

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagaimana terdapat dalam tabel. Berat jenis beton yang dihasilkan tergantung banyaknya prosentase penambahan pasir besi yang dipakai sebagai pengganti pasir normal. Semakin banyak prosentase penambahan pasir besi, maka beton yang dihasilkan akan mempunyai berat jenis yang semakin besar pula.

Kuat tekan beton dari benda uji yang dilakukan penelitian akan bergantung dari penggunaan pasir besi. Untuk semua benda uji yang dibuat dengan menggunakan pasir besi sebagai agregat halusnya relatif mempunyai nilai kuat tekan beton menurun dibandingkan dengan beton normal sesuai dengan penambahan prosentase pasir besi. Pasir besi yang digunakan sebagai agregat halus dalam adukan beton lebih banyak, maka kuat tekan beton yang dihasilkan makin kecil.

Tabel 4.1 Data hasil uji silinder beton dengan 0 % Pasir Besi

Lokasi pencoran		: Lab BKT UH		Beton rencana		: K-225	
Tanggal pencoran		: 15 Mei 2000		Slump		: 8,5 cm	
Tanggal pengujian		: 12 Juni 2000		Volume		(1.10 ⁻³ m ³)	
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm ²)	Waktu (menit)	Luas (cm ²)
I ₁	30,010	15,05	12,938	670	376,6270	2:35	177,8045
I ₂	29,098	15,01	12,850	680	384,2887	2:34	176,8606
I ₃	29,650	15,14	12,765	690	383,2723	2:40	179,9374
I ₄	30,035	15,05	12,880	695	390,6806	2:39	177,8045
I ₅	29,850	15,01	12,895	670	378,6374	2:36	176,8606
I ₆	30,575	15,20	12,438	650	358,2088	2:30	181,3664
I ₇	29,027	15,99	12,968	670	379,6484	2:40	200,7089
I ₈	29,725	15,13	12,686	680	378,2171	2:28	179,6998
I ₉	29,650	15,08	12,851	690	386,3283	2:40	178,5140
I ₁₀	29,850	14,92	12,758	640	366,0601	2:24	174,7460
				Rata-rata	378,1969		
						Rata-rata	2,39

Tabel 4.2 Data hasil uji silinder beton dengan 25 % Pasir Besi

Lokasi pencoran : Lab BKT UII										Beton rencana : K-225	
Tanggal pencoran : 16 Mei 2000											
Tanggal pengujian : 14 Juni 2000										Slump : 7,5 cm	
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm ²)	Waktu (menit)	Luas (cm ²)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BJ (T/m ³)		
II ₁	29,900	14,80	13,330	650	377,8331	2:30	171,9464	5,1412	2,59		
II ₂	30,600	15,20	13,838	665	366,4752	2:33	181,3664	5,5498	2,49		
II ₃	30,400	15,05	13,435	655	368,1955	1:36	177,8045	5,4053	2,49		
II ₄	29,950	15,00	13,539	655	370,6542	1:55	176,6250	5,2899	2,56		
II ₅	29,800	15,10	13,405	660	368,5532	2:70	178,9879	5,3338	2,51		
II ₆	30,000	15,00	13,420	665	376,3130	2:20	176,6250	5,2988	2,53		
II ₇	30,260	15,10	13,352	665	371,3453	2:13	178,9879	5,4162	2,47		
II ₈	30,100	15,00	13,385	655	370,6542	2:50	176,6250	5,3164	2,52		
II ₉	29,800	14,99	13,350	650	368,3157	1:52	176,3896	5,2564	2,54		
II ₁₀	30,090	15,10	13,416	665	371,3452	2:10	178,9879	5,3857	2,49		
				Rata-rata	370,9685			Rata-rata	2,52		

Tabel 4,3 Data hasil uji silinder beton dengan 50 % Pasir Besi

Lokasi pencoran : Lab BKT UII										Beton rencana : K-225	
Tanggal pencoran : 17 Mei 2000											
Tanggal pengujian : 16 Juni 2000											
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm ²)	Waktu (menit)	Luas (cm ²)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	Slump	BJ (T/m ³)	
III ₁	30,050	15,050	13,770	635	356,9528	2:15	177,8045	5,34302		2,58	
III ₂	30,430	14,900	13,740	550	315,4280	1:55	174,2779	5,30327		2,59	
III ₃	30,075	14,870	13,655	595	342,6140	2:02	173,5768	5,22032		2,62	
III ₄	30,850	14,960	13,636	610	347,0378	2:08	175,6843	5,41986		2,52	
III ₅	29,860	15,000	13,696	620	350,8480	2:11	176,6250	5,27402		2,60	
III ₆	29750	15,200	13,690	620	341,6761	2:15	181,3664	5,39565		2,54	
III ₇	30,075	14,940	13,645	595	339,4198	2:04	175,2148	5,26959		2,59	
III ₈	30,215	15,020	13,796	625	352,7360	2:11	177,0963	5,35097		2,58	
III ₉	30,110	15,080	13,795	615	344,3360	2:15	178,5140	5,37506		2,57	
III ₁₀	29,875	15,510	13,740	645	341,3864	2:27	188,8397	5,64159		2,44	
				Rata-rata	343,2435				Rata-rata	2,56	

