

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Bahan

Analisa bahan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari bahan yang akan kita gunakan dalam penelitian.

4.1.1. Semen Merah Bata Baru

Semen merah bata baru diperoleh dari pabrik pembuatan batu bata di daerah Malang, kemudian dibawa ke penggilingan untuk dihaluskan. Berdasarkan hasil analisa bahan didapatkan data sebagai berikut :

- Kadar Air

Nomor Contoh		1		
Nomor Talam		A	B	
1	Berat Talam + Contoh Basah	(gr)	47,8	42,6
2	Berat Talam + Contoh Kering	(gr)	47,6	42,4
3	Berat Air = (1) - (2)	(gr)	0,2	0,2
4	Berat Talam	(gr)	34,6	29,8
5	Berat Contoh Kering = (2) - (4)	(gr)	13	12,6
6	Kadar Air = (3) / (5)	(%)	0,015	0,016
7	Kadar Air Rata-Rata	(%)	1,563	

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Gradasi dan Kadar Air Bahan Semen Merah Bata Baru

No	Pengujian	Hasil	Persyaratan
1	Gradasi	Seluruhnya lolos ayakan no. 100 (0,149 mm)	Maksimal tertinggal 15% berat di ayakan no. 100 (0,149 mm)
2	Kadar Air	1,56%	< 15%

Dari hasil analisis diatas semen merah bata baru digolongkan dalam tingkat I (Tabel 2.4 Persyaratan Bahan Pozzolan).

4.1.2. Semen Merah Limbah Batu Bata

Semen merah limbah batu bata diperoleh dari penggilingan bata hasil bongkaran bangunan yang sudah tidak dipakai lagi. Limbah batu bata mempunyai karakteristik dan sifat kimia yang berbeda dengan batu bata baru karena adanya faktor-faktor yang mempengaruhinya. Berdasarkan hasil analisa bahan didapatkan data sebagai berikut :

- Kadar Air

Nomor Contoh			1	
Nomor Talam			A	B
1	Berat Talam + Contoh Basah	(gr)	35,2	36,8
2	Berat Talam + Contoh Kering	(gr)	34,4	35,8
3	Berat Air = (1) - (2)	(gr)	0,8	1
4	Berat Talam	(gr)	5,8	5,8
5	Berat Contoh Kering = (2) - (4)	(gr)	28,6	30
6	Kadar Air = (3) / (5)	(%)	0,028	0,033
7	Kadar Air Rata-Rata	(%)	3,065	

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Gradasi dan Kadar Air Bahan Semen Merah Limbah Batu Bata

No.	Pengujian	Hasil	Persyaratan
1	Gradasi	Seluruhnya lolos ayakan no. 100 (0,149 mm)	Maksimal tertinggal 15% berat di ayakan 0,106 mm
2	Kadar Air	3.07%	< 15%

Dari hasil analisa diatas semen merah daur ulang digolongkan dalam tingkat I (Tabel 2.4 Persyaratan Bahan Pozzolan).

4.1.3. Kapur

Kapur yang digunakan adalah kapur padam. Kapur padam ini merupakan kapur hidrolis dimana kapur tersebut tidak akan larut dalam air setelah mengeras. dengan Berdasarkan hasil analisa bahan didapatkan data sebagai berikut :

- Kadar Air

Nomor Contoh			1	
Nomor Talam			A	B
1	Berat Talam + Contoh Basah	(gr)	16,6	16,8
2	Berat Talam + Contoh Kering	(gr)	16	16
3	Berat Air = (1) - (2)	(gr)	0,6	0,8
4	Berat Talam	(gr)	5,8	5,8
5	Berat Contoh Kering = (2) - (4)	(gr)	10,2	10,2
6	Kadar Air = (3) / (5)	(%)	0,059	0,078
7	Kadar Air Rata-Rata	(%)	6,863	

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Gradasi dan Kadar Air Bahan Kapur

No.	Pengujian	Hasil	Persyaratan
1	Gradasi	Seluruhnya lolos ayakan no. 50 (0,297 mm)	Maksimal tertinggal 10% berat di ayakan 0,21 mm
2	Kadar Air	6,86%	6 – 10%

Dari hasil analisa diatas kapur digolongkan dalam kelas II (Tabel 2.7 Persyaratan Kapur Padam).

