

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat hasil sebagaimana disebutkan pada tabel 4.1. dan tabel 4.2. Dari kedua tabel tersebut dapat diketahui bahwa penambahan limbah padat pabrik kertas dapat menurunkan berat jenis mortar, pada campuran dengan perbandingan pasir kecil mengakibatkan kenaikan serapan air, sedang pada campuran dengan perbandingan pasir yang besar mengakibatkan penurunan nilai serapan airnya. Pada campuran dengan perbandingan pasir kecil mengakibatkan penurunan kuat tekan, sedang pada campuran dengan perbandingan pasir yang besar mengakibatkan kenaikan kuat tekan mortarnya.

Tabel 4.1. Hasil uji mortar semen

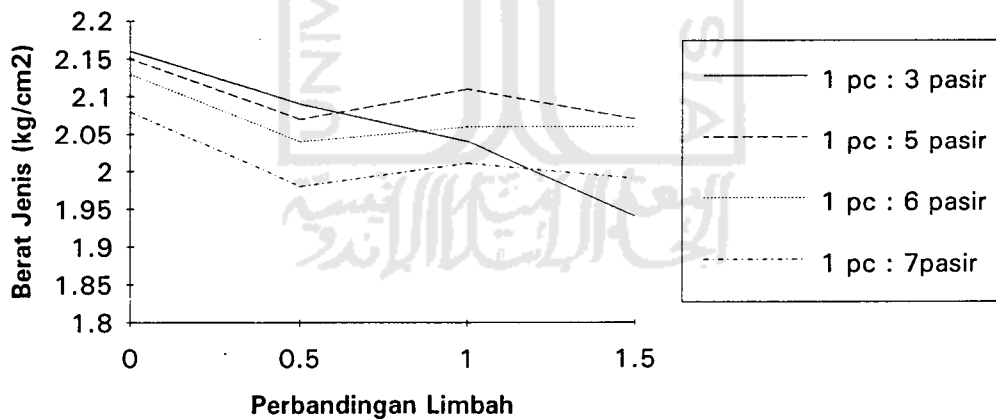
No.	PERBANDINGAN VOLUME		BERAT JENIS (Kg/cm <sup>2</sup> )	SERAPAN AIR (%)	KUAT TEKAN 28 HARI (Kg/cm <sup>2</sup> )		% KUAT TEKAN	
	PC	PASIR			SUHU 60° C	SUHU ± 25° C	SUHU 60° C	SUHU ± 25° C
1	1	3	2,16	4,97	243,89	201,52	100	100
2	1	3	2,09	7,31	122,22	108,20	50,11	53,69
3	1	3	2,04	9,14	96,86	74,22	39,71	36,83
4	1	3	1,94	10,80	47,67	45,28	19,55	22,47
5	1	5	2,15	9,41	50,28	41,21	100	100
6	1	5	2,07	10,40	68,19	57,84	135,62	140,35
7	1	5	2,11	9,91	50,87	44,88	101,17	108,91
8	1	5	2,07	8,47	73,36	58,08	145,90	140,94
9	1	6	2,13	10,34	37,58	43,98	100	100
10	1	6	2,04	9,52	40,72	30,31	108,36	68,92
11	1	6	2,06	9,31	51,70	46,69	137,57	106,16
12	1	6	2,06	10,27	62,06	70,98	165,14	161,39
13	1	7	2,08	16,11	24,03	18,47	100	100
14	1	7	1,98	14,86	35,41	23,46	147,36	127,02
15	1	7	2,01	13,82	33,49	27,91	139,37	151,11
16	1	7	1,99	14,54	30,97	28,03	128,88	151,76

Tabel 4.2. Hasil uji kuat tekan mortar semen

NO.	PERBANDINGAN VOLUME			KUAT TEKAN 3 HARI (Kg/cm <sup>2</sup> )		KUAT TEKAN 7 HARI (Kg/cm <sup>2</sup> )		KUAT TEKAN 28 HARI (Kg/cm <sup>2</sup> )	
	PC	PASIR	LIMBAH	SUHU 60° C	SUHU ± 25° C	SUHU 60° C	SUHU ± 25° C	SUHU 60° C	SUHU ± 25° C
1	1	3	0	102,04	62,93	64,66	48,60	243,89	201,52
2	1	3	0,5	63,95	49,56	84,92	80,86	122,22	108,20
3	1	3	1	52,10	47,25	73,24	65,01	96,86	74,22
4	1	3	1,5	42,05	32,67	58,92	51,91	47,67	45,28
5	1	5	0	12,64	13,27	33,29	19,63	50,28	41,21
6	1	5	0,5	27,16	21,54	24,43	24,92	68,19	57,84
7	1	5	1	29,10	26,73	32,63	27,48	50,87	44,88
8	1	5	1,5	25,55	19,77	27,04	24,19	73,36	58,08
9	1	6	0	15,06	11,77	20,77	11,30	37,58	43,98
10	1	6	0,5	11,18	8,17	20,44	13,33	40,72	30,31
11	1	6	1	11,35	8,25	26,74	17,64	51,70	46,69
12	1	6	1,5	13,16	10,44	29,26	22,72	62,06	70,98
13	1	7	0	4,20	3,49	26,04	15,76	24,03	18,47
14	1	7	0,5	7,93	6,44	32,55	26,32	35,41	23,46
15	1	7	1	11,77	9,89	26,42	18,17	33,49	27,91
16	1	7	1,5	10,46	10,34	27,94	21,07	30,97	28,03

