BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

4.1 Analisis Nilai Slump

Pengujian yang dilakukan pada beton segar, yaitu pengujian slump. Pengujian ini dilakukan pada saat campuran telah diaduk dan dalam keadaan homogen.

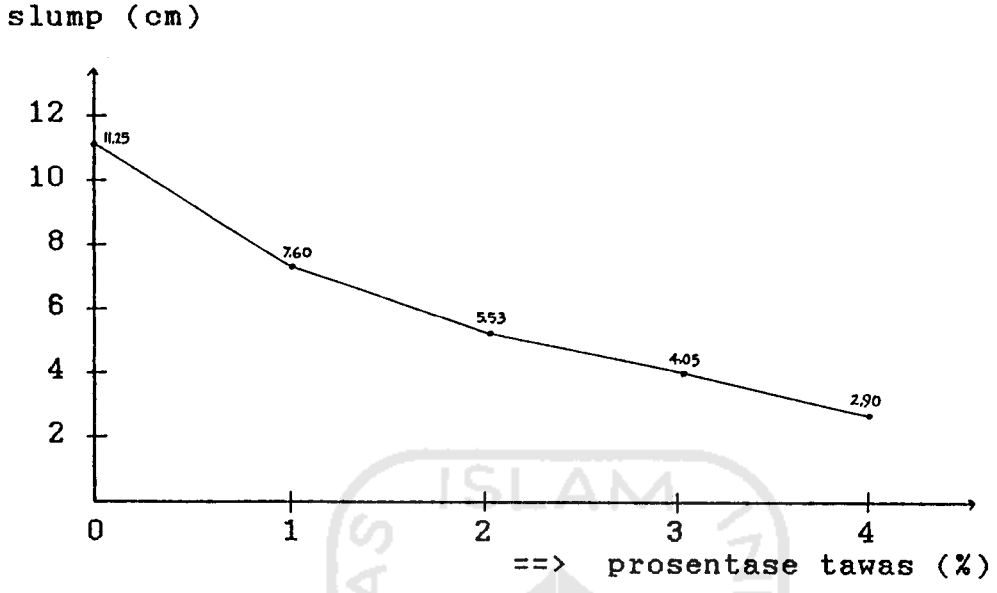
Pada pelitian ini pencampuran adukan beton dilakukan dalam dua kali pencampuran untuk satu variasi penambahan tawas, tiap campuran masing-masing untuk 10 benda uji.

Hasil pengujian nilai slump rata-rata dan prosentase penurunan nilai slump untuk berbagai variasi penambahan tawas dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Nilai slump rerata untuk berbagai prosentase penambahan tawas

Prosentase tawas	Nilai slump rerata (cm)	Prosentase penurunan nilai slump
0 %	11,25	0
1 %	7,60	32,4 %
2 %	5,53	52,4 %
3 %	4,05	64,0 %
4 %	2,90	74,2 %

Hasil pengujian nilai slump pada tabel 4.1 diatas, dapat dibuat suatu grafik hubungan antara nilai slump terhadap prosentase tawas, sebagai berikut.



Gambar 4.1 Grafik hubungan nilai slump dengan prosentase tawas

4.2 Analisis Kuat Desak Beton

Pada penelitian ini, metode perancangan adukan beton dan benda uji standar yang digunakan dalam pengujian kuat desak beton mengikuti ketentuan SK SNI M-14-1989-F dan ACI ("American Concrete Institute"). Benda uji standar yang digunakan menurut ketentuan diatas adalah silinder, sedangkan pada penelitian ini digunakan kubus. Karena itu, dalam menghitung kuat desak kubus harus dikonversikan, faktor konversi tersebut sebagai berikut.

fc silinder = 0,83 x fc kubus

Dalam menghitung kuat desak karakteristik beton, perbandingan kuat desak beton pada berbagai umur terhadap

beton yang berumur 28 hari, diambil menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI, 1971) seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur beton

Umur Beton (hari)	7	14	21	28
Semen portland biasa	0,65	0,88	0,95	1,00

Dalam perhitungan kuat desak karakteristik beton dan menganalisis hubungan kuat desak terhadap pengaruh variasi penambahan tawas, digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

1. Rumus menghitung kuat desak

$$fc = \frac{Pmak}{A}$$

$$f'cr = \frac{\sum_{1}^{N} fc_{28}}{N}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{N} (fc_{28} - f'cr)^2}{N - 1}}$$

$$m = k \cdot Sd$$

$$f'c = f'cr - m$$

Keterangan :

Pmak : Beban maksimum (kN), (1 kN = 101,9 kg)

A : Luas bidang desak (cm^2)

fc : Kuat desak beton dari masing-masing benda uji (Mpa)

f'cr : Kuat desak beton rata-rata (Mpa)

fc_{28} : Kuat desak beton yang dikonversikan ke umur 28 hari (Mpa)

N : Jumlah benda uji

Sd : Standar deviasi (Mpa)

m : Nilai margin (Mpa)

k : Konstanta (k = 1,64 untuk 20 benda uji)

f'c : Kuat desak karakteristik beton (Mpa)