4.1.4. Pasir

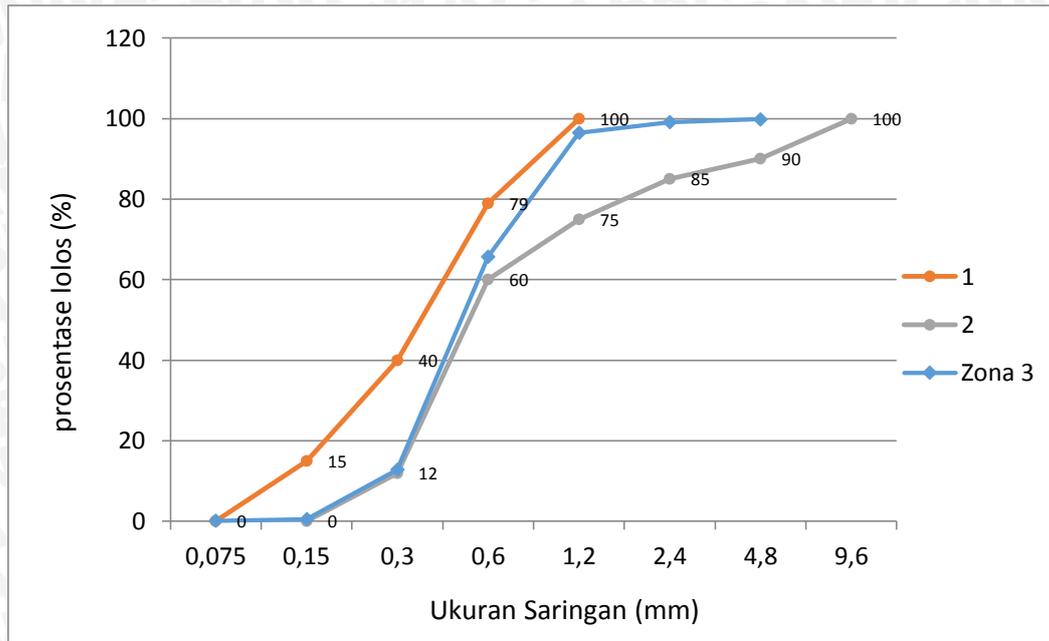
Pasir yang digunakan merupakan pasir yang umum terdapat dipasaran dengan syarat ukuran butiran yaitu lolos saringan no 4. Berdasarkan hasil analisa bahan didapatkan data sebagai berikut :

- Pengujian Gradasi

Lubang Saringan		Pasir			
		Tertinggal		Komulatif	
Nomor	mm	Gram	%	Tertinggal	Lolos
3"	76,2	0	0	0	100
2,5"	63,5	0	0	0	100
2"	50,8	0	0	0	100
1,5"	38,1	0	0	0	100
1"	25,4	0	0	0	100
3/4"	19,1	0	0	0	100
1/2"	12,7	0	0	0	100
3/8"	9,5	0	0	0	100
4	4,76	1	0,101	0,101	99,899
8	2,38	7,4	0,748	0,849	99,151
16	1,19	26,2	2,647	3,496	96,504
30	0,59	305	30,814	34,310	65,690
50	0,297	524,6	53,001	87,311	12,689
100	0,149	121,4	12,265	99,576	0,424
200	0,075	4,2	0,424	100,000	0,000
Pan		1,4			
		989,8		325,642	

$$\text{Modulus kehalusan} = \frac{\sum \% \text{ yang tertahan ayakan no 200, 100, 50, 30, 16, 8, 4}}{100}$$

$$= \frac{325,642}{100} = 3,25$$



- Pengujian Kadar Air

Nomor Contoh		1	
Nomor Talam		A	B
1	Berat Talam + Contoh Basah (gr)	35	59,8
2	Berat Talam + Contoh Kering (gr)	34,8	59,4
3	Berat Air = (1) - (2) (gr)	0,2	0,4
4	Berat Talam (gr)	5,8	36,4
5	Berat Contoh Kering = (2) - (4) (gr)	29	23
6	Kadar Air = (3) / (5) (%)	0,007	0,017
7	Kadar Air Rata-Rata (%)	1,214	

- Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Nomor Contoh		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Jenuh Kering Permukaan	500 (gr)	500	500	500
Berat Benda Uji Kering Oven	Bk (gr)	484	485,1	484
Berat Piknometer Diisi Air (Pada Suhu Kamar)	B (gr)	708,4	711,7	710,05
Berat Piknometer + Benda Uji (SSD) + Air (Pada Suhu Kamar)	Bt (gr)	1002,4	1008,8	1005,6

Nomor Contoh		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis Curah (Bulk Specific Gravity)	$B_k / (B+500-B_t)$	2,350	2,391	2,370
Berat Benda Jenuh Kering Permukaan (Bulk Specific Gravity Saturated Surface Dry)	$500 / (B+500-B_t)$	2,427	2,464	2,446
Berat Jenis Semu (Apparent Specific Gravity)	$B_k / (B+B_k-B_t)$	2,547	2,580	2,564
Penyerapan (%) (Absorption)	$(500-B_k) / B_k \times 100\%$	3,306%	3,072%	3,189%

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Gradasi, Modulus Kehalusan, Kadar Air, Berat Jenis dan Penyerapan Bahan Pasir

No	Pengujian	Hasil	Persyaratan
1	Gradasi	Zona 3	Zona 1 – Zona 4
2	Modulus Kehalusan	3,25	1,4 – 3,8
2	Kadar Air	1,21%	-
3	Berat Jenis	2,47	-
4	Penyerapan	3,18%	-

Dari data tersebut pasir telah memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran mortar sesuai SKSNI 5-04-1989.