#### 4.1.1. Berat Jenis Mortar

Dari pengujian berat jenis yang telah dilakukan, didapat hasil sebagaimana disebutkan pada tabel 4.1. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa penambahan limbah padat pabrik kertas untuk semua perbandingan pasir dapat menurunkan berat jenis mortar. Peningkatan perbandingan limbah padat pabrik kertas untuk semua perbandingan pasir, secara umum dapat menurunkan berat jenis mortar. Semakin besar perbandingan pasir, semakin kecil berat jenisnya. Dari gambar 4.1. dapat dilihat grafik Berat Jenis Mortar akibat penambahan Limbah Padat pada semua perbandingan pasir.

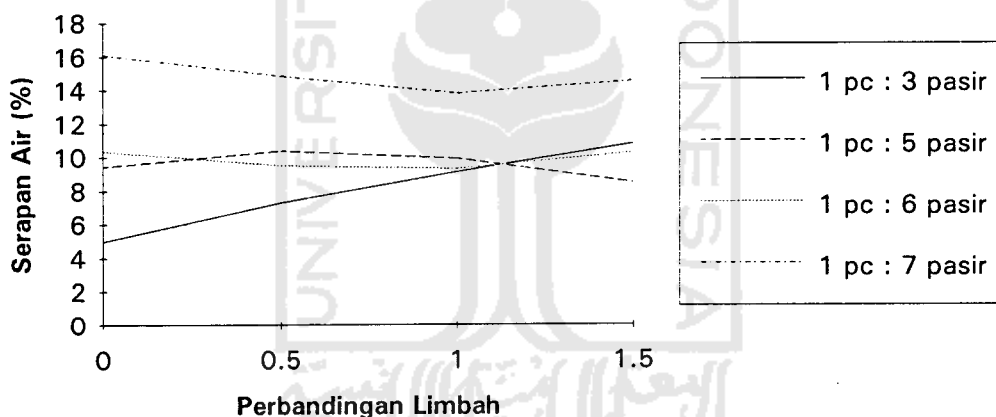


Gambar 4.1. Hubungan Berat Jenis Mortar terhadap penambahan Limbah Padat pada berbagai perbandingan pasir

#### 4.1.2. Serapan Air pada Mortar

Dari pengujian serapan air yang telah dilakukan,

didapat hasil sebagaimana disebutkan pada tabel 4.1. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa penambahan limbah padat pabrik kertas pada perbandingan 1 pc : 3 pasir, dapat menaikkan serapan air. Sedang pada perbandingan 1 pc : 5 pasir, 1 pc : 6 pasir, 1 pc : 7 pasir, penambahan limbah padat secara umum mengakibatkan penurunan serapan air. Semakin besar perbandingan pasir, semakin besar pula serapan airnya. Dari gambar 4.2. dapat dilihat grafik hubungan Serapan Air terhadap penambahan Limbah Padat.

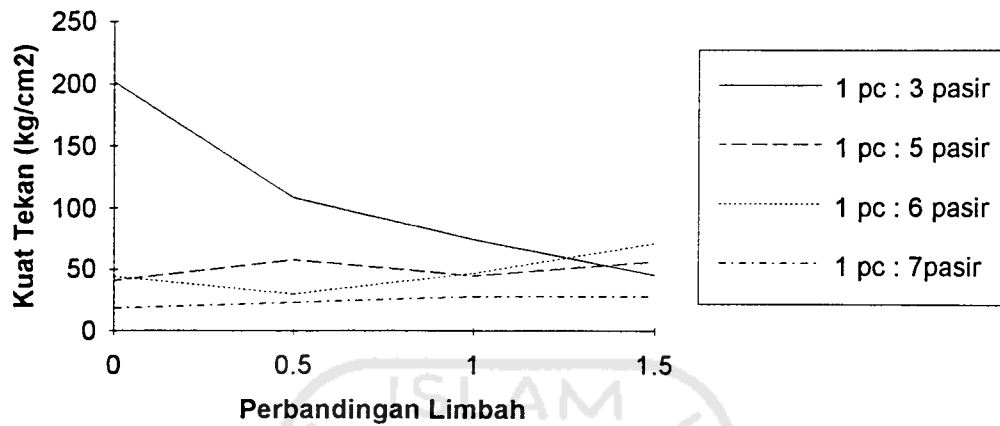


Gambar 4.2. Hubungan Serapan Air terhadap penambahan Limbah Padat pada berbagai perbandingan pasir