2. Rumus analisis statistik regresi dan korelasi

a. Regresi model parabola kuadratik

$$\Sigma Yi = na + b\Sigma Xi + c\Sigma Xi^2$$

$$\Sigma XiYi = a\Sigma Xi + b\Sigma Xi^2 + c\Sigma Xi^3$$

$$\Sigma Xi^2Yi = a\Sigma Xi^2 + b\Sigma Xi^3 + c\Sigma Xi^4$$

b. Koefisien korelasi (r)

$$r = \frac{n\Sigma XiYi - (\Sigma Xi)(\Sigma Yi)}{\sqrt{[(n\Sigma Xi^2) - (\Sigma Xi)^2]\,[(n\Sigma Yi^2) - (\Sigma Yi)^2]}}$$

Analisis perhitungan kuat desak beton rata-rata dan kuat desak karakteristik beton, untuk berbagai variasi penambahan tawas dapat dilihat pada tabel-tabel sebagai berikut ini.

Tabel 4.3 Kuat desak rata-rata untuk berbagai prosentase tawas pada umur 7 hari

No	Kode	Prosentase tawas	fc kubus (kg/cm^2)	fc silinder (Mpa)	fc rata-rata (Mpa)
1	A0.1	0 %	240,6909	19,9773	22,0599
2	A0.2		268,1578	22,2571	
3	A0.3		270,3925	22,4426	
4	A0.4		299,9134	24,8928	
5	A0.5		249,7549	20,7297	
6	A1.1	1 %	312,5246	25,9395	25,0809
7	A1.2		320,9172	26,6361	
8	A1.3		331,9147	27,5489	
9	A1.4		253,8766	21,0718	
10	A1.5		291,6652	24,2082	
11	A2.1	2 %	340,7731	28,2842	28,0776
12	A2.2		338,5382	28,0987	
13	A2.3		332,9304	27,6332	
14	A2.4		343,9903	28,5512	
15	A2.5		335,1863	27,8205	
16	A3.1	3 %	235,8493	19,5755	20,3674
17	A3.2		262,7485	21,8081	
18	A3.3		238,1769	19,7687	
19	A3.4		246,7982	20,4843	
20	A3.5		243,3776	20,2003	
21	A4.1	4 %	207,4600	17,2192	17,3665
22	A4.2		213,1101	17,6881	
23	A4.3		222,0257	18,4281	
24	A4.4		199,1401	16,5286	
25	A4.5		204,4419	16,9687	

Tabel 4.4 Kuat desak rata-rata untuk berbagai prosentase tawas pada umur 14 hari

No	Kode	Prosentase tawas	fc kubus (kg/cm^2)	fc silinder (Mpa)	fc rata-rata (Mpa)
1	B0.1	0 %	376,5368	31,2526	28,5670
2	B0.2		375,8850	31,1984	
3	B0.3		313,1483	25,9913	
4	B0.4		320,0594	26,5649	
5	B0.5		335,2726	27,8276	
6	B1.1	1 %	369,2746	30,6498	29,7418
7	B1.2		338,5017	28,0956	
8	B1.3		372,4415	30,9126	
9	B1.4		324,4818	26,9320	
10	B1.5		386,9759	32,1190	
11	B2.1	2 %	391,8101	32,5202	33,0945
12	B2.2		391,4033	32,4865	
13	B2.3		414,3864	34,3941	
14	B2.4		395,6428	32,8384	
15	B2.5		400,4018	33,2333	
16	B3.1	3 %	335,1974	27,8214	26,3368
17	B3.2		313,8972	26,0535	
18	B3.3		305,1232	25,3252	
19	B3.4		315,4799	26,1848	
20	B3.5		316,8546	26,2989	
21	B4.1	4 %	273,4534	22,8731	23,2608
22	B4.2		278,7841	23,1391	
23	B4.3		287,6281	23,8731	
24	B4.4		295,5061	24,5270	
25	B4.5		263,7619	21,8922	

Tabel 4.5 Kuat desak rata-rata untuk berbagai prosentase tawas pada umur 21 hari

No	Kode	Prosentase tawas	fc kubus (kg/cm^2)	fc silinder (Mpa)	fc rata-rata (Mpa)
1	C0.1	0 %	431,6311	35,8254	31,9297
2	C0.2		379,0271	31, 5309	
3	C0.3		404,0271	33,5342	
4	C0.4		367,2790	30,4842	
5	C0.5		340,6493	28,2739	
6	C1.1	1 %	412,9281	34,2730	33,0019
7	C1.2		385,6282	31,5309	
8	C1.3		382,1468	31,7182	
9	C1.4		386,2876	32,0619	
10	C1.5		421,0744	34,9492	
11	C2.1	2 %	415,4787	34,4847	35,0118
12	C2.2		443,9700	36,8495	
13	C2.3		409,0133	33,9481	
14	C2.4		415,6447	34,4985	
15	C2.5		425,0352	35,2779	
16	C3.1	3 %	315,6248	26,1969	29,0363
17	C3.2		380,9264	31,6169	
18	C3.3		368,0915	30,5516	
19	C3.4		327,5474	27,1864	
20	C3.5		356,9825	29,6295	
21	C4.1	4 %	328,5691	27,2712	26,0360
22	C4.2		321,7895	26,7085	
23	C4.3		296,9827	24,6496	
24	C4.4		354,9827	29,4343	
25	C4.5		266,4623	22,1164	

