

BAB IV

ANALISA HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Umum

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

4.2. 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 :

$$\text{Berat volume} = \frac{\text{Berat beton}}{\text{Volume beton (P x L x T)}}$$

Keterangan :

P = Panjang kubus

L = Lebar kubus

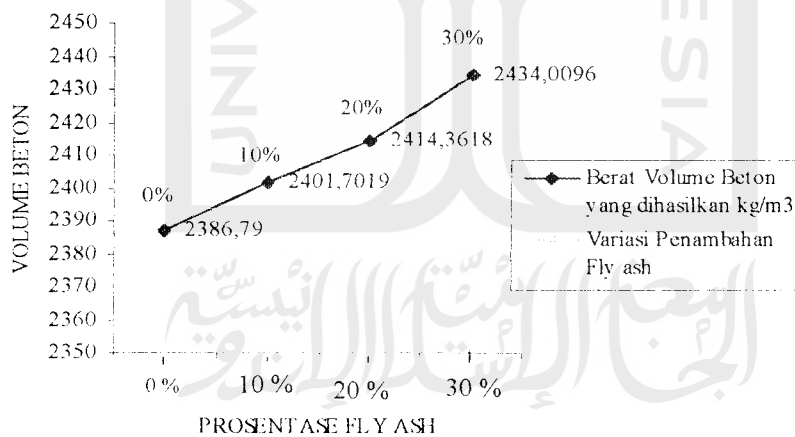
T = Tinggi kubus

Untuk tiap variasi adukan, berat volume beton adalah rata rata dari berat volume benda uji yang berjumlah 25 buah.

$$\text{Berat volume (tiap variasi adukan)} = \frac{\sum \text{Berat volume beton}}{n}$$

Tabel 4.1 Daftar Berat Volume Beton Pada Tiap Variasi Penambahan Fly Ash

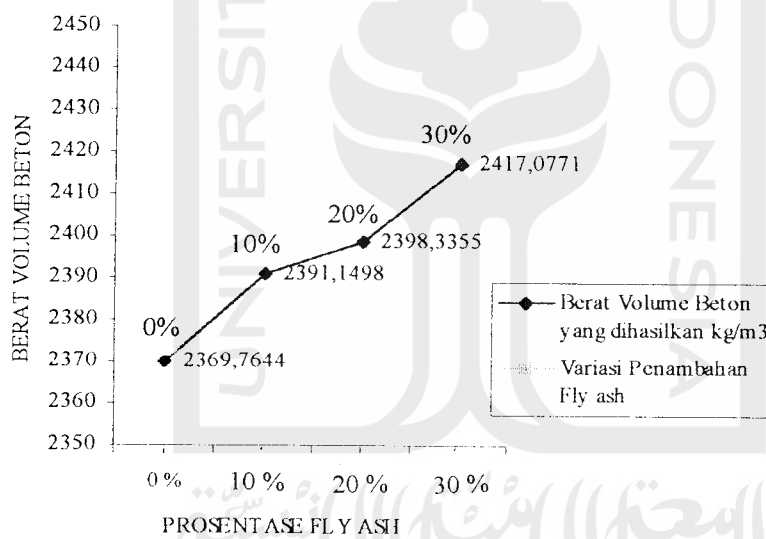
No	Jenis	Variasi Penambahan Fly Ash	Berat Volume Beton yang dihasilkan (kg/m ³)
1	Tanpa Rendaman	0 %	2386,7900
2		10 %	2401,7019
3		20 %	2414,3618
4		30 %	2434,0096



GRAFIK 4.1 BERAT VOLUME BETON TANPA RENDAMAN

Tabel 4.2 Daftar Berat Volume Beton Pada Tiap Variasi Penambahan Fly Ash Rendaman 15 Hari