Tabel 4.4 Data hasil uji silinder beton dengan 75 % Pasir Besi

Lokasi pencoran : Lab BKT UH										Beton rencana : K-225	
Tanggal pencoran : 17 Mei 2000											
Tanggal pengujian : 17 Juni 2000										Slump : 10,5 cm	
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm ²)	Waktu (menit)	Luas (cm ²)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BJ (T/m ³)		
IV ₁	29,875	15,11	14,020	570	317,8747	2:09	179,1150	5,3543	2,62		
IV ₂	29,925	15,10	14,011	545	304,3355	2:06	178,9879	5,3562	2,62		
IV ₃	30,200	14,93	13,964	555	322,7297	1:54	174,9803	5,2844	2,64		
IV ₄	30,110	14,95	13,985	525	299,0797	1:50	175,4495	5,2828	2,65		
IV ₅	30,375	15,06	13,994	555	311,5682	1:56	178,0408	5,4080	2,59		
IV ₆	30,350	15,03	14,000	545	307,1769	2:06	177,3322	5,3820	2,60		
IV ₇	30,125	15,02	14,059	545	307,5861	2:06	177,0963	5,3350	2,64		
IV ₈	29,875	15,06	13,836	570	319,9890	2:00	178,0408	5,3190	2,60		
IV ₉	30,428	15,05	14,136	555	311,9824	1:48	177,8045	5,4102	2,61		
IV ₁₀	30,400	15,00	14,168	565	319,7246	2:05	176,6250	5,3694	2,64		
				Rata-rata	312,2047			Rata-rata	2,62		

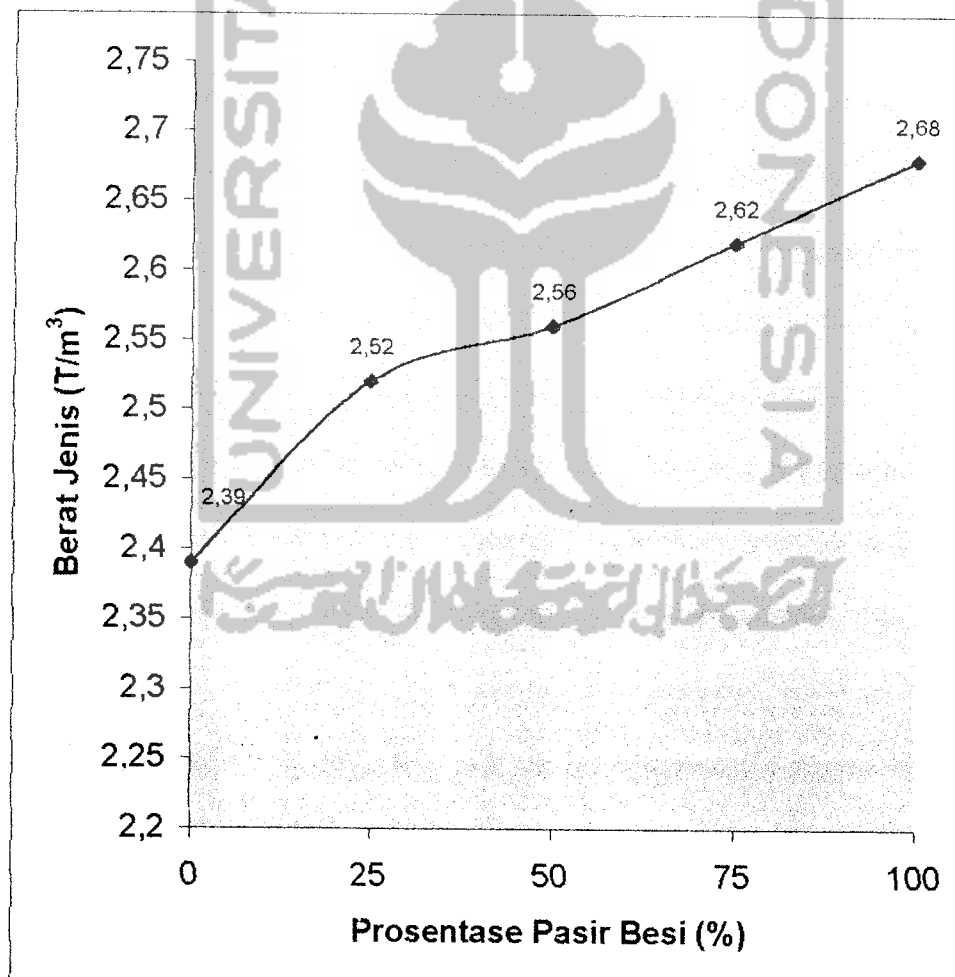
Tabel 4.5 Data hasil uji silinder beton dengan 100 % Pasir Besi