Tabel 4.6 Kuat desak rata-rata untuk berbagai prosentase tawas pada umur 28 hari

No	Kode	Prosentase tawas	fc kubus (kg/cm^2)	fc silinder (Mpa)	fc rata-rata (Mpa)
1	D0.1	0 %	442,4460	36,7230	34,5866
2	D0.2		422,8443	35,0961	
3	D0.3		433,7112	35,9980	
4	D0.4		396,0418	32,8715	
5	D0.5		388,4873	32,2444	
6	D1.1	1 %	454,4638	37,7205	35,3346
7	D1.2		429,0376	35,6435	
8	D1.3		423,0376	35,1121	
9	D1.4		393,8293	32,6878	
10	D1.5		427,8223	35,5093	
11	D2.1	2 %	452,1194	37,5259	36,7091
12	D2.2		447,6507	37,1550	
13	D2.3		438,2516	36,3748	
14	D2.4		435,2071	36,1222	
15	D2.5		438,1665	36,3678	
16	D3.1	3 %	384,0299	31,8745	32,7451
17	D3.2		372,1997	30,8926	
18	D3.3		392,1927	32,5520	
19	D3.4		423,2406	35,1290	
20	D3.5		400,9353	33,2776	
21	D4.1	4 %	329,8675	27,3641	30,1082
22	D4.2		399,1995	33,1336	
23	D4.3		374,9080	31,1174	
24	D4.4		372,7027	30,9343	
25	D4.5		337,2476	27,9916	

Tabel 4.7 Kuat desak karakteristik beton dengan penambahan tawas 0 % (beton normal)

No	Umur (hr)	fc (Mpa)	fc_{28} (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)$ (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)^2$ (Mpa)
1	7	19,9773	30,7343	- 2,9151	8,4978
2	7	22,2571	34,2417	0,5923	0,3508
3	7	22,4426	34,5271	0,8777	0,7704
4	7	24,8928	38,2966	4,6472	21,5965
5	7	20,7297	31,8918	- 1,7576	3,0892
6	14	31,2526	35,5143	1,8649	3,4778
7	14	31,1984	35,4527	1,8033	3,2519
8	14	25,9913	29,5356	- 4,1138	16,9233
9	14	26,5649	30,1874	- 3,4620	11,9854
10	14	27,8276	31,6223	- 2,0271	4,1091
11	21	35,8254	37,7109	4,0615	16,4958
12	21	31,5309	33,1904	- 0,4590	0,2107
13	21	33,5342	35,2992	1,6498	2,7218
14	21	30,4842	32,0886	- 1,5608	2,4361
15	21	28,2739	29,7620	- 3,8874	15,1119
16	28	36,7230	36,7230	3,0736	9,4470
17	28	35,0961	35,0961	1,4467	2,0929
18	28	35,9980	35,9980	2,3486	5,5159
19	28	32,8715	32,8715	- 0,7779	0,6051
20	28	32,2444	32,2444	- 1,4050	1,9740
			672,9879		130,6634

$$f'cr = \frac{672,9879}{20} = 33,6494 \text{ Mpa}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{130,6634}{20 - 1}} = 2,6224 \text{ Mpa}$$

$$m = 1,64 \times 2,6224 = 4,3007 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f'c &= f'cr - m \\ &= 33,6494 - 4,3007 \\ &= 29,3487 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Kuat desak karakteristik beton dengan penambahan tawas 1 %

No	Umur (hr)	fc (Mpa)	fc_{28} (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)$ (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)^2$ (Mpa)
1	7	25,9395	39,9069	4,2927	18,4273
2	7	26,6391	40,9786	5,3644	28,7768
3	7	27,5489	42,3829	6,7687	45,8153
4	7	21,0718	32,4182	- 3,1960	10,2144
5	7	24,2082	37,2434	1,6292	2,6543
6	14	30,6498	34,8293	- 0,7849	0,6161
7	14	28,0956	31,9268	- 3,6874	13,5969
8	14	30,9126	35,1280	- 0,4862	0,2364
9	14	26,9320	30,6045	- 5,0097	25,0971
10	14	32,1190	36,4989	0,8847	0,7827
11	21	34,2730	36,0768	0,4626	0,2140
12	21	32,0071	33,6917	- 1,9225	3,6960
13	21	31,7182	33,3876	- 2,2266	4,9677
14	21	32,0619	33,7494	- 1,8648	3,4775
15	21	34,9492	36,7886	1,1744	1,3792
16	28	37,7205	37,7205	2,1063	4,4365
17	28	35,6436	35,6436	0,0294	0,0009
18	28	35,1121	35,1121	- 0,5021	0,2521
19	28	32,6878	32,6878	- 2,9264	8,5638
20	28	35,5093	35,5093	- 0,1049	0,0110
			712,2849		173,2060

$$f'cr = \frac{712,2849}{20} = 35,6142 \text{ Mpa}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{173,2060}{20 - 1}} = 3,0193 \text{ Mpa}$$

$$m = 1,64 \times 3,0193 = 4,9517 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f'c &= f'cr - m \\ &= 35,6142 - 4,9517 \\ &= 30,6625 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Kuat desak karakteristik beton dengan penambahan tawas 2 %

