

## BAB VI

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian kuat desak beton dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Analisa hasil penelitian dilaksanakan setelah dilakukan uji desak dan uji tarik beton pada benda uji silinder beton. Pengujian kuat desak beton dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari dengan kandungan garam (NaCl) sebesar 3,84% yang terdapat pada air laut Parangtritis dan penambahan *fly ash* sebesar 10% dari berat semen dan beton normal dibuat sebagai pembanding. Setiap variasi berjumlah 10 benda uji. Setiap benda uji diberi identitas atau kode, hal ini dilakukan untuk menghindari kekacauan pada waktu pengujian berlangsung. Identitas tersebut berupa huruf kapital dan bilangan. Huruf kapital menunjukkan variasi, sedangkan bilangan pertama menunjukkan kesamaan dalam variasi, dan bilangan kedua adalah jumlah benda uji secara berurutan dalam setiap adukan.

Analisa dan pembahasan pada hasil uji ini mengacu pada tujuan penelitian dengan menggunakan metoda penelitian seperti yang telah dijelaskan terdahulu. Dalam hal ini, yang menjadi pokok pembahasan adalah tentang hasil analisa penurunan kuat desak rata-rata akibat kadar garam dalam air laut beserta peningkatan kuat desak akibat penambahan *fly ash* dan pengaruh umur terhadap

laju kenaikan atau penurunan kuat desak beton dengan penggunaan kedua bahan tersebut serta pengujian terhadap kuat tarik beton pada umur 28 hari.

### 6.1. Kuat Desak Silinder Beton

Untuk menjelaskan hasil pengujian kuat desak dan kuat tarik beton ini, maka analisa data ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil pengujian kuat desak beton dengan air laut dan penambahan *fly ash* terangkum dalam tabel 6.1. berikut ini:

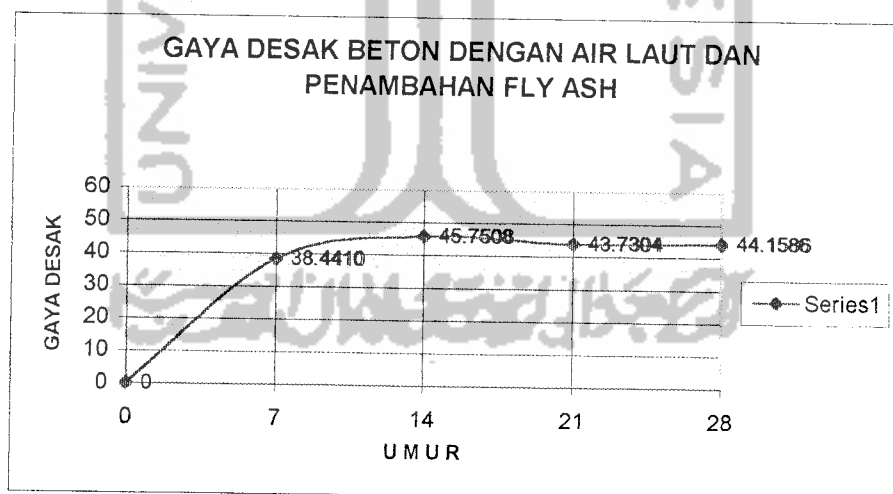
**Tabel 6.1.** Hasil uji desak beton dengan air laut dan penambahan *fly ash*