Lokasi pencoran : Lab BKT UH										Beton rencana : K-225	
Tanggal pencoran : 18 Mei 2000										Slump : 14,5 cm	
Tanggal pengujian : 19 Juni 2000											
No	Tinggi (cm)	Diameter (cm)	Berat (kg)	Beban Max (KN)	Kuat Desak Ultimit (kg/cm ²)	Waktu (menit)	Luas (cm ²)	Volume (1.10 ⁻³ m ³)	BJ (T/m ³)		
V ₁	30,000	15,00	14,250	505	285,7715	1:45	176,6250	5,2988	2,69		
V ₂	29,800	15,06	14,209	495	277,8851	1:40	178,0408	5,3056	2,68		
V ₃	29,550	15,18	14,285	515	284,5599	1:46	180,8894	5,3453	2,67		
V ₄	30,000	15,19	14,307	495	273,1491	1:40	181,1278	5,4338	2,63		
V ₅	29,950	14,90	14,232	465	266,6800	1:36	174,2779	5,2196	2,73		
V ₆	30,050	15,05	14,360	500	281,0652	1:44	177,8045	5,3430	2,69		
V ₇	29,875	14,99	14,326	520	294,6525	1:48	176,3896	5,2696	2,72		
V ₈	29,800	15,44	14,154	490	261,7047	1:44	187,1390	5,5767	2,54		
V ₉	29,850	15,10	14,385	480	268,0387	1:42	178,9879	5,3428	2,69		
V ₁₀	30,000	14,91	14,350	490	280,6409	1:45	174,5119	5,2354	2,74		
				Rata-rata	277,4148			Rata-rata	2,68		

4.1.1 Berat Jenis Beton

Pengujian dan penghitungan yang dilakukan mendapatkan hasil bahwa untuk setiap penambahan prosentase pasir besi sebagai pengganti pasir normal akan menaikkan berat jenis beton yang dihasilkan (gambar 4.1).

Berat jenis beton meningkat secara umum disebabkan karena berat jenis pasir besi lebih besar dibandingkan dengan berat jenis pasir dari sungai Progo. Semakin besar prosentase pasir besi, maka beton yang dihasilkan mempunyai berat dan berat jenis yang semakin besar pula.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan berat jenis dengan penambahan pasir besi

4.1.2 Kuat Desak Beton

Hasil kuat desak beton ultimit pada variasi I, II, III, IV dan V dapat dilihat dalam tabel 4.1 sampai tabel 4.5. Sesuai hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa setiap penambahan prosentase pasir besi akan mengakibatkan kuat desak beton ultimit menurun, tetapi masih ada di atas kuat desak beton rencana yaitu 225 kg/cm^2 (Gambar 4.2). Hasil pengujian kandungan lumpur pasir sungai Progo sebesar 0,25% dan kandungan lumpur pasir besi sebesar 0,325% (lihat tabel 3.1 dan tabel 3.2) memenuhi syarat kandungan lumpur agregat yaitu lebih kecil dari 5% (SK-SNI-T-1990-03) sehingga menghasilkan kuat desak beton sesuai rencana.