No	Umur (hr)	fc (Mpa)	fc_{28} (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)$ (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)^2$ (Mpa)
1	7	28,2842	43,5142	4,9200	24,2064
2	7	28,0987	43,2288	4,6346	21,4795
3	7	27,6332	42,5126	3,9184	15,3539
4	7	28,5512	43,9249	5,3307	28,4164
5	7	27,8205	42,8008	4,2066	17,6955
6	14	32,5202	36,9548	- 1,6394	2,6876
7	14	32,4865	36,9650	- 1,6292	2,6543
8	14	34,3941	39,0842	0,4900	0,2401
9	14	32,8384	37,3164	- 1,2778	1,6328
10	14	33,2333	37,7651	- 0,8291	0,6874
11	21	34,4847	36,2997	- 2,2945	5,2647
12	21	36,8495	38,7889	0,1947	0,0379
13	21	33,9481	35,7384	- 2,8594	8,1762
14	21	34,4985	36,3142	- 2,2800	5,1984
15	21	35,2779	37,1346	- 1,4592	2,1304
16	28	37,5259	37,5259	- 1,0683	1,1413
17	28	37,1550	37,1550	- 1,4392	2,0713
18	28	36,3749	36,3749	- 2,2193	4,9253
19	29	36,1222	36,1222	- 2,4720	6,1108
20	28	36,3678	36,3678	- 2,2264	4,9569
			771,8848		155,0671

$$f'cr = \frac{782,5756}{20} = 38,5942 \text{ Mpa}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{155,0671}{20 - 1}} = 2,8568 \text{ Mpa}$$

$$m = 1,64 \times 2,8568 = 4,6851 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f'c &= f'cr - m \\ &= 38,5942 - 4,6851 \\ &= 33,9091 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Kuat desak karakteristik beton dengan penambahan tawas 3 %

No	Umur (hr)	fc (Mpa)	fc_{28} (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)$ (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)^2$ (Mpa)
1	7	19,5755	30,1162	- 1,0269	1,0545
2	7	21,8081	33,5510	2,4079	5,7980
3	7	19,7687	30,4134	- 0,7297	0,5325
4	7	20,4843	31,5143	0,3712	0,1378
5	7	20,2003	31,0774	- 0,0657	0,0043
6	14	27,8214	31,6152	0,4721	0,2229
7	14	26,0535	29,6063	- 1,5368	2,3618
8	14	25,3252	28,7786	- 2,3645	5,5909
9	14	26,1848	29,7555	- 1,3876	1,9254
10	14	26,2989	29,8851	- 1,2580	1,5826
11	21	26,1969	27,5757	- 3,5674	12,7263
12	21	31,6169	33,2809	2,1378	4,5702
13	21	30,5516	32,1596	1,0165	1,0333
14	21	27,1864	28,6173	- 2,5258	6,3797
15	21	29,6295	31,1889	0,0458	0,0021
16	28	31,8745	31,8745	0,7314	0,5349
17	28	33,1336	30,8926	- 0,2505	0,0627
18	28	32,5520	32,5520	1,4089	1,9850
19	28	30,9343	35,1290	3,9859	15,8874
20	28	27,9916	33,2776	2,1345	4,5561
			622,8611		66,9484

$$f'cr = \frac{622,8611}{20} = 31,1431 \text{ Mpa}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{66,9484}{20 - 1}} = 1,8771 \text{ Mpa}$$

$$m = 1,64 \times 1,8771 = 3,0784 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f'c &= f'cr - m \\ &= 31,1431 - 3,0784 \\ &= 28,0647 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Kuat desak karakteristik beton dengan penambahan tawas 4 %

No	Umur (hr)	fc (Mpa)	fc_{28} (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)$ (Mpa)	$(fc_{28}-f'cr)^2$ (Mpa)
1	7	17,2192	26,4911	- 1,1752	1,3811
2	7	17,6881	27,2125	- 0,4538	0,2059
3	7	18,4281	28,3509	0,6846	0,4687
4	7	16,5286	25,4286	- 2,2377	5,0073
5	7	16,9687	26,1057	- 1,5606	2,4355
6	14	22,8731	25,9922	- 1,6741	2,8026
7	14	23,1391	26,2944	- 1,3719	1,8821
8	14	23,8731	27,1286	- 0,5377	0,2891
9	14	24,5270	27,8716	0,2053	0,0421
10	14	21,8922	24,8775	- 2,7888	7,7774
11	21	27,2712	28,7065	1,0402	1,0820
12	21	26,7085	28,1142	0,4479	0,2006
13	21	24,6496	25,9469	- 1,7194	2,9563
14	21	29,4343	30,9835	3,3172	11,0038
15	21	22,1164	23,4623	- 4,3859	19,2361
16	28	27,3641	27,3641	- 0,3022	0,0913
17	28	33,1336	33,1336	5,4673	29,8914
18	28	31,1174	31,1174	3,4511	11,9101
19	28	30,9343	30,9343	3,2680	10,6798
20	28	27,9916	27,9916	0,3253	0,1058
			533,3256		109,4490