4.2. Pengujian Benda Uji Mortar

4.2.1. Pengujian Konsistensi (FAB)

Untuk penelitian kuat tarik langsung mortar diambil dengan benda uji berbentuk angka delapan dengan ukuran $7,5 \times 5 \times 2,5 \text{ cm}^3$ dengan menggunakan faktor air bahan (FAB) yang ditentukan berdasarkan uji konsistensi mortar. Untuk mengetahui jumlah air yang dibutuhkan untuk mencapai konsistensi normal dalam suatu mortar, maka perlu dilakukan suatu pengujian.

Setelah melakukan beberapa percobaan dengan jumlah air yang berbeda, berawal dari percobaan FAB 0,55; 0,6; sampai 0,65. Maka yang paling memenuhi standar konsistensi adalah FAB 0,65. Didapatkan perhitungan sebagai berikut :

$$D_0 = 100 \text{ mm}$$

$$D_a = 123 \text{ mm}; D_b = 121 \text{ mm}; D_c = 124 \text{ mm}; D_d = 126 \text{ mm}$$

$$D_1 = \frac{D_a + D_b + D_c + D_d}{4} = 123,5 \text{ mm}$$

$$\text{Nilai Flow} = \frac{D1 - D0}{D0} \times 100\% = 23,5\%$$

Sehingga didapat pelebaran mortar sebesar = 123,5% dan memenuhi standar di lapangan.



Gambar 4.1. Pengukuran Pelebaran Pada Uji Konsistensi (FAB)

4.2.2. Pengujian Kuat Tarik Langsung Mortar

Penelitian ini menguji kuat tarik langsung dari benda uji mortar. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan perbandingan semen merah limbah batu bata dengan semen merah bata baru dengan variasi mulai perbandingan 100 : 0 sampai dengan 0 : 100. Setiap perubahan kekuatan bahan dan berat akan diamati dalam pengujian. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data hasil pengamatan kuat tarik langsung dari mortar, pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Benda uji tidak mengalami perawatan seperti mortar biasa hal ini dikarenakan semen merah dan kapur lebih lama bereaksi dibandingkan dengan semen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji kuat tarik langsung.



Gambar 4.2. Pengujian Kuat Tarik Langsung

Berdasarkan hasil pengujian beban maksimum maka didapatkan kuat tarik langsung mortar. Hasil pengujian didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Variasi 0% Semen Merah Limbah Batu Bata

No	Hasil Pengukuran				Hasil Perhitungan	
	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)	P (kg)	Berat/Volume (gr/cm ³)	Tegangan Hancur (kg/cm ²)
1	132,8	6,24	46,80	20	2,838	3,205
2	128,2	6,25	46,86	19	2,736	3,041
3	129,4	6,25	46,86	22	2,762	3,521
4	130,8	6,25	46,86	20	2,792	3,201
5	135	6,24	46,80	21	2,885	3,365

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Variasi 20% Semen Merah Limbah Batu Bata

No	Hasil Pengukuran				Hasil Perhitungan	
	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)	P (kg)	Berat/Volume (gr/cm ³)	Tegangan Hancur (kg/cm ²)
1	123,8	6,25	46,88	22	2,641	3,520
2	125,2	6,25	46,23	24	2,708	3,842
3	123	6,13	45,33	22	2,714	3,592
4	129,2	6,13	45,94	23	2,813	3,755
5	127,8	6,00	45,00	21	2,840	3,500

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Variasi 40% Semen Merah Limbah Batu Bata

No	Hasil Pengukuran				Hasil Perhitungan	
	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)	P (kg)	Berat/Volume (gr/cm ³)	Tegangan Hancur (kg/cm ²)
1	129,2	6,25	46,88	26	2,756	4,160
2	129,6	6,50	48,75	26	2,658	4,000
3	132,8	6,50	48,10	25	2,761	3,846
4	128,8	6,24	46,80	27	2,752	4,327
5	134,6	6,50	48,75	25	2,761	3,846

Tabel 4.8. Hasil Pengujian Variasi 60% Semen Merah Limbah Batu Bata

No	Hasil Pengukuran				Hasil Perhitungan	
	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)	P (kg)	Berat/Volume (gr/cm ³)	Tegangan Hancur (kg/cm ²)
1	127,6	6,25	46,88	23	2,722	3,680
2	126,2	6,13	45,94	24	2,747	3,918
3	122,6	6,13	45,94	25	2,669	4,082
4	126,2	6,25	46,88	25	2,692	4,000
5	126,6	6,25	46,88	24	2,701	3,840

Tabel 4.9. Hasil Pengujian Variasi 80% Semen Merah Limbah Batu Bata

No	Hasil Pengukuran				Hasil Perhitungan	
	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)	P (kg)	Berat/Volume (gr/cm ³)	Tegangan Hancur (kg/cm ²)
1	124,4	6,38	47,81	24	2,602	3,765
2	120,6	6,13	45,94	23	2,625	3,755
3	117,6	6,13	45,94	22	2,560	3,592
4	125	6,13	45,94	24	2,721	3,918
5	123	6,25	46,86	23	2,625	3,681