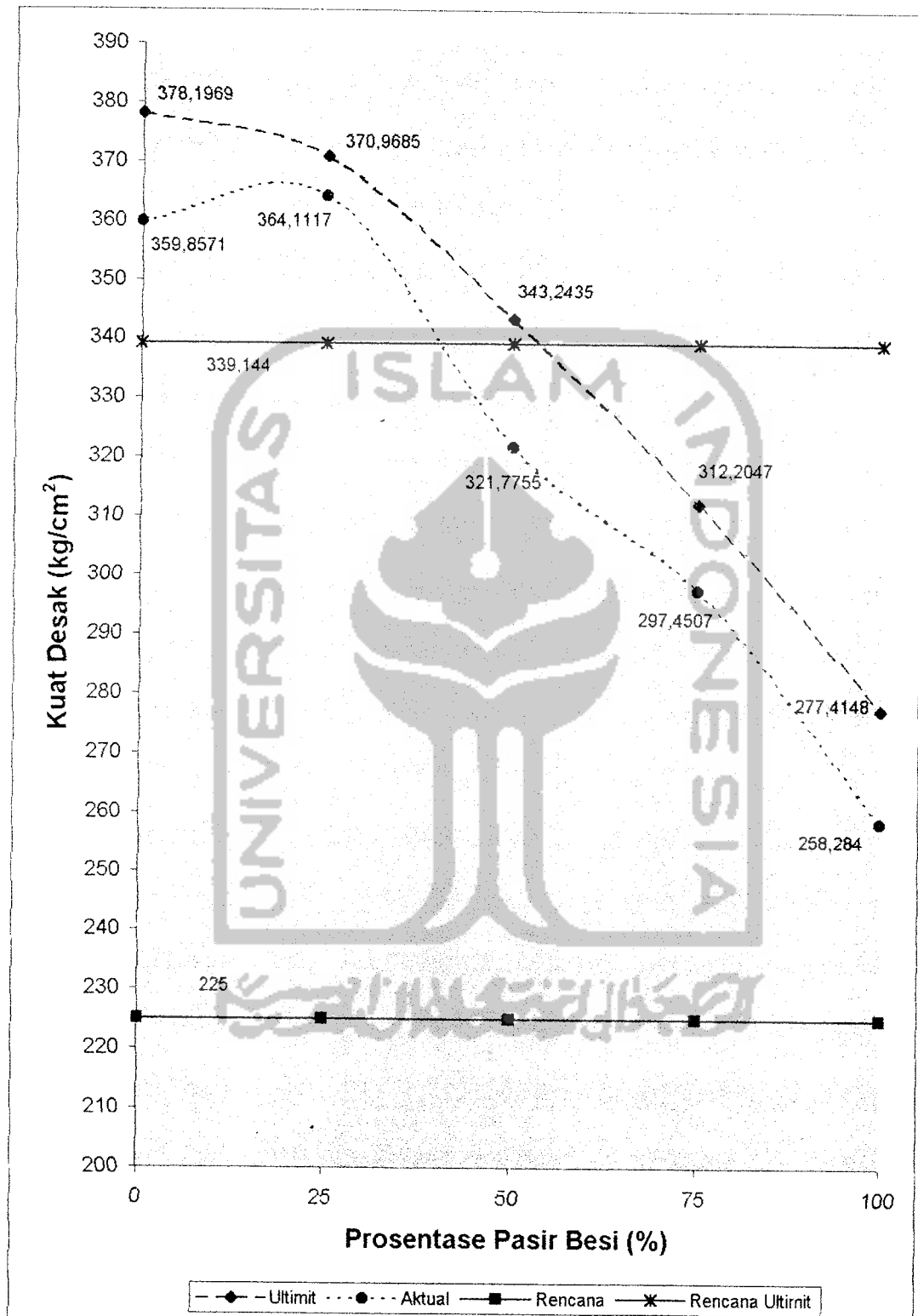
Penurunan nilai kuat desak beton ultimit yang terjadi setiap penambahan 25% pasir besi sebagai pengganti pasir normal lebih kurang 30 kg/cm^2 (tabel 4.1 sampai tabel 4.5).

Sebab-sebab penurunan kuat desak beton antara lain karena :

1. Pasir besi mempunyai butiran yang kecil-kecil dan seragam dibandingkan dengan pasir dari sungai Progo, seharusnya pasir harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam dengan maksud butir-butir yang kecil dapat mengisi rongga antara butir yang besar, sehingga diperoleh adukan yang pampat dan rapat (Bahan Konstruksi Teknik Sipil I, Prof.Ir.A. Antono),
2. Ikatan antara pasir besi dengan bahan penyusun adukan beton yang lain kurang kuat, karena permukaan pasir besi halus (kurang kasar),
3. Kandungan Fe_2O_3 pada pasir besi 82, 28%, padahal proporsi Fe_2O_3 yang optimum untuk semen adalah 0,5% sampai dengan 6% (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1995),

Dari pengamatan selama penelitian dan pengujian dapat dilihat bahwa retak dan hancur beton hanya terjadi bagian pasta semen dan agregat halus (pasir besi), hal ini diakibatkan karena pasir besi, pasta semen kurang dapat berikatan dengan agregat kasar. Untuk lebih jelasnya hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.1 sampai tabel 4.5.





Gambar 4.2 Grafik hubungan kuat desak beton dengan penambahan pasir besi

4.2 Pembahasan

4.2.1 Berat Jenis Beton

Berat jenis beton yang didapatkan dari hasil pengujian bervariasi sesuai dengan pembagian kelompok sebagai berikut :

1. Benda uji beton dengan agregat halus 100 % pasir sungai Progo (Variasi I)

Benda uji beton disusun dari material dasar penyusun beton normal yaitu semen, pasir, kerikil, dan air. Agregat halus yang dipakai adalah pasir yang berasal dari sungai Progo dengan berat jenis $2,6315 \text{ T/m}^3$. Pasir dari sungai Progo mempunyai butiran yang cukup kasar dan agak besar, sehingga volume pori-pori antara agregat lebih banyak terjadi. Pori-pori yang terjadi mengakibatkan beton menjadi lebih ringan dengan berat jenis paling kecil dibandingkan dengan variasi penelitian yang lainnya (variasi II, III, IV dan V), yaitu $2,39 \text{ T/m}^3$ (Tabel 4.1). Berat jenis beton silinder variasi I tanpa pasir besi hampir sama dengan beton normal yang mempunyai berat jenis $2,4 \text{ T/m}^3$.