No.	Umur (hari)	Kode sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban (KN)	Kuat desak (Mpa)	Kuat desak rata-rata (Mpa)
1.	7	FA-7-1	149,05	302,25	17815,91	700	40,1388	38,4410
2.	7	FA-7-2	151,75	297,90	17638,96	650	35,9572	
3.	7	FA-7-3	151,50	297,20	17733,22	670	37,1860	
4.	7	FA-7-4	149,85	299,95	17521,48	670	38,0095	
5.	7	FA-7-5	151,00	301,15	17768,63	680	37,9914	
6.	7	FA-7-6	151,00	299,25	17686,06	700	39,1088	
7.	7	FA-7-7	149,60	301,80	17733,22	705	40,1288	
8.	7	FA-7-8	151,85	297,80	17745,02	690	38,1197	
9.	7	FA-7-9	150,45	298,55	17910,64	680	38,2697	
10.	7	FA-7-10	150,25	298,50	17498,03	700	39,5002	
11.	14	FA-14-1	150,65	296,50	17439,48	790	44,3424	45,7508
12.	14	FA-14-2	149,90	297,55	18077,03	820	45,3542	
13.	14	FA-14-3	150,30	295,70	18017,52	825	46,5229	
14.	14	FA-14-4	149,40	299,30	17627,19	805	45,9436	
15.	14	FA-14-5	150,45	298,00	17898,79	785	44,1790	
16.	14	FA-14-6	150,10	298,20	17898,79	770	43,5371	
17.	14	FA-14-7	150,30	299,55	17568,43	850	47,9326	
18.	14	FA-14-8	150,35	300,70	18100,86	840	47,3372	
19.	14	FA-14-9	151,05	299,20	17768,63	820	45,7828	
20.	14	FA-14-10	149,30	302,65	17721,42	815	46,5767	

Sambungan tabel 6.1.

21.	21	FA-21-1	149,65	302,25	17624,96	790	44,8228	
22.	21	FA-21-2	150,95	298,60	17932,51	760	42,3811	
23.	21	FA-21-3	150,05	306,00	17719,31	730	41,1980	
24.	21	FA-21-4	150,55	299,00	17837,59	780	43,7279	
25.	21	FA-21-5	151,00	303,10	17944,39	785	43,7463	
26.	21	FA-21-6	149,85	298,10	17672,10	810	45,8350	
27.	21	FA-21-7	148,45	298,90	17343,44	815	46,9918	
28.	21	FA-21-8	149,65	299,85	17624,96	740	41,9859	
29.	21	FA-21-9	150,55	299,90	17837,59	720	40,3642	
30.	21	FA-21-10	150,55	300,95	17837,59	825	46,2506	43,7304
31.	28	FA-28-1	148,15	299,85	17229,51	830	48,1732	
32.	28	FA-28-2	150,75	301,75	17839,57	790	44,2836	
33.	28	FA-28-3	150,75	303,45	17839,57	790	44,2836	
34.	28	FA-28-4	150,20	199,85	17709,63	795	44,8908	
35.	28	FA-28-5	150,50	300,70	17780,45	780	43,8684	
36.	28	FA-28-6	150,50	298,90	17780,45	740	41,6188	
37.	28	FA-28-7	150,70	302,60	17827,73	680	38,1428	
38.	28	FA-28-8	150,85	303,20	17863,24	835	46,7440	
39.	28	FA-28-9	149,50	303,40	17544,95	730	41,6074	
40.	28	FA-28-10	149,35	300,90	17509,76	840	47,9733	44,1586

Grafik hasil pengujian kuat desak beton dengan air laut dengan penambahan *fly ash* dapat dilihat pada gambar 6.1 berikut ini:



**Gambar 6.1.** Grafik hubungan antara kuat desak beton menggunakan air laut dan penambahan *fly ash* dengan umur

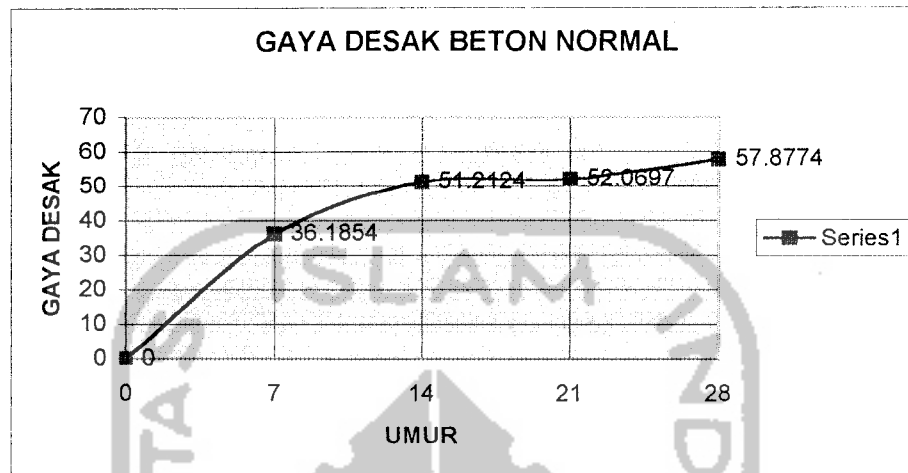
Sedangkan hasil uji kuat desak beton normal yang dibuat sebagai pembanding dapat dilihat pada tabel 6.2 berikut:

Tabel 6.2. Hasil uji desak beton normal

No.	Umur (hari)	Kode sampel	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban (KN)	Kuat desak (Mpa)	Kuat desak rata-rata (Mpa)
1.	7	N-7-1	151,70	300,80	18065,12	680	37,6416	36,1854
2.	7	N-7-2	151,20	298,20	17946,23	620	34,5477	
3.	7	N-7-3	149,00	298,30	17427,79	700	40,1658	
4.	7	N-7-4	151,30	299,30	17969,98	640	35,6150	
5.	7	N-7-5	150,50	298,40	17780,45	660	37,1194	
6.	7	N-7-6	151,20	295,30	17946,23	615	34,2690	
7.	7	N-7-7	150,40	297,00	17756,83	615	34,6346	
8.	7	N-7-8	151,60	299,30	18041,31	670	37,1370	
9.	7	N-7-9	150,70	301,00	17827,73	620	34,7773	
10.	7	N-7-10	150,60	300,30	17804,08	640	35,9468	
11.	14	N-14-1	148,60	299,00	17334,34	885	51,0547	51,2124
12.	14	N-14-2	149,25	301,15	17486,32	920	52,6126	
13.	14	N-14-3	151,00	298,65	17898,79	965	53,9143	
14.	14	N-14-4	152,00	299,55	18136,64	915	50,4504	
15.	14	N-14-5	152,30	298,55	18208,30	1010	55,4692	
16.	14	N-14-6	152,35	299,20	18220,26	980	53,7863	
17.	14	N-14-7	150,20	298,15	17709,63	910	51,3845	
18.	14	N-14-8	150,20	297,40	17709,63	830	46,8672	
19.	14	N-14-9	150,45	303,70	17768,63	890	50,0883	
20.	14	N-14-10	151,25	295,60	17958,10	835	46,4971	
21.	21	N-21-1	150,05	301,00	17674,28	950	53,6138	52,0697
22.	21	N-21-2	150,75	298,25	17839,57	890	49,7623	
23.	21	N-21-3	150,65	301,10	17815,91	880	49,2685	
24.	21	N-21-4	151,15	301,65	17934,36	885	49,2212	
25.	21	N-21-5	150,35	298,30	17745,02	995	55,9296	
26.	21	N-21-6	149,60	299,55	17568,43	920	52,2336	
27.	21	N-21-7	150,30	300,75	17733,22	925	52,0294	
28.	21	N-21-8	150,10	299,05	17686,06	990	55,8340	
29.	21	N-21-9	150,60	299,00	17804,08	830	46,5001	
30.	21	N-21-10	150,60	298,20	17804,08	1005	56,3043	
31.	28	N-28-1	150,00	299,20	17662,50	945	53,5032	57,8774
32.	28	N-28-2	150,30	301,25	17733,22	1030	58,0831	
33.	28	N-28-3	151,00	301,60	17898,79	970	54,1936	
34.	28	N-28-4	151,40	296,55	17993,74	1040	57,7979	
35.	28	N-28-5	151,10	299,25	17992,50	1040	58,0276	
36.	28	N-28-6	150,75	300,90	17839,57	1065	59,6988	
37.	28	N-28-7	150,35	303,30	17745,02	1045	58,8898	
38.	28	N-28-8	151,00	299,20	17898,79	1070	59,7806	
39.	28	N-28-9	150,10	299,40	17686,06	990	55,9763	
40.	28	N-28-10	150,70	297,90	17827,73	1120	62,8235	

Grafik hubungan antara gaya desak beton normal dengan umur beton dapat dilihat pada gambar 6.2 berikut ini:

Grafik hubungan antara gaya desak beton normal dengan umur beton dapat dilihat pada gambar 6.2 berikut ini:

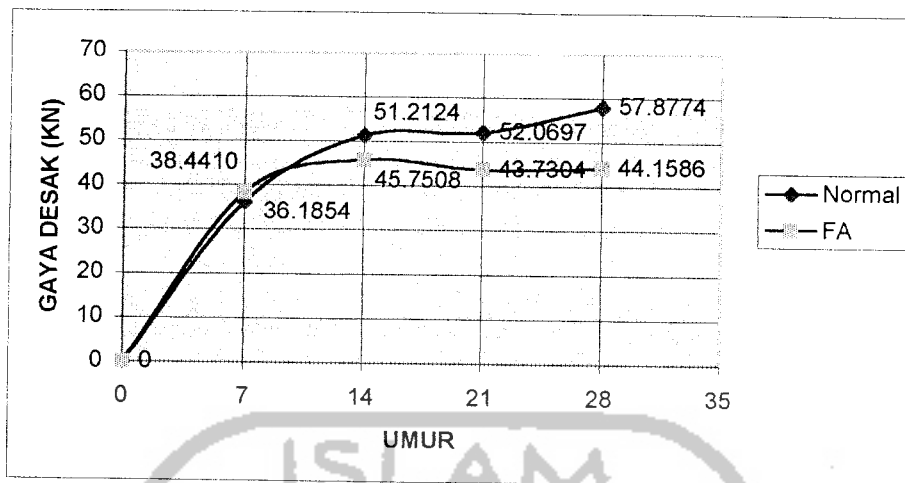


**Gambar 6.2.** Grafik hubungan antara kuat desak beton normal dengan umur

Dari gambar 6.1 yang merupakan hasil dari percobaan kuat desak beton dengan air laut dan penambahan *fly ash* dapat dilihat adanya perubahan kekuatan dari umur 7 sampai 28 hari, dimana kuat desak beton yang terjadi pada saat beton berumur 28 hari sebesar 44,1586 Mpa.

Sementara dari gambar 6.2 yang merupakan hasil dari percobaan kuat desak beton normal juga terjadi perubahan berupa peningkatan kekuatan desak beton dengan nilai tertinggi pada umur 28 hari sebesar 57,8774 Mpa.

Untuk lebih memperjelas ilustrasi mengenai hasil pengujian kuat desak beton berdasarkan umur beton, baik beton dengan air laut dan penambahan *fly ash* maupun beton normal, ditampilkan pada gambar 6.3 berikut ini:



**Gambar 6.3.** Grafik hubungan antara kuat desak beton dengan air laut dan penambahan *fly ash* dan beton normal dengan umur

Dari gambar 6.3 di atas, beton dengan menggunakan air laut dan penambahan *fly ash* mengalami perubahan kuat desak yang bervariasi berupa peningkatan dan penurunan hingga umur 28 hari, sedangkan beton normal sebagai pembanding mengalami peningkatan kekuatan hingga umur 28 hari.

Untuk mempermudah penulisan, beton dengan kandungan air laut dan penambahan *fly ash* selanjutnya akan disebut sebagai beton FA.

Peningkatan kuat desak beton FA dibandingkan dengan kuat desak beton normal dihitung dengan rumus:

$$\text{Peningkatan kuat desak beton} = \frac{(f'_{cr_{FA}} - f'_{cr_N})}{f'_{cr_N}} \times 100\%$$

Pada umur 7 hari kuat desak beton FA sebesar 38,4410 Mpa, sedangkan kuat desak beton normal pada umur yang sama sebesar 36,1854 Mpa, sehingga peningkatan kuat desak beton yang terjadi adalah sebesar 6,2335%.

Dari hasil pengujian kuat desak beton pada umur 14 hari, beton FA memperlihatkan peningkatan kekuatan jika dibandingkan dengan umur 7 hari,

namun kuat desak beton FA umur 14 hari lebih rendah jika dibandingkan dengan beton normal pada umur yang sama. Kuat desak beton FA yang terjadi sebesar 45,7508 Mpa, sedangkan kuat desak beton normal pada umur yang sama sebesar 51,2124 Mpa, atau terjadi penurunan kuat desak beton FA sebesar 10,6646 % jika dibandingkan dengan beton normal.