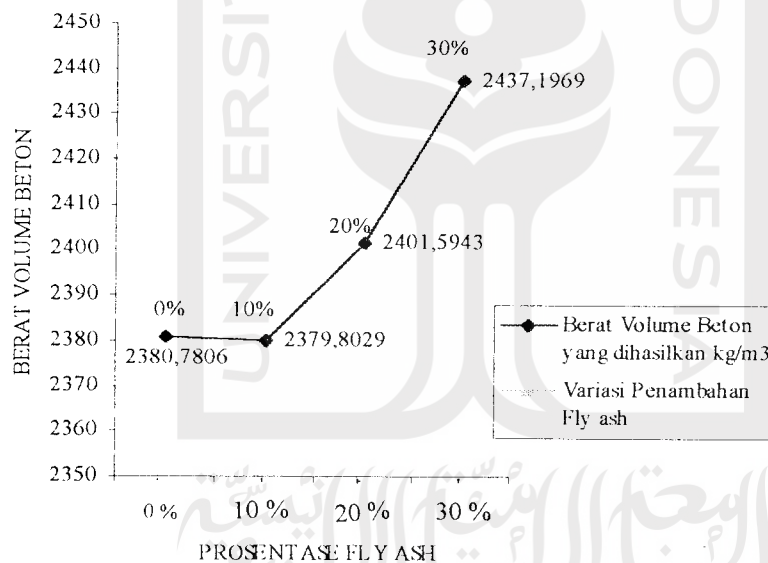
No	Jenis	Variasi Penambahan Fly ash	Berat Volume Beton yang dihasilkan (kg/m ³)
1	Rendaman	0 %	2369,7644
2	15 hari	10 %	2391,1498
3		20 %	2398,3355
4		30%	2417,0771



Grafik 4.2 Berat Volume Beton Rendaman 15 Hari

Tabel 4.3 Daftar Berat Volume Beton Pada Tiap Variasi Penambahan Fly Ash Rendaman 30 Hari

No	Jenis	Variasi Penambahan Fly Ash	Berat Volume Beton yang dihasilkan (kg/m^3)
1	Rendaman 30 hari	0 %	2380,7806
2		10 %	2379,8029
3		20 %	2401,5943
4		30 %	2437,1969



Grafik 4.3 . Berat Volume Beton Rendaman 30 Hari.

Dari hasil tersebut terlihat bahwa penambahan Fly Ash cenderung menambah berat volume beton, karena Fly Ash yang ditambah mengisi pori pori beton sehingga kepadatan beton meningkat dan diikuti bertambahnya berat volume beton.

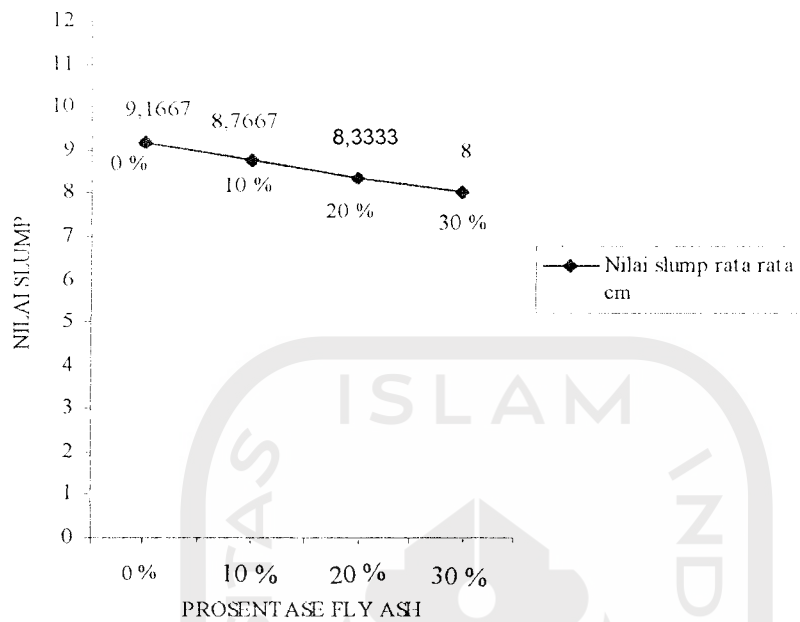
4.3.Slump

Nilai nilai slump yang dicapai pada berbagai variasi campuran beton normal dan beton Fly Ash adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4. Nilai Slump Pada Campuran Beton

Variasi campuran	Nilai slump	Nilai rata-rata slump
0 %	9	9,1667
	9,5	
	9	
10 %	8,8	8,7667
	9	
	8,5	
20 %	8,5	8,3333
	9	
	7,5	
30 %	8,5	8
	7,5	
	8	

Dari tabel 4.4. terlihat bahwa terjadi penurunan nilai slump sejalan dengan penambahan Fly Ash, ini menunjukkan bahwa air dalam adukan diserap oleh Fly Ash yang mempunyai tingkat penyerapan air cukup tinggi. Penurunan nilai slump ini mempengaruhi tingkat kemudahan pengerjaan beton (workability), karena dengan turunnya nilai slump berarti kelecakan beton berkurang, sehingga beton semakin kental dan sulit dikerjakan.