2. Benda uji beton dengan agregat halus 25 % pasir besi dan 75 % pasir sungai Progo (Variasi II)

Volume penggunaan pasir besi lebih sedikit (25 %) dibandingkan dengan pasir dari sungai Progo (75 %). Penambahan pasir besi sebagai pengganti 25 % dari pasir Progo mengakibatkan terjadi penambahan berat benda uji beton yang dibuat. Pori-pori yang terjadi pada beton normal akan diisi oleh pasir besi yang memiliki gradasi butiran lebih halus dari pasir dari sungai Progo. Akibat masuknya butir-butir pasir besi ini akan mengganti pengaruh

berat dari pasir normal dengan berat pasir besi yang akhirnya menimbulkan berat beton yang terjadi lebih tinggi dengan berat jenis yang lebih berat juga, yaitu $2,52 \text{ T/m}^3$ (Tabel 4.2), terjadi kenaikan berat jenis sebesar $0,13 \text{ T/m}^3$ (5,439 %) dibandingkan dengan benda uji variasi I. Berat jenis beton silinder variasi II mengalami kenaikan berat jenis jika dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai berat jenis $2,4 \text{ T/m}^3$ yaitu sebesar $0,12 \text{ T/m}^3$ (5 %).

3. Benda uji dengan agregat halus 50 % pasir besi dan 50 % pasir dari sungai Progo (Variasi III)

Pasir besi mempunyai berat jenis lebih tinggi dari pasir dari sungai Progo. Dalam perencanaan adukan beton yang dilakukan sebelumnya diperoleh semua jumlah material yang dibutuhkan. Volume agregat halus yang digunakan dibagi dua sama besar antara pasir besi dan pasir dari sungai Progo. Akibat pengaruh berat jenis pasir besi yang lebih besar, maka berat jenis benda uji silinder beton variasi III lebih besar dari variasi I dan II. Berat jenis beton yang terjadi sebesar $2,56 \text{ T/m}^3$ (Tabel 4.3), terjadi kenaikan berat jenis sebesar $0,17 \text{ T/m}^3$ (7,113 %) dibandingkan dengan benda uji variasi I. Berat jenis beton silinder variasi III mengalami kenaikan berat jenis jika dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai berat jenis $2,4 \text{ T/m}^3$ yaitu sebesar $0,16 \text{ T/m}^3$ (6,667 %).

4. Benda uji dengan agregat halus 75 % pasir besi dan 25 % pasir dari sungai Progo (Variasi IV)

Volume agregat halus lebih banyak menggunakan pasir besi dibandingkan dengan pasir dari sungai Progo. Pori-pori yang terjadi lebih sedikit karena

akan diisi butiran-butiran pasirbesi yang lebih halus. Akibatnya beton yang terjadi akan lebih banyak dipengaruhi oleh berat jenis pasir besi yang lebih besar, berat jenis beton uji sebesar $2,62 \text{ T/m}^3$ (Tabel 4.4), terjadi kenaikan berat jenis sebesar $0,23 \text{ T/m}^3$ (9,623 %) dibandingkan dengan benda uji variasi I. Berat jenis beton silinder variasi IV mengalami kenaikan berat jenis jika dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai berat jenis $2,4 \text{ T/m}^3$ yaitu sebesar $0,22 \text{ T/m}^3$ (9,167 %).

5. Benda uji dengan agregat halus 100 % pasir besi (Variasi V)

Agregat halus yang digunakan sebagai pengisi dalam adukan beton adalah pasir besi. Penggunaan pasir besi ini menimbulkan ikatan antara agregat lebih rapat terisi oleh butiran pasir yang halus dan seragam. Berat jenis beton akan banyak dipengaruhi oleh berat jenis pasir besi, akibatnya berat jenis beton besar, yaitu $2,68 \text{ T/m}^3$ (Tabel 4.5), terjadi kenaikan berat jenis sebesar $0,29 \text{ T/m}^3$ (12,134 %) dibandingkan dengan benda uji variasi I. Berat jenis beton silinder variasi V mengalami kenaikan berat jenis jika dibandingkan dengan beton normal yang mempunyai berat jenis $2,4 \text{ T/m}^3$ yaitu sebesar $0,28 \text{ T/m}^3$ (11,667 %).