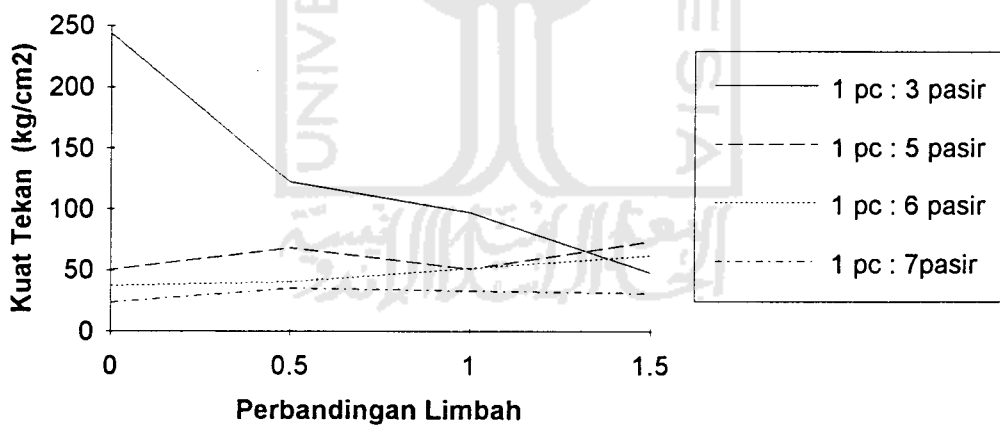
#### 4.1.3. Kuat Tekan Mortar

Dari pengujian kuat tekan yang telah dilakukan, didapat hasil sebagaimana disebutkan pada tabel 4.1. dan tabel 4.2. Dari tabel tersebut dibuat gambar 4.3. dan gambar 4.4. yang menunjukkan grafik Kuat Tekan Mortar

akibat penambahan Limbah Padat.



Gambar 4.3. Hubungan Kuat Tekan Mortar pada rawatan suhu 25° C terhadap penambahan Limbah Padat pada berbagai perbandingan pasir



Gambar 4.4. Hubungan Kuat Tekan Mortar pada rawatan suhu 60° C terhadap penambahan Limbah Padat pada berbagai perbandingan pasir

Dari tabel dan gambar diatas dapat diketahui hal-hal sebagai berikut ini.

1. Rawatan pada suhu 60° C menghasilkan kuat tekan

mortar yang lebih besar dibanding rawatan pada suhu kamar ( $\pm 25^{\circ} \text{C}$ ).

2. Penambahan limbah padat pada mortar yang memiliki perbandingan 1 pc : 3 pasir, mengakibatkan penurunan kuat tekannya.
3. Penambahan limbah padat pada mortar yang memiliki perbandingan 1 pc : 5 pasir, 1 pc : 6 pasir, dan 1 pc : 7 pasir, dapat menaikkan kuat tekannya.
4. Secara umum, penambahan limbah padat dengan perbandingan volume sebesar 1,5 menghasilkan kuat tekan mortar yang maksimum.
5. Semakin besar perbandingan pasir yang digunakan, menyebabkan kuat tekan mortar semakin kecil.

#### **4.2. Pembahasan**

##### **4.2.1. Berat Jenis Mortar**

Dari hasil pengujian berat jenis mortar, sebagaimana dimuat pada tabel 4.1. serta gambar 4.1. diketahui hal-hal sebagai berikut ini.

1. Penambahan limbah padat pada mortar untuk semua perbandingan pasir dapat menurunkan berat jenis mortarnya. Hal ini disebabkan karena limbah padat memiliki berat yang lebih ringan dibanding semen maupun pasir.
2. Peningkatan nilai banding limbah padat pada setiap perbandingan volume, umumnya dapat menurunkan nilai

berat jenis mortarnya. Hal ini disebabkan oleh peningkatan volume limbah padat yang mempunyai berat relatif lebih kecil.

3. Peningkatan perbandingan volume pasir dapat menurunkan berat jenis mortarnya, karena pada perbandingan pasir yang lebih besar terjadi pengurangan volume semen yang memiliki berat yang relatif lebih besar.

#### 4.2.2. Serapan Air pada Mortar

Dari hasil pengujian serapan air pada mortar, sebagaimana dimuat pada tabel 4.1. serta gambar 4.2. diketahui hal-hal sebagai berikut ini.