Grafik 4.4. Penurunan Nilai Slump.

4.3. Hasil Perhitungan Pengurangan Berat Beton.

Dari percobaan perendaman sulfat ternyata terjadi peluruhan beton yang mengakibatkan pengurangan berat data dan perhitungan pengurangan berat dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Data perhitungan pengurangan berat beton sebelum dan setelah direndam dalam larutan asam sulfat H_2SO_4 5% selama 15 hari.

Tabel 4.5 Pengurangan Berat Beton Umur 43 Hari, Fly Ash 0 %

No	Fly Ash (%)	Berat awal (A)	Berat akhir (B)	Selisih (A) – (B)	% pengurangan $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$
1	0	8,410	8,430	0,070	0,8323
2	0	8,310	8,250	0,060	0,7220
3	0	8,650	8,585	0,065	0,7514
4	0	8,260	8,210	0,050	0,6053
5	0	8,280	8,210	0,070	0,8454
6	0	8,510	8,455	0,055	0,6462
7	0	8,320	8,250	0,070	0,8413
8	0	8,505	8,450	0,055	0,6466
		Rt = 8,4056	Rt = 8,3438	Rt=0,0618	Rt = 0,7363

Tabel 4.6 Pengurangan Berat Beton Umur 43 Hari, Fly Ash 10 %

No	Fly Ash (%)	Berat awal (A)	Berat akhir (B)	Selisih (A) – (B)	% pengurangan $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$
1	10	8,180	8,130	0,050	0,6112
2	10	8,150	8,120	0,030	0,3681
3	10	8,680	8,630	0,050	0,5763
4	10	8,250	8,195	0,055	0,6667
5	10	8,350	8,310	0,040	0,4797
6	10	8,425	8,338	0,087	1,0326
7	10	8,740	8,695	0,045	0,5149
8	10	8,420	8,370	0,050	0,5938
		Rt = 8,3994	Rt = 8,3485	Rt=0,0508	Rt = 0,6054

Tabel 4.7 Pengurangan Berat Beton Umur 43 Hari, Fly Ash 20 %

No	Fly Ash (%)	Berat awal (A)	Berat akhir (B)	Selisih (A) - (B)	% pengurangan $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$
1	20	8,480	8,450	0,030	0,3538
2	20	8,600	8,570	0,030	0,3488
3	20	8,270	8,250	0,020	0,2418
4	20	8,280	8,220	0,060	0,7246
5	20	8,470	8,410	0,060	0,7084
6	20	8,210	8,140	0,070	0,8526
7	20	8,500	8,445	0,055	0,6471
8	20	8,580	8,440	0,140	1,6317
		Rt = 8,4237	Rt = 8,3656	Rt=0,0581	Rt = 0,6886

Tabel 4.8 Pengurangan Berat Beton Umur 43 Hari, Fly Ash 30 %

No	Fly Ash (%)	Berat awal (A)	Berat akhir (B)	Selisih (A) - (B)	% pengurangan $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$
1	30	8,490	8,410	0,080	0,9423
2	30	8,270	8,190	0,080	0,9674
3	30	8,690	8,600	0,090	1,0357
4	30	8,310	8,290	0,020	0,2407
5	30	8,180	8,140	0,040	0,4889
6	30	8,310	8,270	0,040	0,4814
7	30	8,620	8,535	0,085	0,9861
8	30	8,420	8,380	0,040	0,4751
		Rt = 8,4112	Rt = 8,3518	Rt=0,0594	Rt = 0,7022

Tabel 4.9 Pengurangan Berat Beton Umur 58 Hari , Fly Ash 0 %

No	Fly Ash (%)	Berat awal (A)	Berat akhir (B)	Selisih (A) – (B)	% pengurangan $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$
1	0	8,460	8,380	0,080	0,9456
2	0	8,240	8,170	0,070	0,8495
3	0	8,350	8,290	0,060	0,7186
4	0	8,620	8,560	0,060	0,6961
5	0	8,535	8,460	0,075	0,8787
6	0	8,340	8,290	0,050	0,5995
7	0	8,315	8,265	0,050	0,6013
		Rt = 8,4086	Rt = 8,3450	Rt=0,0636	Rt = 0,7556