4.2.2 Pengendalian Mutu Pekerjaan

Benda uji silinder beton perlu diteliti dengan variasi kuat desak beton dari keseluruhan sampel silinder beton yang diuji. Makin baik mutu pelaksanaan, makin kecil nilai deviasi standarnya. Nilai deviasi standar dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

Keterangan :

Sd = Deviasi standar

$F'c_{28}$ = Kuat desak beton yang terjadi pada masing-masing benda uji umur 28 hari

$F'cr$ = Kuat desak beton rata-rata

N = Jumlah benda uji

Tabel 4.6 Nilai deviasi standar tiap variasi benda uji

Variasi	I	II	III	IV	V
Sd (kg/cm ²)	9,64033	3,60431	11,28470	7,75545	10,05610

Berdasarkan data hasil pengujian kemudian dapat dihitung nilai deviasi standar dengan menggunakan rumus diatas, maka nilai deviasi standar dapat dilihat pada tabel 4.6. Nilai deviasi standar yang diperoleh dibandingkan dengan tabel 2.5 sehingga didapatkan mutu pelaksanaan pekerjaan termasuk sangat baik.

Tabel 4.7 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi I
(0 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ($f'c_{28}$)	$(f'c_{28} - f'cr)$	$(f'c_{28} - f'cr)^2$	Kuat Desak Aktual ($f'c$)
I ₁	376,6270	-1,5699	2,4646	358.2872
I ₂	384,2887	6,0918	37,1100	365.9489
I ₃	383,2723	5,0754	25,7597	364.9325
I ₄	390,6806	12,4837	155,8428	372.3408
I ₅	378,6374	0,4405	0,1940	360.2976
I ₆	358,2088	-19,9881	399,5241	339.8690
I ₇	379,6484	1,4515	2,1069	361.3086
I ₈	378,2171	0,0202	0,0004	359.8773
I ₉	386,3283	8,1314	66,1197	367.9885
I ₁₀	366,0601	-12,1368	147,3019	347.7203
Rata-rata	378,1969		836,4241	359.8571

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (836,421)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_I = 9.64033$$

Perhitungan kuat desak aktual ($f'c$) :

$$f'c_{28} = f'c_i + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_i = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

Tabel 4.8 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi II
(25 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ($f'c_{28}$)	$(f'c_{28} - f'cr)$	$(f'c_{28} - f'cr)^2$	Kuat Desak Aktual ($f'c$)
II ₁	377,8331	6,8646	47,1231	370.9763
II ₂	366,4752	-4,4933	20,1897	359.6184
II ₃	368,1955	-2,7731	7,6898	361.3387
II ₄	370,6542	-0,3143	0,0988	363.7974
II ₅	368,5532	-2,4153	5,8338	361.6964
II ₆	376,3130	5,3445	28,5639	369.4562
II ₇	371,3453	0,3768	0,1419	364.4885
II ₈	370,6542	-0,3143	0,0988	363.7974
II ₉	368,3157	-2,6528	7,0375	361.4589
II ₁₀	371,3452	0,3767	0,1419	364.4884
Rata-rata	370,9685		116,9193	364.1117

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (116,9193)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_{II} = 3,60431$$

Perhitungan kuat desak aktual ($f'c$) :

$$f'c_{28} = f'c_{II} + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_{II} = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

Tabel 4.9 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi III
(50 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ($f'c_{28}$)	$(f'c_{28} - f'c)$	$(f'c_{28} - f'c)^2$	Kuat Desak Aktual ($f'c$)
III ₁	356,9528	13,7093	187,9449	335.4848
III ₂	315,4280	-27,8155	773,7020	293.9600
III ₃	342,6140	-0,6295	0,3963	321.1460
III ₄	347,0378	3,7943	14,3967	325.5698
III ₅	350,8480	7,6045	57,8284	329.3800
III ₆	341,6761	-1,5674	2,4567	320.2081
III ₇	339,4198	-3,8237	14,6207	317.9518
III ₈	352,7360	9,4925	90,1076	331.2680
III ₉	344,3360	1,0925	1.1936	322.8680
III ₁₀	341,3864	-1,8571	3,4488	319.9184
Rata-rata	343,2435		1146,0957	321.7755

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_1^n (1146,0957)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_{III} = 11,2847$$

Perhitungan kuat desak aktual ($f'c$) :

$$f'c_{28} = f'c_{III} + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_{III} = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