1. Pada perbandingan 1 pc : 3 pasir, pori-pori yang terjadi antara butiran pasir telah terisi oleh semen, sehingga mortar cukup padat. Hal ini mengakibatkan serapan air pada mortar sangat kecil.
2. Penambahan limbah padat pada perbandingan 1 pc : 3 pasir mengakibatkan meningkatnya serapan air pada mortar, karena pori-pori mortar yang semula terisi semen akan tercampur dengan limbah padat yang mempunyai kandungan kapur yang serapan airnya relatif besar. Sehingga peningkatan nilai banding limbah padat menyebabkan meningkatnya serapan air pada mortar.
3. Pada perbandingan 1 pc : 5 pasir, 1 pc : 6 pasir, 1



pc : 7 pasir, serapan air pada mortar meningkat. Karena meningkatnya jumlah pasir mengakibatkan pori-pori mortar lebih banyak, sehingga mengakibatkan serapan air pada mortar lebih besar.

4. Penambahan limbah padat pada perbandingan 1 pc : 5 pasir, 1 pc : 6 pasir, 1 pc : 7 pasir, dapat mengakibatkan menurunnya serapan air pada mortar, karena limbah padat dapat mengisi pori-pori yang terjadi antara butiran pasir. Peningkatan nilai banding limbah padat yang sesuai dengan banyaknya volume pori-pori yang terjadi, dapat menurunkan nilai serapan air pada mortarnya.
5. Peningkatan nilai banding pasir mengakibatkan meningkatnya nilai serapan air, karena pada perbandingan pasir yang lebih besar terdapat volume pasir yang lebih banyak sehingga mengakibatkan pori-pori yang lebih banyak.

#### 4.2.3. Kuat Tekan Mortar

Dari hasil pengujian kuat tekan mortar, sebagaimana dimuat pada tabel 4.1. dan tabel 4.2. serta gambar 4.3. dan gambar 4.4. diketahui hal-hal sebagai berikut ini.

1. Pada perbandingan 1 pc : 3 pasir, pori-pori yang terjadi terisi oleh semen sehingga mengakibatkan ikatan antara butiran pasir menjadi kuat. Penambahan limbah padat dapat mengakibatkan lemahnya ikatan

tersebut, karena pori-pori yang semula terisi semen akan terisi limbah padat yang kekuatan ikatannya lebih kecil dibanding semen. Peningkatan nilai banding limbah akan mengakibatkan semakin kecil nilai kuat tekan mortarnya.

2. Pada perbandingan 1 pc : 5 pasir, 1 pc : 6 pasir, 1 pc : 7 pasir, volume semen yang digunakan tidak mampu mengisi pori-pori yang ada, sehingga mengakibatkan pori-pori terisi udara. Hal ini dapat melemahkan ikatan. Penambahan limbah padat dapat mengisi pori-pori sehingga dapat menguatkan ikatannya, yang berakibat kuat tekan mortarnya semakin besar.
3. Peningkatan nilai banding limbah padat yang sesuai dengan banyaknya pori-pori yang terjadi dapat menghasilkan kuat tekan yang maksimum.
4. Peningkatan perbandingan volume pasir dapat menurunkan kuat tekan mortarnya, karena pada perbandingan pasir yang lebih besar terjadi pengurangan volume semen yang mengakibatkan ikatan butiran pasirnya semakin lemah.

Nilai kuat tekan yang dihasilkan pada penelitian ini relatif kecil, karena pasir yang digunakan memiliki butiran yang sangat halus.

Meskipun sampai saat ini di Indonesia belum ada peraturan yang menentukan nilai kuat tekan minimum untuk mortar semen, namun dari penelitian Roger dan Blain

memuat hasil kuat tekan mortar semen-kapur sebagaimana disebutkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Kuat Tekan Mortar Semen-Kapur Umur 28 Hari

Perbandingan Volume Semen:Kapur:Pasir	Kuat Tekan			
	Minimum		Maksimum	
	psi	Kg/cm <sup>2</sup>	psi	Kg/cm <sup>2</sup>
1 : 0,25 : 3	3200	225	5500	367
1 : 1 : 5	1480	104	2290	168
1 : 1,25 : 6,25	635	45	1370	96
1 : 2 : 7,5	545	38	1065	76
1 : 3 : 10	165	12	525	37

Sumber: Hasil penelitian Roger dan Blain, Frederick S. Merritt, 1965. Tabel sudah dimodifikasi.

Bila nilai kuat tekan dari hasil pengujian mortar semen-limbah dibandingkan dengan nilai kuat tekan pada tabel 4.3, maka untuk semua perbandingan dari mortar semen-limbah memiliki nilai yang lebih kecil.