Tabel 4.10. Hasil Pengujian Variasi 100% Semen Merah Limbah Batu Bata

No	Hasil Pengukuran				Hasil Perhitungan	
	Berat (gr)	Luas (cm ²)	Volume (cm ³)	P (kg)	Berat/Volume (gr/cm ³)	Tegangan Hancur (kg/cm ²)
1	128,2	6,63	49,73	20	2,578	3,017
2	133,2	6,37	47,78	20	2,788	3,140
3	127,8	6,37	47,78	21	2,675	3,297
4	132,6	6,63	49,73	19	2,667	2,866
5	128,4	6,50	48,75	21	2,634	3,231

Setelah didapatkan hasil pengukuran serta pengujian, selanjutnya dihitung tegangan hancurnya, kemudian direkapitulasi hasilnya untuk melihat kuat tarik langsung rata-rata serta menghitung standar deviasi pada setiap variasi semen merah dengan rumus

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 + (\sum x^2)/n}{n - 1}}$$

Tabel. 4.11. Rekapitulasi Kuat Tarik Langsung Mortar

Variasi Mortar	No	Rekapitulasi Kuat Tarik Langsung Mortar			
		Kuat Tarik Langsung (kg/cm ²)	Rata-Rata (kg/cm ²)	Standar Deviasi	COV (%)
Semen Merah Limbah 0% : 100%	1	3,205	3,267	0,183	5,593
	2	3,041			
	3	3,521			
	4	3,201			
	5	3,365			
Semen Merah Limbah 20% : 80%	1	3,520	3,642	0,150	4,123
	2	3,842			
	3	3,592			
	4	3,755			
	5	3,500			
Semen Merah Limbah 40% : 60%	1	4,160	4,036	0,208	5,159
	2	4,000			
	3	3,846			
	4	4,327			
	5	3,846			
Semen Merah Limbah 60% : 40%	1	3,680	3,904	0,154	3,953
	2	3,918			
	3	4,082			
	4	4,000			
	5	3,840			
Semen Merah Limbah 80% : 20%	1	3,765	3,742	0,120	3,218
	2	3,755			
	3	3,592			
	4	3,918			
	5	3,681			
Semen Merah Limbah 100% : 0%	1	3,017	3,110	0,172	5,539
	2	3,140			
	3	3,297			
	4	2,866			
	5	3,231			

Kuat tarik mortar dan beton relatif lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan beton (Nawy, 1990, 41). Kekuatan tarik adalah suatu sifat yang lebih bervariasi dibandingkan dengan kekuatan tekan, dan besarnya berkisar antara 10-20% dari kekuatan tekan (Wang, C.K, Salmon, C.G, 1985, 11).

Untuk mengetahui hubungan kuat tarik dan kuat tekan berdasarkan teori diatas, maka perlu dibandingkan perhitungan kuat tarik langsung dan kuatnya untuk mengetahui secara teoritis apakah besar kuat tarik langsung berkisar antara 10-20% dari kekuatan tekannya.

Berikut ini merupakan rekapitulasi data yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan mortar (semen merah, kapur, pasir) benda uji $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ dengan variasi prosentase semen merah limbah batu dan semen merah baru yang sama yaitu perbandingan 0 : 100 sampai 100 : 0.



Tabel 4.12. Rekapitulasi Kuat Tekan Mortar

Variasi Mortar	No	Rekapitulasi Kuat Tekan Mortar			
		Kuat Tekan (kg/cm ²)	Rata-Rata (kg/cm ²)	Standar Deviasi	COV (%)
Semen Merah Limbah 0% : 100% Semen Merah Baru	1	22,569	22,711	0,710	3,124
	2	22,959			
	3	22,109			
	4	23,810			
	5	22,109			
Semen Merah Limbah 20% : 80% Semen Merah Baru	1	25,823	25,094	0,637	2,537
	2	25,085			
	3	25,510			
	4	24,898			
	5	24,157			
Semen Merah Limbah 40% : 60% Semen Merah Baru	1	28,322	28,743	0,393	1,367
	2	28,912			
	3	28,571			
	4	28,571			
	5	29,337			
Semen Merah Limbah 60% : 40% Semen Merah Baru	1	25,510	26,142	0,377	1,442
	2	26,476			
	3	26,239			
	4	26,361			
	5	26,122			
Semen Merah Limbah 80% : 20% Semen Merah Baru	1	25,174	25,969	0,643	2,476
	2	26,250			
	3	26,361			
	4	25,406			
	5	26,656			
Semen Merah Limbah 100% : 0% Semen Merah Baru	1	21,267	21,915	0,739	3,374
	2	21,259			
	3	22,857			
	4	21,658			
	5	22,534			

Berdasarkan hasil perhitungan teoritis, dari data perhitungan dan hasil kuat tarik langsung maupun kuat tekan diatas. Maka hasil kuat tarik langsung mortar dan kuat tekan mortar kemudian dibandingkan untuk mengetahui kesesuaian teori, berikut prosentase perbandingannya :