Tabel 4.10 Pengurangan Berat Beton Umur 58 Hari , Fly Ash 10 %

No	Fly Ash (%)	Berat awal (A)	Berat akhir (B)	Selisih (A) – (B)	% pengurangan $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$
1	10	8,450	8,380	0,070	0,8284
2	10	8,530	8,460	0,070	0,8206
3	10	8,320	8,220	0,100	1,2019
4	10	8,380	8,300	0,080	0,9547
5	10	8,290	8,250	0,040	0,4825
6	10	8,450	8,390	0,060	0,7101
7	10	8,500	8,400	0,100	1,1765
		Rt = 8,4171	Rt = 8,3428	Rt=0,0743	Rt = 0,8821

Tabel 4.11 Pengurangan Berat Beton Umur 58 Hari , Fly Ash 20 %

No	Fly Ash (%)	Berat awal (A)	Berat akhir (B)	Selisih (A) – (B)	% pengurangan $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$
1	20	8,430	8,380	0,050	0,5931
2	20	8,450	8,410	0,040	0,4734
3	20	8,520	8,475	0,045	0,5282
4	20	8,520	8,450	0,070	0,8216
5	20	8,250	8,170	0,080	0,9697
6	20	8,510	8,425	0,085	0,9988
7	20	8,340	8,300	0,040	0,4796
		Rt = 8,4314	Rt = 8,3729	Rt=0,0585	Rt = 0,6949

Tabel 4.12 Pengurangan Berat Beton Umur 58 Hari , Fly Ash 30 %

No	Fly Ash (%)	Berat awal (A)	Berat akhir (B)	Selisih (A) – (B)	% pengurangan $\frac{(A) - (B)}{(A)} \times 100 \%$
1	30	8,590	8,540	0,050	0,5821
2	30	8,530	8,425	0,105	1,2309
3	30	8,420	8,380	0,040	0,4751
4	30	8,610	8,580	0,030	0,3484
5	30	8,420	8,390	0,030	0,3563
6	30	8,690	8,650	0,040	0,4603
7	30	8,380	8,300	0,080	0,9547
		Rt = 8,5200	Rt = 8,4663	Rt=0,0537	Rt = 0,6297

Dapat dilihat dari tabel 4.5 sampai tabel 4.12 ternyata perendaman dengan asam sulfat akan menurunkan berat beton.

4.5 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
 f_{cr} = Kuat desak rata-rata (kg/cm^2)
 k = Pengali deviasi standar
 S = Deviasi standar

Untuk memenuhi persyaratan di atas perlu dicari hal-hal sebagai berikut:

- a. Mencari deviasi standar

Deviasi standar dicari dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

- S = Deviasi Standar (kg/cm^2)
 $f_{c_{28}}$ = Kuat Tekan beton yang didapat dari 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 25 buah sampel bervariasi. Dari keadaan ini dapat dilihat faktor pengali terhadap deviasi standar yang dihitung berdasarkan tabel sebagai berikut:

Tabel 4.13 Faktor Pengali Untuk Deviasi Standar Bila Data Benda Uji Yang Tersedia Kurang Dari 30 Buah.

Jumlah benda uji	Faktor pengali deviasi standar
15	1,160
18	1,120
19	1,096
20	1,080
25	1,030
≥30	1,000

- 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
- d. Faktor umur beton dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.14 Faktor Umur Beton

No	Umur (hari)	Nilai konversi
1	3	0,40
2	7	0,65
3	14	0,88
4	21	0,95
5	28	1
6	Konversi 43	1,0484
7	Konversi 58	1,0968
8	90	1,2

Hasil perhitungan kuat desak beton yang disyaratkan dengan ketentuan-ketentuan tersebut diatas adalah sebagai berikut:

الجامعة الإسلامية
الإسلامية
الاندونيسية

Tabel 4.15 Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Dengan Penambahan Fly Ash 0 %