$$f'cr = \frac{553,3256}{20} = 27,6663 \text{ Mpa}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{109,4490}{20 - 1}} = 2,4001 \text{ Mpa}$$

$$m = 1,64 \times 2,4001 = 3,9362 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} f'c &= f'cr - m \\ &= 27,6663 - 3,9362 \\ &= 23,7301 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

4.3 Pembahasan Nilai Slump Terhadap Penambahan Tawas

Dalam proses pencampuran adukan beton, digunakan faktor air semen tetap, kondisi agregat dibuat sama yaitu dalam kondisi kering udara dan proporsi agregat kasar dibuat sama dalam tiap pencampuran. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan tawas pada adukan beton segar, yang dapat diketahui dengan pengujian slump.

Pada tabel 4.1 dan gambar grafik 4.1, dapat dilihat bahwa penambahan tawas ke dalam adukan beton akan menurunkan nilai slump. Pada penambahan tawas 0 % (beton normal) nilai slump yang dihasilkan berkisar antara 11 cm sampai dengan 11,5 cm, hal ini sesuai dengan nilai slump yang direncanakan sehingga proses pencampuran adukan beton mudah dikerjakan. Dengan penambahan tawas sebesar 1 % dan 2 % dari berat semen, nilai slump yang dihasilkan mengecil yaitu berkisar antara 5,1 cm sampai dengan 7,5 cm, hal ini menyebabkan kelecakan adukan beton berkurang akan tetapi adukan beton segar masih bisa dikerjakan. Pada penambahan tawas 3 % dan 4 % terhadap berat semen, nilai slump yang dihasilkan semakin mengecil yaitu berkisar antara 2,7 cm sampai dengan 4,2 cm, pada kondisi ini terlihat sebagian agregat kasar memisahkan diri dari pasta semennya, hal ini menyebabkan proses pencampuran, pencetakan dan pemadatan adukan beton sulit untuk dikerjakan.

Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa dengan adanya penambahan tawas ke dalam adukan beton, akan menurunkan nilai slump yang berarti mengurangi kelecakan

adukan beton dan mengurangi workability. Dari kesimpulan diatas maka hipotesis yang menyatakan makin besar prosentase tawas maka nilai slump semakin turun, terbukti.

4.4 Pembahasan Kuat Desak Beton Terhadap Penambahan Tawas

Hasil analisis perhitungan kuat desak beton rata-rata, kuat desak karakteristik beton serta prosentase kenaikan dan penurunan kuat desak beton terhadap kuat desak beton normal akibat penambahan tawas pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari, dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 4.12 Kuat desak beton rata-rata pada umur 7 hari

No	Prosentase tawas	f'cr (Mpa)	Prosentase kenaikan	Prosentase penurunan
1	0 %	22,0599	0 %	0 %
2	1 %	25,0809	13,6945 %	-
3	2 %	28,0776	27,2789 %	-
4	3 %	20,3674	-	7,6723 %
5	4 %	17,3665	-	21,2757 %

Tabel 4.13 Kuat desak beton rata-rata pada umur 14 hari

No	Prosentase tawas	f'cr (Mpa)	Prosentase kenaikan	Prosentase penurunan
1	0 %	28,5670	0 %	0 %
2	1 %	29,7418	4,1124 %	-
3	2 %	33,0945	15,8487 %	-
4	3 %	26,3368	-	7,8069 %
5	4 %	23,2608	-	18,5746 %