Tabel 4.13. Kuat Tarik Langsung Teoritis 0,1 x Kuat Tekan

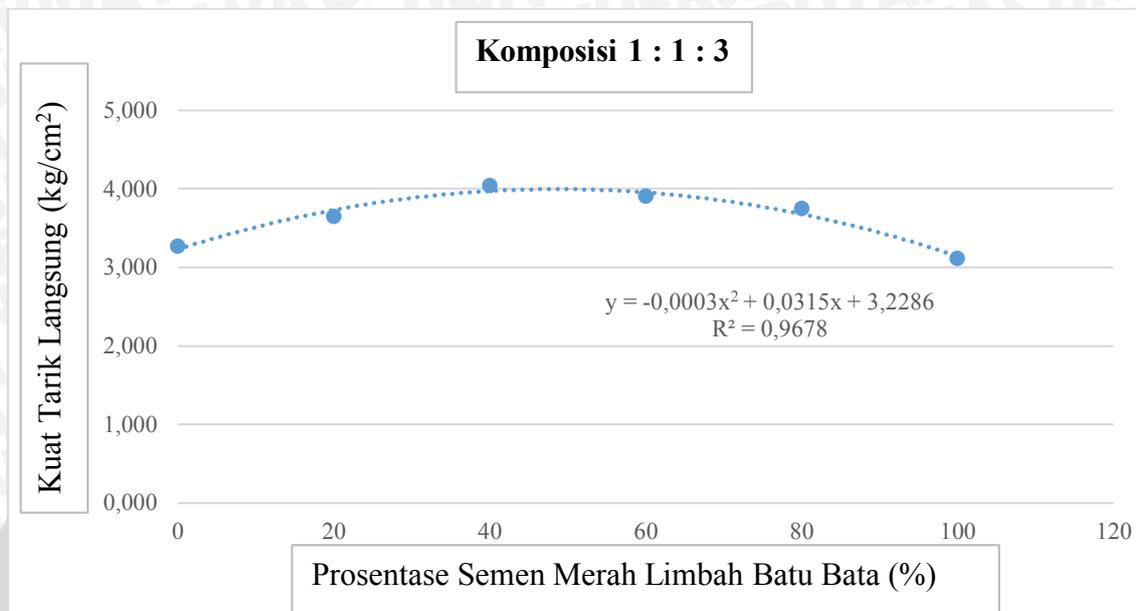
Variasi Mortar	No	Rekapitulasi	
		Kuat Tarik Langsung (kg/cm ²)	Rata-Rata (kg/cm ²)
Semen Merah Limbah 0% : 100%	1	2,2569	2,271
	2	2,2959	
	3	2,2109	
	4	2,3810	
	5	2,2109	
Semen Merah Baru	1	2,5823	2,509
	2	2,5085	
	3	2,5510	
	4	2,4898	
	5	2,4157	
Semen Merah Limbah 40% : 60%	1	2,8322	2,874
	2	2,8912	
	3	2,8571	
	4	2,8571	
	5	2,9337	
Semen Merah Limbah 60% : 40%	1	2,5510	2,614
	2	2,6476	
	3	2,6239	
	4	2,6361	
	5	2,6122	
Semen Merah Limbah 80% : 20%	1	2,5174	2,597
	2	2,6250	
	3	2,6361	
	4	2,5406	
	5	2,6656	
Semen Merah Limbah 100% : 0%	1	2,1267	2,191
	2	2,1259	
	3	2,2857	
	4	2,1658	
	5	2,2534	

Tabel 4.14. Kuat Tarik Langsung Teoritis $0,2 \times$ Kuat Tekan

Variasi Mortar	No	Rekapitulasi	
		Kuat Tarik Langsung (kg/cm ²)	Rata-Rata (kg/cm ²)
Semen Merah Limbah 0% : 100%	1	4,5139	4,542
	2	4,5918	
	3	4,4218	
Semen Merah Baru	4	4,7619	
	5	4,4218	
Semen Merah Limbah 20% : 80%	1	5,1645	5,019
	2	5,0170	
	3	5,1020	
Semen Merah Baru	4	4,9796	
	5	4,8313	
Semen Merah Limbah 40% : 60%	1	5,6643	5,749
	2	5,7823	
	3	5,7143	
Semen Merah Baru	4	5,7143	
	5	5,8673	
Semen Merah Limbah 60% : 40%	1	5,1020	5,228
	2	5,2951	
	3	5,2478	
Semen Merah Baru	4	5,2721	
	5	5,2245	
Semen Merah Limbah 80% : 20%	1	5,0347	5,194
	2	5,2500	
	3	5,2721	
Semen Merah Baru	4	5,0812	
	5	5,3311	
Semen Merah Limbah 100% : 0%	1	4,2535	4,383
	2	4,2517	
	3	4,5714	
Semen Merah Baru	4	4,3316	
	5	4,5068	

Untuk mengetahui perbedaan nilai kuat tarik langsung rata-rata dari masing-masing variasi hasil pengujian dapat diplotkan pada grafik berikut. Grafik tersebut menunjukkan hubungan prosentase semen merah limbah batu bata dan kuat tarik langsung mortar. Analisa data untuk memperoleh kadar optimum menggunakan analisa regresi dari hubungan kuat tarik langsung rata-rata dan prosentase semen merah limbah

batu bata. Dari hasil regresi tersebut didapatkan persamaan dari hubungan yang dianalisis. Selanjutnya dari persamaan regresi dicari nilai x puncak atau kadar optimum dari prosentase semen merah limbah batu bata.