No	Umur (hari)	Kuat desak (kg/cm)	Fc 28	$(F_c28-f_{cr})^2$	S	$f_c' = (f_{cr}-1,64.k.s)$
1	28	241,8015	241,8015	35,0488	21,6054	189,3854
2	28	242,4993	242,4993	43,7979		
3	28	209,6459	209,6459	688,2962		
4	28	231,3289	231,3289	20,7243		
5	28	247,5676	247,5676	136,5696		
6	28	237,7266	237,7266	3,4051		
7	28	263,9472	263,9472	787,6947		
8	28	253,5252	253,5252	311,3072		
9	28	241,2133	241,2133	28,4302		
10	28	189,5577	189,5577	2145,8759		
F _{cr} =235,8813 Σ=4201,1499						
11	43	281,7988	268,7894	623,4259	23,1404	204,7321
12	43	249,8477	238,3133	30,3336		
13	43	216,8750	206,8628	1365,9011		
14	43	255,1961	243,4148	0,1649		
15	43	260,3099	248,2925	19,9952		
16	43	292,5866	279,0762	1242,9362		
17	43	233,0017	222,2450	465,5195		
18	43	255,3624	243,5734	0,0612		
F _{cr} =243,8209 Σ=3748,3376						
19	58	277,3922	252,9105	787,5544	19,8081	191,3872
20	58	270,9010	246,9922	490,4054		
21	28	232,7113	212,1729	160,6353		
22	58	214,9425	195,9724	833,7483		
23	58	236,7553	215,8600	80,7679		
24	58	246,0164	224,3038	0,2951		
25	58	247,5675	225,7180	0,7585		
F _{cr} =224,8471 Σ=2354,1649						

Tabel 4.16 Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Dengan Penambahan Fly Ash 10 %

No	Umur (hari)	Kuat desak (kg/cm)	Fc 28	$(Fc_{28}-f_{cr})^2$	S	$F_c' = (f_{cr}-1,64.k.s)$
1	28	290,4594	290,4594	1367,4021	42,4774	191,7281
2	28	171,6872	171,6872	6690,2257		
3	28	244,1054	244,1054	87,9019		
4	28	301,6891	301,6891	2324,0209		
5	28	210,3039	210,3039	1864,2620		
6	28	275,9304	275,9304	503,9756		
7	28	261,3875	261,3875	62,5127		
8	28	216,3659	216,3659	1377,5306		
9	28	295,5418	295,5418	1769,1109		
10	28	267,3394	267,3394	192,0552		
F _{cr} =253,4810 Σ=16238,9976						
11	43	334,5798	319,1337	1877,0729	34,6226	217,3240
12	43	229,5187	218,9228	3235,9828		
13	43	345,8157	329,8509	2920,5810		
14	43	314,5661	300,0440	587,3595		
15	43	292,5967	279,0888	10,7604		
16	43	274,0908	261,4372	206,5343		
17	43	270,5918	258,0997	313,6016		
18	43	251,5023	239,8915	1290,0309		
F _{cr} =275,8085 Σ=10441,9234						
19	58	331,8047	302,5207	2223,5468	29,3265	205,8278
20	58	289,3125	263,7787	70,7701		
21	28	264,7224	241,3588	196,2072		
22	58	278,3141	253,7510	2,6089		
23	58	268,1459	244,4802	118,5050		
24	58	275,9352	251,5820	14,3202		
25	58	252,3647	230,0918	638,7953		
F _{cr} =255,3662 Σ=3264,7537						

Tabel 4.17 Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Dengan Penambahan Fly Ash 20 %

No	Umur (hari)	Kuat desak (kg/cm)	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	Fc'= (fcr-1,64.k.s)
1	28	250,1768	250,1768	102,9109	9,9997	226,2165
2	28	255,3590	255,3590	24,6244		
3	28	250,8596	250,8596	89,5238		
4	28	249,8700	249,8700	109,2296		
5	28	278,3259	278,3259	324,1656		
6	28	259,7167	259,7167	0,3655		
7	28	262,7075	262,7075	5,6939		
8	28	264,2723	264,2723	15,6104		
9	28	275,0227	275,0227	216,1312		
10	28	256,9023	256,9023	11,6896		
Fcr=260,3213				$\Sigma=899,9449$		
11	43	316,4002	301,7934	309,0212	48,6654	237,1668
12	43	332,5176	317,1667	4,8651		
13	43	294,8059	281,1960	1457,4375		
14	43	341,0635	325,3181	35,3513		
15	43	402,8403	384,2430	4208,1947		
16	43	252,3488	240,6989	6189,5196		
17	43	404,1654	385,5068	4373,7588		
18	43	334,4986	319,0563	0,0999		
Fcr=319,3724				$\Sigma=16578,2481$		
19	58	336,6969	306,9811	251,7014	39,7053	228,0458
20	58	322,0586	293,6347	6,3438		
21	28	279,6095	254,9321	1309,2746		
22	58	352,7262	296,9786	34,3701		
23	58	335,0898	305,5159	207,3571		
24	58	335,5919	305,9736	220,7483		
25	58	300,2992	273,7958	299,9893		
Fcr=291,1160				$\Sigma=2329,7846$		