Tabel 4.14 Kuat desak beton rata-rata pada umur 21 hari

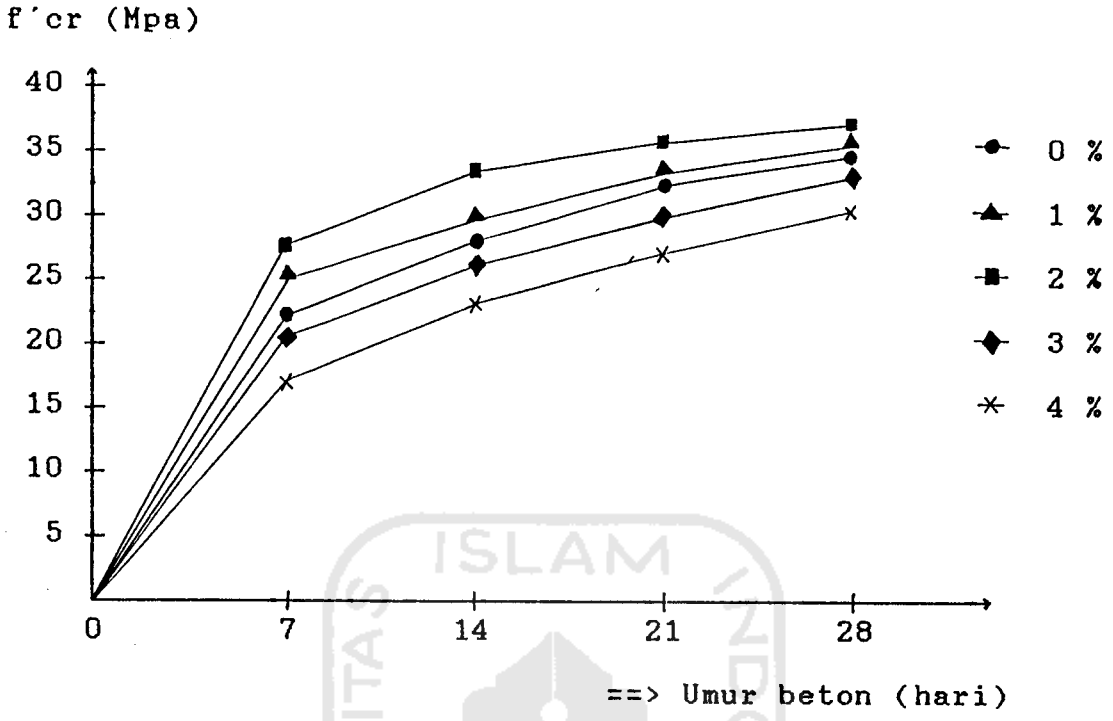
No	Prosentase tawas	f'cr (Mpa)	Prosentase kenaikan	Prosentase penurunan
1	0 %	31,9297	0 %	0 %
2	1 %	33,0019	3,3580 %	-
3	2 %	35,0118	9,6528 %	-
4	3 %	29,0363	-	9,0618 %
5	4 %	26,0360	-	18,4584 %

Tabel 4.15 Kuat desak beton rata-rata pada umur 28 hari

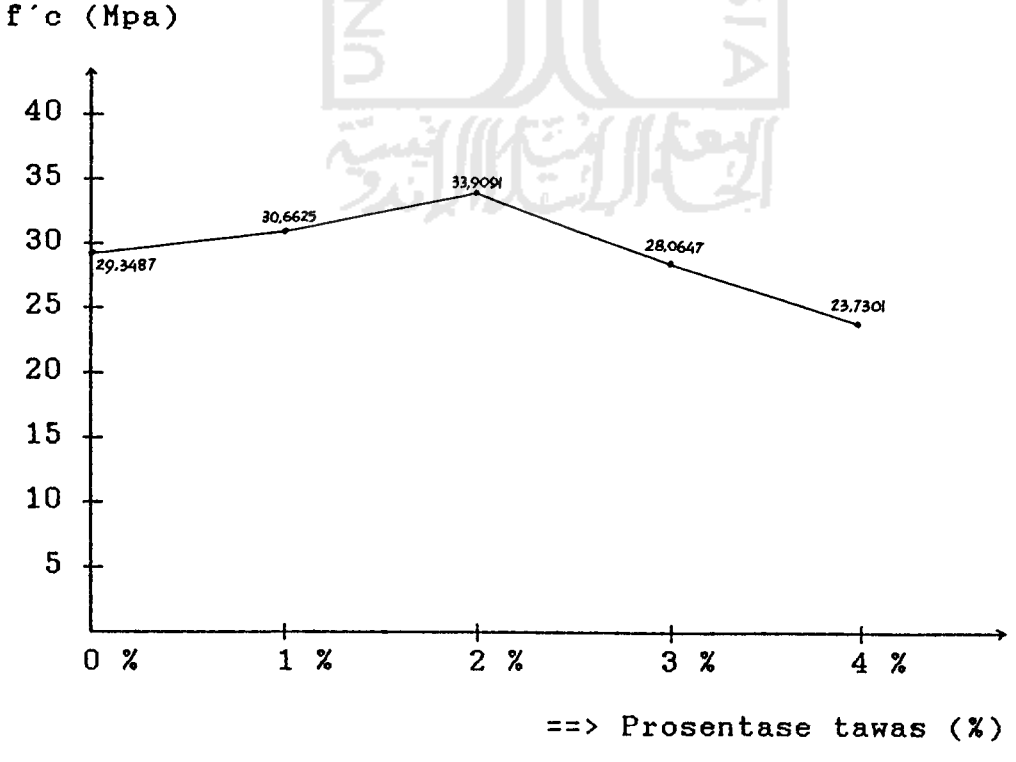
No	Prosentase tawas	f'cr (Mpa)	Prosentase kenaikan	Prosentase penurunan
1	0 %	34,5866	0 %	0 %
2	1 %	35,3346	2,1627 %	-
3	2 %	36,7091	6,1368 %	-
4	3 %	32,7451	-	5,3243 %
5	4 %	30,1082	-	12,9484 %