Gambar 4.3. Grafik Hubungan Regresi Kuat Tarik Langsung Rata-Rata dan Prosentase Semen Merah Limbah Batu Bata

4.3. Analisis Statistik

Pengujian analisis data dilakukan agar kita dapat membuat keputusan, yaitu keputusan menolak atau tidak menolak hipotesis yang sedang diuji. Pengujian ini tidak dapat dipakai untuk menentukan benar atau salah suatu percobaan yang dilakukan. Keputusan yang diambil bisa benar dan juga bisa salah, sehingga menyebabkan timbulnya resiko dalam pembuatan keputusan.

4.3.1 Uji Analisis Varian Satu Arah

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat pada pengujian mortar. Pengujian Hipotesis dengan menggunakan analisis varian satu arah.

Pengujian hipotesis kuat tarik langsung mortar. Berikut adalah kriteria pengujian analisis varian satu arah :

H_0 = Tidak terdapat pengaruh variasi prosentase semen merah limbah batu bata terhadap kuat tekan mortar.

H_1 = Terdapat pengaruh variasi prosentase semen merah limbah batu bata terhadap kuat tekan mortar.

Level of significance $\alpha = 5\% = 0,05$

$n = 5$ (jumlah benda uji tiap perlakuan)

$b = 6$ (variasi prosentase semen merah limbah batu bata)

Tabel 4.15. Data Analisis Statistik

Tegangan Hancur (kg/cm ²)						Jumlah
Perbandingan Semen Merah Bata Daur Ulang dan Semen Merah Bata Baru						
0% : 100%	20% : 80%	40% : 60%	60% 40%	80% : 20%	100% : 0%	
3,205	3,520	4,160	3,680	3,765	3,017	
3,041	3,842	4,000	3,918	3,755	3,140	
3,521	3,592	3,846	4,082	3,592	3,297	
3,201	3,755	4,327	4,000	3,918	2,866	
3,365	3,500	3,846	3,840	3,681	3,231	
16,334	18,208	20,179	19,520	18,711	15,550	108,503

Dari data analisis statistik diatas selanjutnya dihitung atau dianalisis variasi datanya. Dengan rumus-rumus yang ada, maka kita bisa menghitung jumlah kuadrat, derajat kebebasan, kuadrat tengah dan F hitung dari setiap sumber keseragaman antara lain variasi perbandingan semen merah, galat serta totalnya. Kemudian dibandingkan dengan F tabel. Berikut penyajiannya dalam tabel :

Tabel 4.16. Hasil Analisis Variansi Data

Sumber Keseragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F tabel
Variasi perbandingan semen merah	3,269	5,0	0,654	23,454	2,620
Galat	0,669	24,0	0,028		
Total	3,938	29,0	0,136		

Kesimpulan :

Karena f hitung $>$ f tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari variasi prosentase semen merah limbah batu bata terhadap kuat tarik langsung mortar.

4.3.2. Analisis Perbedaan

Untuk mengetahui seberapa besar tingkat signifikansi perbedaan kuat tarik langsung mortar menggunakan semen merah tanpa limbah batu bata dengan kuat tarik langsung mortar menggunakan semen merah dengan berbagai variasi limbah batu bata, maka dilakukan pengujian hipotesis. Pengujian hipotesis merupakan salah satu bagian terpenting dalam teknik pengambilan keputusan untuk mengetahui apakah suatu pertanyaan atau hipotesis suatu masalah diterima atau ditolak. Keputusan diambil dengan nilai signifikansi variabel bebas dengan taraf signifikansi atau $\alpha = 5\%$ dengan pedoman :

- Nilai $-t_{\text{tabel}} < t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima
- Nilai $t_{\text{hitung}} < -t_{\text{tabel}}$ atau $-t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$ maka H_1 diterima

Dengan :

H_0 = Tidak terdapat perbedaan yang nyata antara kuat tarik langsung mortar semen merah tanpa limbah batu bata dengan kuat tarik langsung mortar semen merah limbah batu bata.

H_1 = Terdapat perbedaan yang nyata antara kuat tarik langsung mortar semen merah tanpa limbah batu bata dengan kuat tarik langsung mortar semen merah limbah batu bata.