Tabel 4.10 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi IV
(75 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ($f'c_{28}$)	$(f'c_{28} - f'cr)$	$(f'c_{28} - f'cr)^2$	Kuat Desak Aktual ($f'c$)
IV ₁	317,8747	5,6700	32,1489	303.1207
IV ₂	304,3355	-7,8692	61,9243	289.5815
IV ₃	322,7297	10,5250	110,7756	307.9757
IV ₄	299,0797	-13,1250	172,2656	284.3257
IV ₅	311,5682	-0,6365	0,4051	296.8142
IV ₆	307,1769	-5,0278	25,2788	292.4229
IV ₇	307,5861	-4,6186	21,3315	292.8321
IV ₈	319,9890	7,7843	60,5953	305.2350
IV ₉	311,9824	-0,2223	0,0494	297.2284
IV ₁₀	319,7246	7,5199	56,5489	304.9706
Rata-rata	312,2047		541,3235	297.4507

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{1}^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{1}^n (541,3235)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_{IV} = 7,75545$$

Perhitungan kuat desak aktual ($f'c$) :

$$f'c_{28} = f'c_{IV} + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_{IV} = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

Tabel 4.11 Hasil perhitungan kuat desak aktual benda uji variasi V
(100 % Pasir Besi) berdasarkan nilai deviasi standar

No	Kuat Desak Ultimit ($f'c_{28}$)	$(f'c_{28} - f'cr)$	$(f'c_{28} - f'cr)^2$	Kuat Desak Aktual ($f'c$)
V ₁	285,7715	8,3567	69,8344	266.6407
V ₂	277,8851	0,4703	0,2212	258.7543
V ₃	284,5599	7,1451	51,0524	265.4291
V ₄	273,1491	-4,2657	18,1962	254.0183
V ₅	266,6800	-10,7348	115,2359	247.5492
V ₆	281,0652	3,6504	13,3254	261.9344
V ₇	294,6525	17,2377	297,1383	275.5217
V ₈	261,7047	-15,7101	246,8072	242.5739
V ₉	268,0387	-9,3761	87,9112	248.9079
V ₁₀	280,6409	3,2261	10,4077	261.5101
Rata-rata	277,4148		910,1301	258.2840

Perhitungan nilai deviasi standar :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{1}^n (f'c_{28} - f'c)^2}{(n-1)}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{1}^n (910,1301)^2}{(10-1)}}$$

$$Sd_v = 10,0561$$

Perhitungan kuat desak aktual ($f'c$) :

$$f'c_{28} = f'c_v + 1,64.1,16.Sd$$

maka :

$$f'c_v = f'c_{28} - 1,64.1,16.Sd$$

4.2.3 Kuat Desak Beton

Kuat desak beton beragam sesuai dengan tabel pengujian. Pembagian penelitian dapat dilihat pada uraian berikut :

1. Benda uji dengan agregat halus 100 % pasir dari sungai Progo (0% Pasir besi)/Variasi I

Kuat desak beton dipengaruhi oleh bahan penyusunnya yaitu semen, pasir kerikil, dan air. Perancangan adukan beton menggunakan bahan material penyusun yang sama baik asal, kualitas maupun sifat-sifat fisiknya, kecuali pasir. Beton dengan menggunakan material yang baik dan terjaga proses pembuatannya akan menghasilkan kuat desak yang sesuai dengan kuat desak yang diharapkan. Pasir dari sungai Progo mempunyai butiran dengan permukaan butiran cukup kasar . Dengan permukaan butiran yang bergradasi cukup baik dan kasar tersebut akan terjadi kuncian antara penyusun beton, sehingga beton lebih kuat ikatannya dengan kuat desak rata-rata ultimit sebesar 378,1969 kg/cm². Setelah dilakukan penghitungan berdasarkan hasil-hasil pengujian didapatkan kuat desak aktual sebesar 359,8571 kg/cm², berarti masih berada di atas kuat desak rencana yaitu 225 kg/cm² sebesar 134,8571 kg/cm² (59,936 %) (Tabel 4.1).

2. Benda uji dengan agregat halus 25 % pasir besi dan 75 % sungai Progo (Variasi II)

Agregat halus yang digunakan sebagai bahan pengisi dalam benda uji ini terdiri dari pasir dari sungai Progo dan pasir besi. Sifat-sifat adukan beton sangat dipengaruhi oleh penggunaan material bahan-bahan penyusunnya,

yaitu agregat kasar, agregat halus, semen, dan air. Pasir besi yang mempunyai ciri fisik berbutir halus dan seragam diketahui dari nilai modulus halus butir (MHB) yang kecil (0,57025), kadar lumpur pasir besi (0,25%) yang lebih besar dari pasir Progo (0,325%) dan kadar Fe_2O_3 pasir besi (82,28%) yang melebihi persyaratan kadar semen (0,5% – 6%) menimbulkan ikatan dengan pasta semen menjadi kurang kuat. Penggunaan pasir besi sebesar 25 % tidak begitu besar pengaruhnya terhadap kuat desak yang terjadi karena penggunaan pasir besi relatif kecil. Dari hasil pengujian didapatkan kuat desak beton rata-rata ultimit sebesar 370,9685 kg/cm^2 . Setelah dilakukan penghitungan dari hasil-hasil pengujian akan diperoleh kuat desak beton aktual sebesar 364,1117 kg/cm^2 , berarti lebih besar dari kuat desak rencana sebesar 225 kg/cm^2 (Tabel 4.2). Terjadi kenaikan kuat desak sebesar 4,2546 kg/cm^2 (1,18 %) dibanding kuat desak benda uji variasi I, hal ini dikarenakan mutu pelaksanaan baik sekali dengan nilai deviasi standar kecil yaitu sebesar 3,60431 (tabel 4.8).