Pada pengujian kuat desak beton pada umur 21 hari, beton FA menunjukkan penurunan kekuatan jika dibandingkan dengan umur 14 hari. Kuat desak beton FA yang terjadi sebesar 43,7304 Mpa berada di bawah kuat desak beton normal sebesar 52,0697 Mpa, atau terjadi penurunan sebesar 16,0156 % pada umur 21 hari.

Pada saat beton berumur 28 hari, kuat desak beton FA sedikit mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan umur 21 hari. Namun kuat desak beton FA yang terjadi tetap berada di bawah kuat desak beton normal pada umur yang sama. Kuat desak beton FA yang terjadi sebesar 44,1586 Mpa, sedangkan kuat desak beton normal yang terjadi sebesar 57,8774 Mpa, sehingga penurunan kuat desak beton FA jika dibandingkan dengan beton normal sebesar 23,7032 %.

Dari hasil di atas menjelaskan bahwa kandungan garam (NaCl) sebesar 3,84 % yang terdapat pada air laut untuk campuran beton yang menggunakan *fly ash* sebesar 10 % akan menurunkan kuat desak beton pada umur 28 hari. Hal ini dapat disebabkan oleh pengaruh "*efflorescence*" yang tidak terlihat, karena rambatan kadar air membawa garam yang terlarut ke permukaan.

Hasil penelitian ini apabila dibandingkan dengan penelitian Netty Intansari dan Iwan Irawan (2001) mengenai beton dengan penambahan *fly ash* sebesar 10%

menghasilkan peningkatan kekuatan beton sebesar 23,426% bila dibandingkan dengan beton normal, sedangkan bila dibandingkan dengan hasil penelitian yang kami lakukan, kekuatan desak beton mengalami penurunan sebesar 23,7032%. Hal ini dapat disebabkan karena penelitian Netty dan Iwan tidak menggunakan air laut dan komposisi unsur yang terkandung pada sampel *fly ash* juga tidak sama. Pada penelitian Netty dan Iwan menggunakan *fly ash* dengan kandungan  $\text{SiO}_2$  sebesar 0,1839% dan kandungan  $\text{CaO}$  sebesar 3,0856%. Selain itu agregat kasar digunakan kerikil dari kali Progo dengan ukuran maksimal 40 mm. Sedangkan pada penelitian ini kandungan  $\text{SiO}_2$  sebesar 3,6171% dan kandungan  $\text{CaO}$  sebesar 0,13699% dan menggunakan agregat kasar berupa batu pecah/split dari Clereng dengan ukuran butir maksimal 20 mm.

Sementara bila dibandingkan dengan penelitian Yudha Kurniawan dan Lukman Rusfandi (2000) mengenai beton yang menggunakan air laut dengan kandungan garam ( $\text{NaCl}$ ) sebesar 3,395% yang mengalami penurunan kuat desak sebesar 16,661%, yang mana penelitian kami mengalami penurunan sebesar 23,7032%. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan kadar garam ( $\text{NaCl}$ ) air laut yang digunakan, dimana penelitian ini menggunakan air laut dengan kadar garam ( $\text{NaCl}$ ) sebesar 3,84%. Selain itu penelitian Yudha dan Lukman menggunakan semen jenis portland pozzolan (PPC) tipe I merek Nusantara kemasan 40 kg dan menggunakan agregat kasar dengan butiran maksimal 40 mm.

