam lampiran 1.
- Mencari nilai kuat desak rata-rata ( f<sup>cr</sup>) diperoleh 29.6911 Mpa.
- Mencari nilai Deviasi Standar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{c_{28}} - f_{cr})^2}{(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{(44.8318)^2}{(10-1)}} = 2.2319 \text{ MPa}$$

- Hitung Kuat desak yang sebenarnya

$$f^c = f^{cr} - 1,64 * S$$

$$= 29.6911 - 1,64 * 2.2319 = 26.0308 \text{ Mpa}$$

Hasil keseluruhan perhitungan kuat desak beton berdasarkan dengan ketentuan-ketentuan yang disyaratkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan ( f'c )  
Tanpa Rendaman MgSO<sub>4</sub>

No	Fly Ash	Kuat Desak Beton ( f'c )		
		Umur 28	Umur 58	Umur 88
1	0%	26.0308	26.3354	26.5288
2	15%	28.6194	29.6304	30.3941
3	20%	27.3795	27.6749	27.9610
4	25%	25.7901	26.0169	26.1677

Tabel 4.6 Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan ( f'c )  
Dengan Rendaman MgSO<sub>4</sub>

No	Fly Ash	Kuat Desak Beton ( f'c )	
		Umur 58	Umur 88
1	0%	25.8130	25.4031
2	15%	28.4728	27.9040
3	20%	26.7471	26.1871
4	25%	25.5053	25.0324

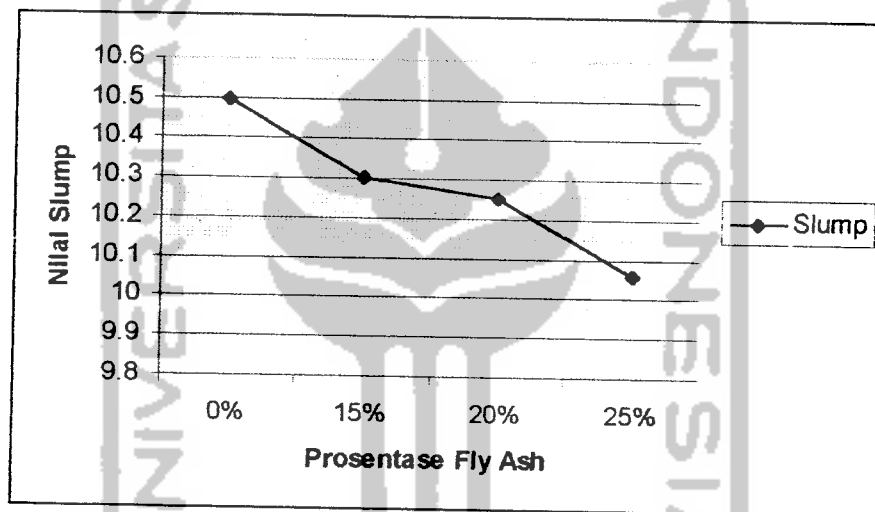
## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Nilai slump

Hasil nilai rata-rata slump dicantumkan pada tabel berikut:  
Tabel 4.7 Nilai Rata-Rata Slump

No	Fly Ash	Nilai Slump
1	0%	10.50
2	15%	10.30
3	20%	10.25
4	25%	10.06

Dari nilai rata-rata slump dapat digambarkan dengan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik Nilai Rata-Rata Slump

Dari Tabel 4.7 dan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai slump sejalan dengan adanya penambahan Fly Ash, ini membuktikan bahwa didalam adukan, Fly Ash juga mempunyai daya serap. Namun nilai penurunannya tidak terlalu besar sehingga perubahan nilai slump disini tidak begitu berpengaruh terhadap workability dan faktor air semennya.



#### 4.2.2 Nilai penurunan berat beton

Pada perendaman telah terjadi penurunan berat beton, baik pada beton umur 58 maupun 88 hari. Besarnya penurunan bisa dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.8 Penurunan Berat Beton Umur 58 Hari

No	% Fly Ash	Berat Awal	Berat Akhir	Selisih
1	0	8.4285	8.3935	0.0450
2	15	8.2730	8.2264	0.0466
3	20	8.2989	8.3529	0.0460
4	25	8.3429	8.2986	0.0443

Tabel 4.9 Penurunan Berat Beton Umur 88 Hari

No	% Fly Ash	Berat Awal	Berat Akhir	Selisih
1	0	8.3731	8.3251	0.0480
2	15	8.4104	8.3771	0.0541
3	20	8.3300	8.2797	0.0503
4	25	8.3600	8.3981	0.0476