3. Benda uji dengan agregat halus 50 % pasir besi dan 50 % sungai Progo (Variasi III)

Pada benda uji ini menggunakan komposisi bahan penyusun beton yang cukup berpengaruh terhadap kuat desak beton yang terjadi. Dengan penggunaan pasir besi dengan komposisi yang seimbang dengan pasir dari sungai Progo, maka pengaruh pasir besi akan lebih besar lagi dibandingkan dengan pengujian benda uji sebelumnya. Semakin banyak penggunaan pasir besi, maka ikatan antara agregat halus dengan pasta

semen semakin berkurang daya ikatannya, karena (MHB) yang kecil (0,57025), kadar lumpur pasir besi (0,25%) yang lebih besar dari pasir Progo (0,325%) dan kadar Fe_2O_3 pasir besi (82,28%) yang melebihi persyaratan kadar semen (0,5% – 6%). Hasil pengujian mendapatkan besar nilai kuat desak beton rata-rata ultimit sebesar $343,2435 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan kuat desak aktual sebesar $321,7755 \text{ kg/cm}^2$ dan masih lebih besar dari kuat desak rencana sebesar 225 kg/cm^2 (Tabel 4.3). Terjadi penurunan kuat desak sebesar $38,0816 \text{ kg/cm}^2$ (10,58 %) dibanding kuat desak benda uji variasi I.

4. Benda uji dengan agregat halus 75 % pasir besi dan 25 % sungai Progo (Variasi IV)

Seperti pada pembahasan sebelumnya, maka dapat dijelaskan bahwa pengaruh penggunaan pasir besi semakin meningkat sesuai penambahan jumlah pasir besi yang digunakan. Pasir besi merapatkan ikatan antara agregat halus dan kasar, sebab butir-butir yang kecil dari pasir besi akan mengisi rongga-rongga yang terjadi. Dari segi kekasaran permukaannya pasir besi cenderung lebih halus dari pasir sungai Progo, sehingga ikatan antara pasir besi dengan pasta semen kurang kuat. Pemakaian pasir besi dengan volume lebih besar dibandingkan pasir dari sungai Progo sangat mempengaruhi besar kuat desak beton yang terjadi. Sesuai hasil pengujian diperoleh besar kuat desak beton rata-rata ultimit sebesar $312,2047 \text{ kg/cm}^2$, kuat desak beton aktual yang diperoleh sebesar $297,4507 \text{ kg/cm}^2$ dan masih lebih besar dari kuat desak rencana sebesar

225 kg/cm² (Tabel 4.4). Terjadi penurunan kuat desak sebesar 62,4064 kg/cm² (17,34 %) dibanding kuat desak benda uji variasi I.

5. Benda uji dengan agregat halus 100 % pasir besi (Variasi V)

Benda uji yang direncanakan pada bagian akhir pembahasan kali ini menggunakan agregat halus 100% pasir besi, berarti semua pasir normal dari sungai Progo diganti dengan pasir besi. Pemakaian pasir besi secara total tentu saja akan mempengaruhi kuat desak beton yang sebelumnya juga dipengaruhi oleh pasir dari sungai Progo. Pada benda uji sebelumnya kekurangan-kekurangan dari pasir besi dapat diimbangi dengan penggunaan pasir dari sungai Progo, maka pada benda uji ini kekurangan banyak dipengaruhi oleh pasir besi. Benda uji yang dibuat memiliki tingkat kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan benda uji yang lain karena butir-butir halus mengisi semua rongga antara agregat. Tingkat kepadatan benda uji ini tidak diimbangi dengan ikatan yang cukup kuat antara bidang kontak permukaan antara agregat dengan pasta semen. Permukaan agregat halus tidak dapat berikatan dengan pasta semen secara sempurna, maka ikatan yang terjadi kurang kuat. Kuat desak beton rata-rata ultimit yang terjadi sebesar 277,4148 kg/cm², sedangkan kuat desak beton rencana aktual setelah dihitung sebesar 258.2840 kg/cm² dan masih lebih besar dari kuat desak rencana sebesar 225 kg/cm² (Tabel 4.5). Terjadi penurunan kuat desak sebesar 101,5731 kg/cm² (28,22 %) dibanding kuat desak benda uji variasi I.