Level of significance $\alpha = 5\% = 0,05$

Derajat kebebasan = $n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$

Dari hasil analisis variansi diatas selanjutnya dihitung atau dianalisis signifikansi datanya. Untuk menilai apakah keragaman dari dua kelompok berbeda secara statistik satu sama lain. Analisis untuk membandingkan keragaman dari dua kelompok data digunakan uji-t. Pengujian hipotesis merupakan salah satu bagian terpenting dalam teknik pengambilan keputusan untuk mengetahui apakah suatu pertanyaan atau hipotesis suatu masalah diterima atau ditolak. Berdasarkan rumus yang ada kemudian dianalisis, berikut disajikan selengkapnya pada tabel :

Tabel 4.17. Hasil Analisis Signifikansi Data

	Kontrol SMLB 0%	20% SMLB	Kontrol SMLB 0%	40% SMLB	Kontrol SMLB 0%	60% SMLB	Kontrol SMLB 0%	80% SMLB	Kontrol SMLB 0%	100% SMLB
	3,205	3,520	3,205	4,160	3,205	3,680	3,205	3,765	3,205	3,017
	3,041	3,842	3,041	4,000	3,041	3,918	3,041	3,755	3,041	3,140
	3,521	3,592	3,521	3,846	3,521	4,082	3,521	3,592	3,521	3,297
	3,201	3,755	3,201	4,327	3,201	4,000	3,201	3,918	3,201	2,866
	3,365	3,500	3,365	3,846	3,365	3,840	3,365	3,681	3,365	3,231
Rataan	3,267	3,642	3,267	4,036	3,267	3,904	3,267	3,742	3,267	3,110
SD	0,033	0,198	0,033	0,043	0,033	0,024	0,033	0,015	0,033	0,030
n	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Sp	0,340		0,196		0,169		0,155		0,178	
t _{hitung}	-1,742		-6,207		-5,957		-4,858		1,398	
t _{tabel}	1,859		1,859		1,859		1,859		1,859	
keterangan	Tidak Nyata		Nyata		Nyata		Nyata		Tidak Nyata	

Keterangan :

SMLB : semen merah limbah batu bata

Kesimpulan :

Dari tabel diatas diketahui bahwa :

- Pada prosentase pemberian limbah batu bata sebesar 20% diketahui bahwa Nilai $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_1 ditolak dan H_0 diterima, artinya kuat tarik langsung mortar semen merah batu bata baru tidak berbeda nyata dengan kuat tarik langsung mortar semen merah limbah batu bata.
- Pada prosentase pemberian limbah batu bata sebesar 40% diketahui bahwa Nilai $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $-t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_1 diterima, artinya kuat tarik langsung mortar semen merah batu bata baru tidak berbeda nyata dengan kuat tarik langsung mortar semen merah limbah batu bata.
- Pada prosentase pemberian limbah batu bata sebesar 60% diketahui bahwa Nilai $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $-t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_1 diterima, artinya kuat tarik langsung mortar semen merah batu bata baru tidak berbeda nyata dengan kuat tarik langsung mortar semen merah limbah batu bata.
- Pada prosentase pemberian limbah batu bata sebesar 80% diketahui bahwa Nilai $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $-t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_1 diterima, artinya kuat tarik langsung mortar semen merah batu bata baru tidak berbeda nyata dengan kuat tarik langsung mortar semen merah limbah batu bata.
- Pada prosentase pemberian limbah batu bata sebesar 100% diketahui bahwa Nilai $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_1 ditolak dan H_0 diterima, artinya kuat tarik langsung mortar semen merah batu bata baru tidak berbeda nyata dengan kuat tarik langsung mortar semen merah limbah batu bata.

4.3.3. Uji Analisis Regresi

Pada penelitian ini regresi dapat dilakukan untuk mendapatkan hubungan antara variasi prosentase semen merah limbah batu bata dengan nilai kuat tarik langsung mortar. Tingkat ketepatan dari fungsi regresi yang diperoleh diukur dari nilai koefisien determinasinya (R^2). Koefisien determinasi (R^2) merupakan nilai yang menyatakan besarnya nilai keterandalan model yaitu menyatakan besarnya variabel Y nilai kuat tarik langsung mortar yang dapat diterangkan oleh variabel bebas X menurut persamaan regresi yang diperoleh. Besarnya koefisien determinasi (R^2) berkisar antara 0 sampai 1. Jika nilai koefisien determinasi (R^2) mendekati 1 maka model yang digunakan semakin tinggi keterandalannya dan jika mendekati 0 makaderajat keterandalannya rendah.

Hubungan pada setiap kejadian dalam penelitian ini dapat dinyatakan dengan hubungan korelasi antara dua variabel. Koefisien korelasi (R) merupakan suatu ukuran asosiasi (linier) relatif antara dua variabel yang menyatakan besarnya derajat keeratan hubungan antar variabel. Koefisien korelasi dapat bervariasi dari -1 sampai 1 . Jika $0 < R < 1$ maka dua variabel dikatakan berkorelasi positif dan jika $-1 < R < 0$ maka dua variabel tersebut dinyatakan berkorelasi negatif. Nilai 0 menunjukkan tidak adanya hubungan antar variabel sedangkan nilai 1 atau -1 menunjukkan adanya hubungan sempurna antar variabel. Beberapa bentuk persamaan regresi dapat dicoba seperti bentuk linier, polinomial atau eksponensial. Persamaan yang digunakan adalah persamaan polinomial.