Tabel 4.16 Kuat desak karakteristik beton pada umur 28 hari

No	Prosentase tawas	f'cr (Mpa)	Prosentase kenaikan	Prosentase penurunan
1	0 %	29,3487	0 %	0 %
2	1 %	30,6625	4,4765 %	-
3	2 %	33,9091	15,5387 %	-
4	3 %	28,0647	-	4,3750 %
5	4 %	23,7301	-	19,1443 %



Gambar 4.2 Grafik hubungan kuat desak beton rata-rata terhadap umur beton



Gambar 4.3 Grafik hubungan kuat desak karakteristik beton terhadap prosentase tawas

Untuk menentukan kemungkinan hubungan antara kuat desak beton terhadap prosentase penambahan tawas, dapat dianalisis dengan metode statistik yaitu dengan menggunakan analisis regresi dan korelasi. Tujuannya adalah untuk memprediksikan atau meramalkan suatu nilai dari satu variabel dalam hubungannya dengan variabel lain, hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk persamaan. Dalam hal ini persentase tawas adalah variabel yang mepengaruhi (variabel X) dan kuat desak beton adalah variabel yang dipengaruhi (variabel Y).

Perhitungan analisis regresi dan korelasi, dapat dilihat pada lampiran. Hasil analisis regresi dan korelasi hubungan antara kuat desak beton rata-rata terhadap prosentase penambahan tawas pada umur beton 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari, sebagai berikut.

1. Kuat desak beton rata-rata terhadap prosentase tawas pada umur 7 hari.
   - Persamaan regresi : $Y = 22,1603 + 5,0904\ X - 1,6251\ X^2$
   - Koefisien korelasi: $r = -0,54$
2. Kuat desak beton rata-rata terhadap prosentase tawas pada umur 14 hari.
   - Persamaan regresi : $Y = 28,3450 + 3,9158\ X - 1,3294\ X^2$
   - Koefisien korelasi: $r = -0,60$
3. Kuat desak beton rata-rata terhadap prosentase tawas pada umur 21 hari.
   - Persamaan regresi : $Y = 31,8493 + 3,0335\ X - 1,1522\ X^2$
   - Koefisien korelasi: $r = -0,71$

4. Kuat desak beton rata-rata terhadap prosentase pada tawas umur 28 hari.

   - Persamaan regresi : $Y = 34,4757 + 2,3058\ X - 0,8651\ X^2$
   - Koefisien korelasi: $r = -\ 0,71$

Dari hasil analisis regresi dan korelasi, nilai koefisien regresi (r) pada umur beton 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari ternyata cukup besar. Hal ini dapat diprediksikan bahwa penambahan tawas berpengaruh terhadap kuat desak beton. Pada penambahan tawas tawas 1 % dan 2 % terjadi kenaikan kuat desak beton, sedangkan pada penambahan tawas 3 % dan 4 % terjadi penurunan kuat desak beton.

Pada tabel 4.12 sampai dengan tabel 4.15, dapat dilihat bahwa pada umur beton 7 hari dengan penambahan tawas 2 %, prosentase kenaikan kuat desak beton terhadap beton normal cukup tinggi dibandingkan pada umur beton lainnya, dengan prosentase kenaikan kuat desak sebesar 27,2789 %. Pada gambar 4.2 dapat dilihat bahwa pada penambahan tawas 2 %, kuat desak beton rata-rata untuk berbagai umur beton lebih tinggi, bila dibandingkan dengan penambahan prosentase tawas yang lain. Dari kenyataan tersebut terlihat bahwa penambahan tawas 2 %, sangat efektif untuk mempercepat proses pengikatan dan pengerasan adukan beton.

Pada tabel 4.16 dan gambar grafik 4.3, memperlihatkan bahwa kuat desak karakteristik beton telah memenuhi mutu beton yang direncanakan , yaitu sebesar 22,5 Mpa. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa kuat desak karakteristik beton maksimum dicapai pada penambahan tawas 2 %, yaitu sebesar 33,9091 mpa dengan prosentase kenaikan kuat desak beton 15,5387 % terhadap beton normal.

Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan tawas 2 %, akan didapat kuat desak beton yang maksimum dengan campuran beton masih bisa dikerjakan. Pemakaian tawas lebih besar dari 2 % kuat desak beton yang dihasilkan makin kecil, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya proses pengerjaan yang sulit karena nilai slump yang dihasilkan cukup kecil, proses pemadatan yang kurang baik karena kelecakkan adukan beton rendah sehingga beton yang dihasilkan berongga (keropos), serta terjadinya unsur sulfat sebagai hasil dari peruraiaan tawas yang makin besar, sehingga untuk jenis semen portland tipe I yang termasuk jenis semen yang tidak tahan sulfat, menjadi lemah daya ikatnya. Dari pernyataan diatas dapat diambil kesimpulan secara umum bahwa pada penambahan tawas tertentu, hipotesis yang menyatakan bahwa makin besar persentase tawas maka kuat desak beton semakin tinggi, terbukti. Sedangkan pada penambahan tawas yang melewati nilai tertentu tersebut, hipotesis yang timbul adalah hipotesis lawan atau kebalikannya.