Tabel 4.18 Kuat Desak Beton Yang Disyaratkan Dengan Penambahan Fly Ash 30 %

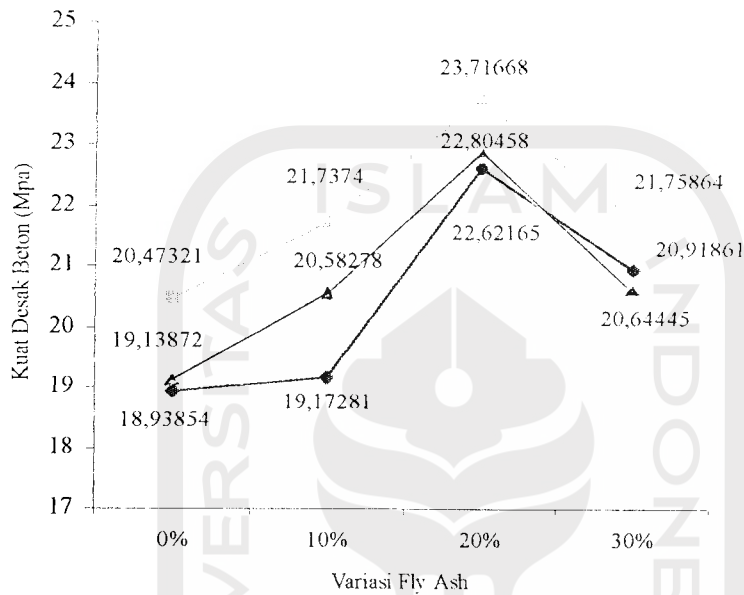
No	Umur (hari)	Kuat desak (kg/cm)	Fc 28	$(Fc28-fcr)^2$	S	Fc' = $(fcr-1,64.k.s)$
1	28	255,2009	255,2009	1,1319	27,8704	209,1861
2	28	268,9289	268,9289	160,3794		
3	28	244,7514	244,7514	132,5584		
4	28	276,2858	276,2858	400,8404		
5	28	253,8306	253,8306	5,9253		
6	28	250,0702	250,0702	38,3731		
7	28	244,4277	244,4277	140,1170		
8	28	261,4153	261,4153	26,5276		
9	28	267,1125	267,1125	117,6725		
10	28	240,6243	240,6243	244,6252		
Fcr=256,2648 $\Sigma=1268,1508$						
11	43	311,2945	296,9234	467,1347	34,1722	217,5864
12	43	302,3375	288,3799	170,8196		
13	43	342,1172	326,3232	2602,3363		
14	43	289,2656	275,9115	0,3617		
15	43	248,1899	236,7321	1488,2621		
16	43	304,5967	290,5348	231,7915		
17	43	229,6139	219,0136	3169,2959		
18	43	281,6658	268,6625	44,1906		
Fcr=275,3101 $\Sigma=8174,1924$						
19	58	261,5861	238,4997	310,9509	29,4155	206,4445
20	58	311,5658	284,0680	780,3530		
21	28	321,7751	293,3763	1387,0485		
22	58	279,9808	255,2706	0,7441		
23	58	267,0016	243,4369	161,1960		
24	58	268,8687	245,1392	120,8680		
25	58	255,7108	233,1426	528,5677		
Fcr=256,1332 $\Sigma=3289,7282$						

Hasil perhitungan kuat desak yang disyaratkan dari data pengujian benda uji pada penelitian ini dicantumkan dalam tabel.

Tabel 4.19 Kuat Desak Yang Disyaratkan (fc')

No	Jenis	Variasi Fly Ash	Kuat desak beton yang disyaratkan (fc')		
			Umur hari	Kg/cm ²	Mpa
1	Beton tanpa Fly Ash	0 %	28	189,3854	18,93854
2		0 %	43	204,7321	20,47321
3		0 %	58	191,3872	19,13872
4	Beton Fly Ash	10 %	28	191,7281	19,17281
5		10 %	43	217,3740	21,73740
6		10 %	58	205,8278	20,58278
7		20 %	28	226,2165	22,62165
8		20 %	43	237,1668	23,71668
9		20 %	58	228,0458	22,80458
10		30 %	28	209,1861	20,91861
11		30 %	43	217,5864	21,75864
12		30 %	58	206,4445	20,64445

Pengaruh penambahan Fly Ash pada kuat desak beton pada berbagai variasi penambahan Fly Ash disajikan dalam bentuk grafik dibawah ini.