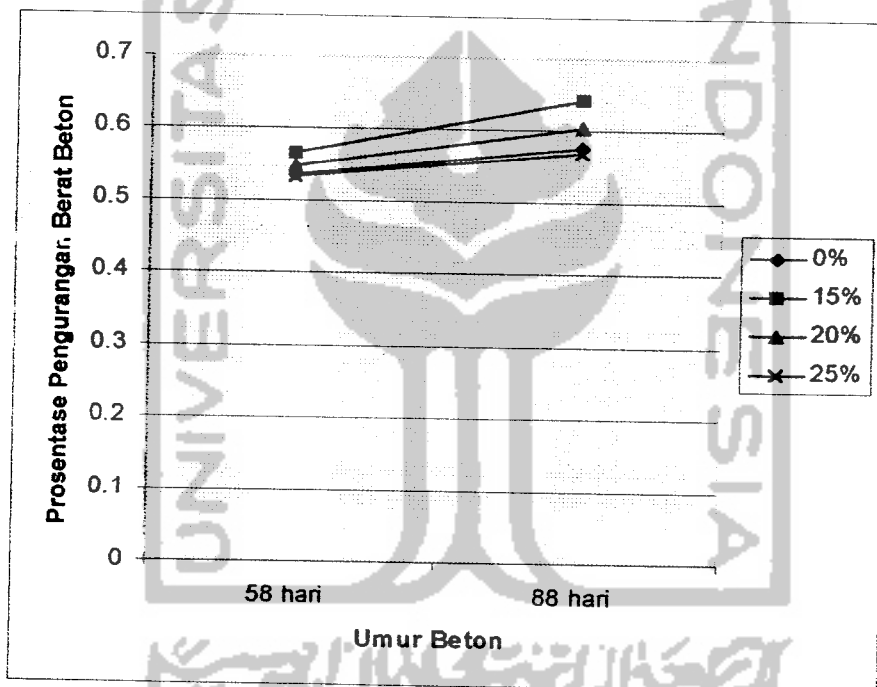
Pada Tabel 4.8 dan 4.9 menunjukkan penurunan berat beton sebelum dan setelah direndam, maka pada rendaman 30 dan 60 hari ini membuktikan bahwa pengaruh Magnesium Sulfat dapat mengakibatkan terjadinya peluruhan terhadap bahan campuran beton. Secara fisik yang terjadi pada beton terlihat lapisan luar berwarna kekuning-kuningan dan pengelupasan pada sisi luarnya.

Dilihat dari prosentase penurunan berat rata-rata akibat perendaman dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Prosentase Pengurangan Berat Rata- Rata

No	% Fly Ash	% Pengurangan berat rata-rata pada umur beton	
		58 hari	88 hari
1	0%	0.5342	0.5756
2	15%	0.5650	0.6420
3	20%	0.5469	0.6036
4	25%	0.5314	0.5692

Prosentase penurunan berat rata-rata beton umur 58 dan 88 hari dapat digambarkan pada grafik berikut:



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Penurunan Berat Rata-Rata Beton Umur 28 Hari Dan 88 Hari Dalam Prosentase

Pada tabel 4.10 dan gambar 4.2 menunjukkan bahwa makin lama perendaman maka makin besar penurunannya untuk semua prosentase penambahan Fly Ash.

besar peluruhan yang akan terjadi, hal ini akan berpengaruh terhadap penurunan kuat desak beton.

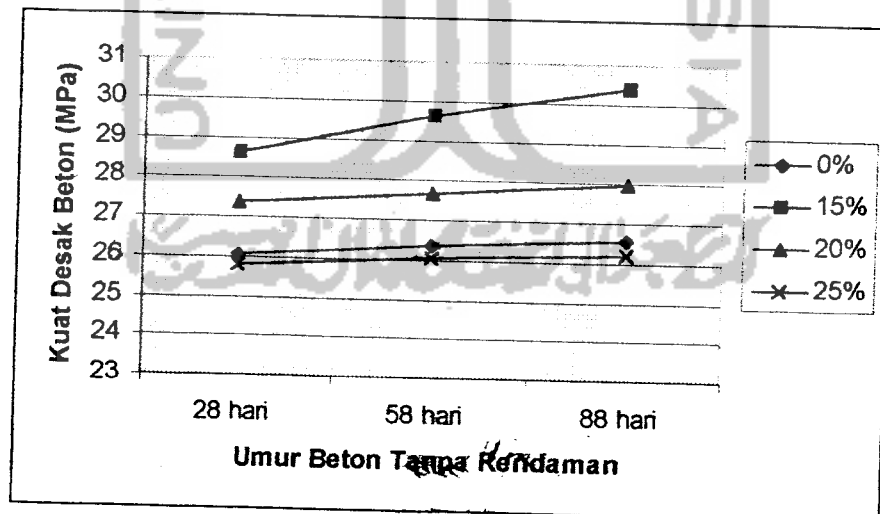
#### 4.2.3 Kuat desak beton

Hasil perhitungan kuat desak yang disyaratkan ( $f_c$ ) dicantumkan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 4.11 Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan ( $f_c$ ) Tanpa Rendaman  $MgSO_4$