## 6.2. Kuat Tarik Silinder Beton

Kuat tarik beton normal menurut SK-SNI-03-2847-1992 adalah :



$$f_1 = 0,50\sqrt{f'c} \text{ sampai dengan } 0,60\sqrt{f'c} \text{ (Mpa)}$$

Untuk memperoleh nilai kuat tarik beton dengan uji belah beton silinder menurut SK-SNI-M60-1990 pasal 3.8, disebutkan bahwa kuat tarik belah benda uji dihitung dengan ketelitian 0,05 Mpa dengan menggunakan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi.l.d}$$

Dengan :  $f_{ct}$  = Kuat tarik beton (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

l = Panjang silinder beton (mm)

d = Diameter silinder beton (mm)

Hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat pada tabel 6.3 berikut :

**Tabel 6.3.** Hasil pengujian kuat tarik beton dengan air laut dan penambahan *fly ash* umur 28 hari

No.	Kode benda uji	Dimensi (mm)		Beban maks. (KN)	Kuat tarik (Mpa)
		diameter	Tinggi		
1.	FA-28-11	150,50	301,30	230,00	3,2307
2.	FA-28-12	151,00	301,20	235,00	3,2911
3.	FA-28-13	150,95	299,20	205,00	2,8911

Kuat tarik rata-rata beton dengan air laut dengan penambahan *fly ash* adalah sebesar 3,1376 Mpa.

Sebagai pembandingan, diambil nilai kuat tarik beton normal yang diperoleh dengan menggunakan rumus  $f_{rN} = 0,50\sqrt{f'c}$  , dimana nilai  $f'c$  merupakan nilai yang diperoleh dari kuat desak beton normal pada umur 28 hari, yaitu sebesar 57,8774 Mpa, sehingga gaya tarik beton normal adalah:

$$f_{rN} = 0,50\sqrt{f'c}$$

$$f_{rN} = 0,50\sqrt{57,8774}$$

$$f_{rN} = 3,8039 \text{ Mpa}$$

Dengan membandingkan nilai kuat tarik beton yang diperoleh, dimana kuat tarik beton dengan air laut dan penambahan *fly ash* sebesar 3,1376 Mpa, sedangkan kuat tarik beton normal sebesar 3,8039 Mpa, maka dapat dihitung penurunan kuat tarik beton dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Penurunan kuat tarik beton} &= \frac{(f_{rN} - f_{rFA})}{f_{rN}} \times 100\% \\ &= \frac{(3,8039 - 3,1376)}{3,8039} \times 100\% \\ &= 17,5162\% \end{aligned}$$

Penurunan kuat tarik beton dengan air laut dan penambahan *fly ash* sebesar 17,5162% yang terjadi jika dibandingkan dengan kuat tarik beton normal menunjukkan bahwa kandungan garam (NaCl) air laut ternyata lebih berpengaruh dalam menurunkan kuat tarik beton daripada pengaruh *fly ash* dalam meningkatkan kekuatan tarik beton tersebut. Hal ini dapat juga disebabkan oleh rambatan kadar air yang membawa larutan garam ke permukaan sehingga mengakibatkan “*efflorescence*” (mekar seperti bunga).

### 6.3. Pengendalian Mutu Pekerjaan

Hasil pengujian beton yang diperoleh harus diperiksa dengan perkiraan variasi kuat desak beton dari keseluruhan sampel beton yang telah diuji. Nilai

deviasi menunjukkan tingkat mutu pelaksanaan pengujian, semakin kecil nilai deviasi menunjukkan semakin baik mutu pelaksanaannya.

Nilai deviasi dapat diperoleh dengan rumus :

$$sd = \sqrt{\frac{\Sigma(f'c_{28} - f'cr)^2}{(n-1)}}$$

keterangan : sd = deviasi standar

$f'c_{28}$  = kuat desak beton yang terjadi dari masing-masing benda uji umur 28 hari.

$f'cr$  = kuat desak beton rata-rata umur 28 hari.

n = jumlah benda uji.

Nilai standar deviasi yang diperoleh dari hasil data pengujian kuat desak beton normal dapat dilihat pada tabel 6.4. berikut ini.

**Tabel 6.4.** Nilai deviasi standar

	Beton normal	Beton FA
$sd$ (kg/mm <sup>2</sup> )	27,65219	31,11878

Dari nilai deviasi yang diperoleh sebagaimana tercantum pada tabel 6.4. di atas, bila disesuaikan dengan tabel 3.5 yang diperoleh dari peraturan *ACI* maka mutu penelitian ini termasuk dalam kategori baik sekali.