Grafik 4.5 Kuat Desak Beton yang disyaratkan (f_c')

Keterangan :

- ◆ = Umur 28 hari
- = Umur 43 hari
- ▲ = Umur 58 hari

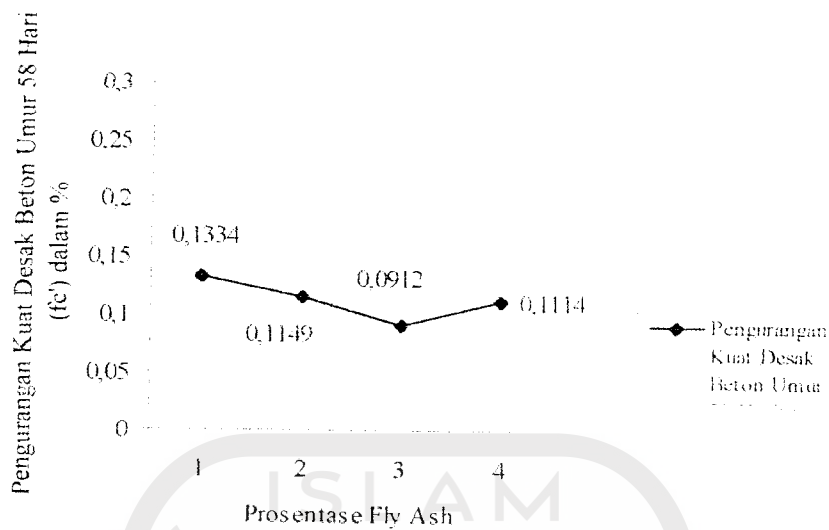
Pada grafik 4.5, kuat desak beton terlihat kuat desak maksimum terjadi pada penambahan Fly Ash 20%, tetapi pada penambahan Fly Ash 30% kuat desak justru menurun hal ini karena penambahan Fly Ash yang berlebihan justru mengganggu kelekatan pasta dengan agregat.

Pengaruh asam sulfat H_2SO_4 pada beton dapat dilihat pada tabel 4.20 dimana beton rendaman 15 hari (berumur 43 hari) ternyata kuat desak beton masih naik hal ini dikarenakan pada umur 43 hari asam sulfat belum berpengaruh pada beton (asam sulfat yang dipakai asam sulfat 5%), tetapi pada rendaman 30 hari (umur beton 58 hari) beton telah mengalami penurunan kuat desak dikarenakan beton telah mengalami peluruhan karena serangan asam sulfat.

Penurunan kuat desak beton dan prosentase penurunannya dapat dilihat pada tabel 4.20 dan grafik 4.6 dibawah ini:

Tabel 4.20 penurunan kuat desak akibat rendaman sulfat

No	Jenis	Fly Ash	Penurunan Kuat Desak Beton		
			Umur 43	Umur 58	Prosentase
1	Beton	0%	204,7321	191,3872	0,1335
2	rendaman	10 %	217,3240	205,8278	0,1150
3	asam	20 %	237,1664	228,0458	0,0912
4	sulfat	30%	217,5864	206,4445	0,1114



Grafik 4.6 Pengurangan Kuat Desak Beton Umur 58 hari

Dari tabel 4.20 dan grafik 4.6 di atas ternyata untuk penambahan Fly Ash optimal (10% dan 20%) akan berpengaruh terhadap pengurangan kuat desak beton akibat serangan asam sulfat sehingga kuat desak beton menurun. Maka besar prosentase Fly Ash (sampai batas optimal) penurunan kuat desak beton makin kecil, artinya penambahan Fly Ash akan menghambat kuat desak beton terhadap asam sulfat. (menambah ketahanan beton terhadap asam sulfat).

Pada umur 43 hari kuat desak beton masih mengalami kenaikan kuat desak yang lebih besar dibanding pengaruh asam sulfat terhadap beton, sedangkan pada umur 58 hari kuat desak sudah mengalami penurunan akibat serangan asam sulfat.