No	Fly Ash	Kuat Desak Beton		
		Umur 28	Umur 58	Umur 88
1	0%	26.0308	26.3354	26.5288
2	15%	28.6194	29.6304	30.3941
3	20%	27.3795	27.6749	27.9610
4	25%	25.7901	26.0169	26.1677

Kuat desak beton yang disyaratkan tanpa rendaman dapat digambarkan pada grafik berikut:



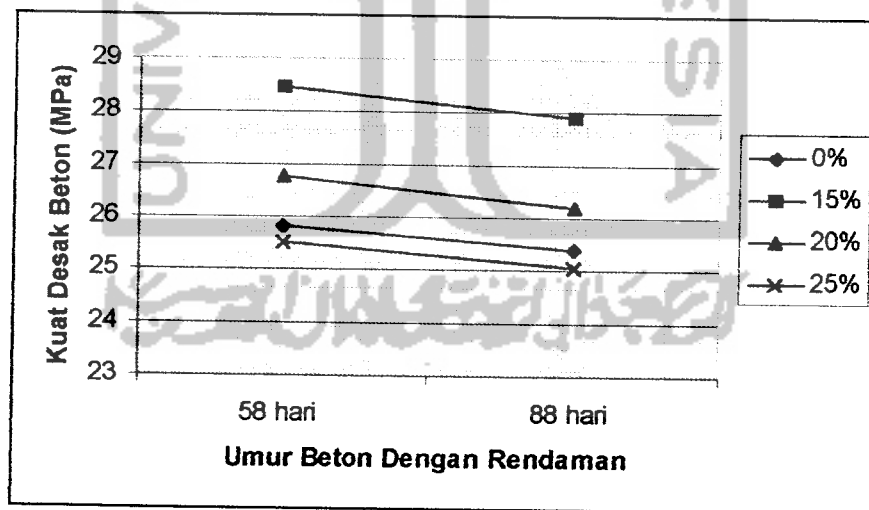
Gambar 4.3 Grafik Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan ( $f_c$ ) Tanpa Rendaman

Pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kuat desak mengalami kenaikan akibat penambahan Fly Ash 15% dan 20%, penambahan Fly Ash 25% mengalami penurunan dari beton normal, dan mengalami kenaikan kuat desak baik dari beton umur 28 ke beton umur 58 dan umur 28 ke umur 88 hari, hal ini akan dipakai sebagai bahan perbandingan pada pembahasan berikutnya.

Tabel 4.12 Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan (  $f'_c$  ) Dengan Rendaman  $MgSO_4$

No	Fly Ash	Kuat Desak Beton	
		Umur 58	Umur 88
1	0%	25.8130	25.4031
2	15%	28.4728	27.9040
3	20%	26.7471	26.1871
4	25%	25.5053	25.0324

Penurunan kuat desak beton yang disyaratkan dari umur 58 hari ke 88 hari dengan rendaman dapat digambarkan pada grafik berikut:



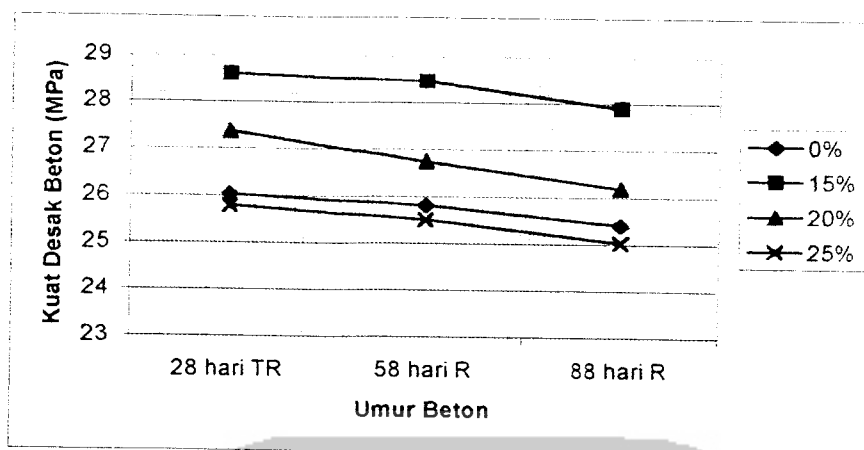
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan ( $f'_c$ ) Dari Umur 58 Hari Ke 88 Hari Dengan Rendaman

Pada Tabel 4.12 dan Gambar 4.4 dimana beton rendaman 30 hari (umur 58 hari) kuat desak betonnya sudah mengalami penurunan dibandingkan beton yang tanpa rendaman umur 28 hari dan 58 hari. begitu juga beton rendaman 60 hari (umur 88 hari) juga mengalami penurunan bila dibanding beton umur 28 hari dan 88 hari yang tanpa rendaman. Hal ini menunjukkan bahwa akibat yang ditimbulkan oleh serangan Magnesium Sulfat sangat berpengaruh terhadap kuat desak beton.