4.5 Pembahasan Perbandingan Prosentase Kuat Desak Beton

Prosentase kuat desak beton untuk berbagai penambahan tawas pada umur 7 hari, 14 hari dan 21 hari terhadap kuat desak beton umur 28 hari, dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 4.17 Prosentase kuat desak beton pada umur 7 hari terhadap beton umur 28 hari

No	Prosentase tawas	f'cr 7 hari (Mpa)	f'cr 28 hari (Mpa)	Prosentase kuat desak
1	0 %	22,0599	34,5866	63,7816 %
2	1 %	25,0809	35,3346	70,9811 %
3	2 %	28,0776	36,7091	76,4868 %
4	3 %	20,3674	32,7451	62,1998 %
5	4 %	17,3665	30,1082	57,6803 %

Tabel 4.18 Prosentase kuat desak beton pada umur 14 hari terhadap beton umur 28 hari

No	Prosentase tawas	f'cr 14 hari (Mpa)	f'cr 28 hari (Mpa)	Prosentase kuat desak
1	0 %	28,5670	34,5866	82,5956 %
2	1 %	29,7418	35,3346	84,1719 %
3	2 %	32,6880	36,7091	89,0460 %
4	3 %	26,3368	32,7451	80,4297 %
5	4 %	23,2608	30,1082	77,2574 %

Tabel 4.19 Prosentase kuat desak beton pada umur 21 hari terhadap beton umur 28 hari

No	Prosentase tawas	f'cr 21 hari (Mpa)	f'cr 28 hari (Mpa)	Prosentase kuat desak
1	0 %	31,9297	34,5866	92,3181 %
2	1 %	33,0019	35,3346	93,3983 %
3	2 %	35,0118	36,7091	95,3764 %
4	3 %	29,0360	32,7451	88,6737 %
5	4 %	26,0360	30,1082	86,4748 %

Prosentase kuat desak beton umur 7 hari, 14 hari dan 21 hari terhadap beton umur 28 hari pada penambahan tawas 1 % dan 2 %, terjadi kenaikan prosentase kuat desak bila dibandingkan terhadap prosentase kuat desak beton normal.

Sedangkan pada penambahan tawas 3 % dan 4 %, terjadi penurunan prosentase kuat desak beton.

Pada tabel 4.17, menunjukkan bahwa prosentase kuat desak beton umur 7 hari terhadap beton umur 28 hari, pada penambahan tawas 1 % dan 2 % terjadi kenaikan prosentase kuat desak yang cukup besar sedangkan pada penambahan tawas 3 % dan 4 % terjadi penurunan prosentase kuat desak yang relatif kecil. Pada penambahan tawas 2 % didapatkan prosentase kuat desak maksimum, sebesar 76,911 %. Hal ini apabila dibandingkan terhadap prosentase kuat desak beton normal, yaitu sebesar 63,7816 % dan Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971 sebesar 65 % maka terlihat adanya kenaikan yang cukup tinggi. Dari kondisi tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan tawas 2 % pada umur beton 7 hari akan didapatkan beton yang cepat mengeras dan kenaikan kuat desak beton.

Pada tabel 4.18 memperlihatkan bahwa prosentase kuat desak beton umur 14 hari terhadap beton umur 28 hari, pada penambahan tawas 1 % dan 2 % terjadi kenaikan prosentase kuat desak yang relatif besar sedangkan pada penambahan tawas 3 % dan 4 % terjadi penurunan prosentase kuat desak yang relatif kecil. Pada penambahan tawas 2 % didapatkan prosentase kuat desak beton maksimum sebesar 89,0460 %. Hal ini apabila dibandingkan terhadap prosentase kuat desak beton normal, yaitu sebesar 82,5956 % maka terlihat adanya kenaikan yang cukup tinggi. Sedangkan terhadap Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971 yaitu sebesar 88 % maka prosentase kuat desak beton mengalami sedikit kenaikan. Dari kondisi tersebut dapat

diambil kesimpulan bahwa penambahan tawas 2 % pada umur beton 14 hari didapatkan prosentase kuat desak beton yang memenuhi ketentuan Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971.

Pada tabel 4.19 memperlihatkan bahwa prosentase kuat desak beton umur 21 hari terhadap beton umur 28 hari, pada penambahan tawas 1 % dan 2 % terjadi kenaikan prosentase kuat desak yang cukup kecil sedangkan pada penambahan tawas 3 % dan 4 % terjadi penurunan prosentase kuat desak yang cukup besar. Pada penambahan tawas 2 %, didapatkan prosentase kuat desak beton maksimum sebesar 95,3764 %. Hal ini apabila dibandingkan terhadap prosentase kuat desak beton normal, yaitu sebesar 92,3181 % dan Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971 sebesar 95 % maka terlihat adanya kenaikan prosentase kuat desak beton yang cukup kecil. Dari kondisi tersebut, dapat dimbil suatu kesimpulan bahwa penambahan tawas 2 % pada umur 21 hari, didapatkan prosentase kuat desak beton yang telah memenuhi ketentuan Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971.