Tabel 4.13 Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Secara Keseluruhan.

No	Jenis	Variasi Fly Ash	Umur (hari)	Kuat Desak Beton ( f <sub>c</sub> )		Prosentase Penurunan (%)
				Tanpa Direndam (MPa)	Direndam (MPa)	
1	Beton Normal	0%	28	26.0308		
2		0%	58	26.3354	25.8130	1.9836
3		0%	88	26.5288	25.4031	4.2437
4	Beton Fly Ash	15%	28	28.6194		
5		15%	58	29.6304	28.4728	3.9068
6		15%	88	30.3941	27.9040	8.1926
7		20%	28	27.3795		
8		20%	58	27.6749	26.7471	3.3523
9		20%	88	27.9610	26.1871	6.3443
10		25%	28	25.7901		
11		25%	58	26.0169	25.5053	1.9666
12		25%	88	26.1677	25.0324	4.3430

Dari Tabel kuat desak beton yang disyaratkan secara keseluruhan dapat digambarkan grafik penurunan kuat desak dari beton tanpa rendaman umur 28 hari ke beton rendaman 30 hari (umur 58 hari) dan beton rendaman 60 hari (umur 88 hari)



Gambar 4.5 Grafik hubungan kuat desak beton yang disyaratkan ( $f'_c$ ) umur 28 hari, 58 dan 88 hari dengan rendaman

Tabel 4.13 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kuat desak beton akibat dari pengaruh perendaman Magnesium Sulfat, beton rendaman lebih kecil dari beton tanpa direndam baik umur 58 hari maupun umur 88. Pada beton Fly Ash 0% umur 58 hari tanpa rendaman kuat desaknya 26.3354 MPa setelah direndam menjadi 25.8130 MPa terjadi penurunan sebesar 1,8936%. Namun pada beton Fly Ash 15% umur 58 hari tanpa rendaman yang kuat desak betonnya meningkat menjadi 29.6304 MPa dan setelah direndam menjadi 28.4728 MPa. Dari hubungan tersebut telah terjadi kenaikan dari 26.3354 MPa ke 28.4728 MPa, dari 25.8130 MPa ke 28.4728 MPa dan dari 26.3354 MPa ke 29.6304 MPa. Begitu juga apabila beton Fly Ash 0% umur 58 dengan beton Fly Ash 20% umur 58 hari tanpa rendaman masih mengalami kenaikan kuat desak dari 26.3354 MPa ke 27.6749 MPa. Dan untuk yang direndam juga mengalami kenaikan kuat desak baik dari 26.3354 MPa ke 26.7471 MPa dan dari 25.8130 MPa ke 26.7471 MPa.

Tetapi apabila dibandingkan antara besarnya kuat desak beton Fly Ash 15% umur 58 hari dan beton Fly Ash 20 % umur 58 hari yang terbesar terjadi pada kuat desak beton Fly Ash 15% umur 58 hari yaitu yang tanpa direndam 29.6304 MPa dibandingkan kuat desak beton Fly Ash 20 % tanpa direndam sebesar 27.6749 MPa dan beton yang direndam dari 28.4728 MPa lebih besar dari 26.7471 MPa.

Hal ini menjelaskan bahwa penambahan Fly Ash 15% lebih maksimal dapat meningkatkan kuat desak beton dibandingkan penambahan Fly Ash 20%. Tetapi pada penambahn Fly Ash 15% juga justru terjadi penurunan maksimum akibat perendaman Magnesium Sulfat, hal ini disebabkan karena pengaruh dari unsur-unsur kimia yang ada, hubungan dari unsur-unsur kimia tersebut telah dijelaskan dalam bab 2, dalam penelitian ini prosentase Magnesium Sulfat dan semen tidak bervariasi, sedangkan penambahan Fly Ash bervariasi, dari hubungan ini ternyata mengakibatkan penurunan yang diakibatkan perendaman Magnesium Sulfat, penurunan itu seiring dengan kenaikan kuat desak akibat prosentase penambahan Fly Ash. Maksudnya besarnya penurunan akibat perendaman Magnesium Sulfat dipengaruhi juga besarnya penambahn Fly Ash yang bisa meningkatkan kuat desak beton. Namun demikian kenaikan kuat desak pada penambahan Fly Ash 15% masih lebih besar dibandingkan penurunan kuat desak akibat perendaman Magnesium Sulfat. Penambahan Fly Ash 25% terjadi penurunan kembali kuat desaknya hal ini disebabkan karena dengan penambahan Fly Ash yang berlebihan justru mengganggu kelekatan semen terhadap agregat.