Dalam pengujian analisis regresi kuat tarik langsung, didapatkan persamaan :

$$y = -0,0003x^2 + 0,0315x + 3,2286$$

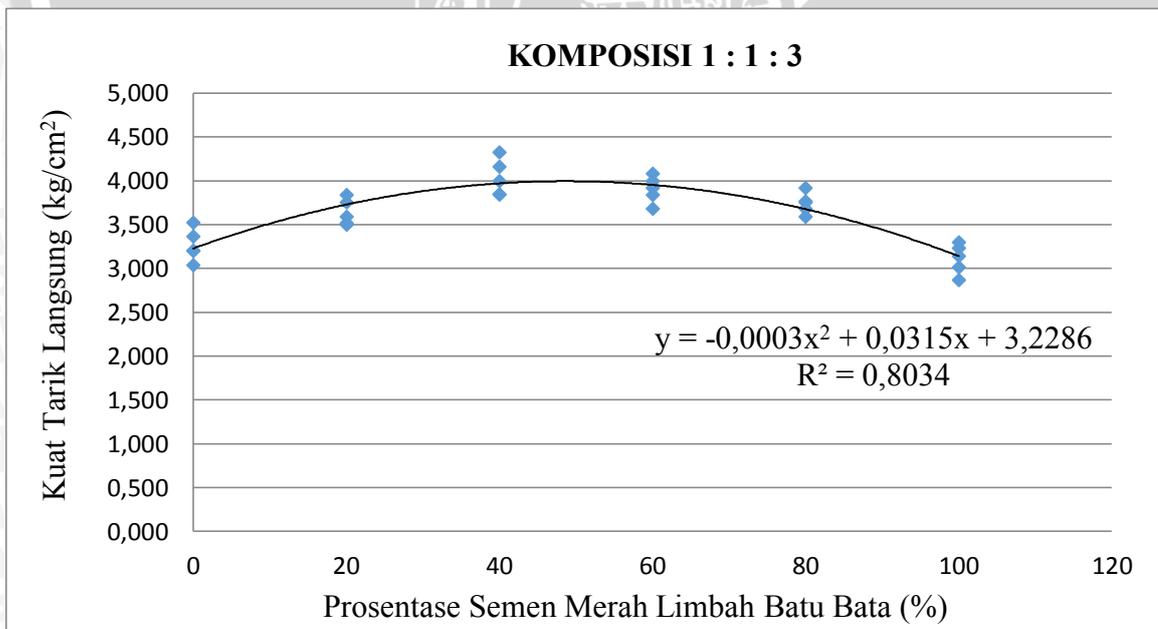
Dimana :

y = kuat tarik langsung

x = prosentase semen merah limbah batu bata

Dengan nilai $R^2 = 0,8034$ dan $R = 0,896$ menunjukkan bahwa variabel-variabel di atas menyokong kuat tarik langsung sebesar $80,34\%$.

Berikut kemudian disajikan dalam bentuk grafik regresi :



Gambar 4.4. Hubungan Regresi Kuat Tarik Langsung Mortar dan Prosentase Semen Merah Limbah Batu Bata

4.4. Pembahasan

Limbah batu bata dapat dimanfaatkan sebagai semen merah dalam pembuatan mortar kapur (semen merah, kapur, pasir). Semen merah atau pozzolan tidak memiliki sifat semen, tetapi jika dicampur dengan kapur padam dan air dalam suhu kamar lama-kelamaan akan mengeras menjadi padat dan sukar larut dalam air. Sifat-sifat pozzolan yang digunakan untuk digunakan sebagai semen merah baik itu limbah batu bata merah maupun batu bata baru sangat berbeda. Perbedaan dari sifat-sifat pozzolan tersebut akan berpengaruh terhadap mutu / kekuatan mortar tersebut.

Beban yang diperoleh dari pengujian kuat tarik langsung mortar merupakan kapasitas beban maksimum yang dapat ditahan oleh mortar hingga benda tersebut mengalami retak atau putus akibat dari suatu tarikan. Dari beban tersebut selanjutnya diperoleh kuat tarik langsung dengan cara membagi beban yang didapat dari hasil pengujian dengan luasan mortar tersebut. Pada hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.11 bahwa besarnya kuat tarik langsung rata-rata maksimum sebesar $4,036 \text{ kg/cm}^2$ pada komposisi 1 semen merah : 1 kapur : 3 pasir dengan prosentase semen merah limbah batu bata sebesar 40%.

Kuat tarik langsung rata-rata dari semua variasi masih belum memenuhi standar kuat tarik berdasarkan syarat pada tabel 2.7 tentang persyaratan kapur padam sebesar 12 kg/cm^2 tetapi masih memenuhi mutu untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Berdasarkan hasil perhitungan teoritis, kekuatan tarik adalah suatu sifat yang lebih bervariasi dibandingkan dengan kekuatan tekan, dan besarnya berkisar antara 10-20% dari kekuatan tekan (Wang, C.K, Salmon, C.G, 1985: 11). Dari tabel 4.12 disajikan hasil dari uji kuat tekannya yang kemudian secara teoritis dihitung kuat tariknya yaitu $0,1 \times$ kuat tekan (yang terlihat pada tabel 4.13) dan $0,2 \times$ kuat tekan (yang terlihat pada tabel 4.14). Terlihat bahwa nilai kuat tarik langsung berada diantara $0,1$ kuat tekan dan $0,2$ kuat tekan. Ini menunjukkan bahwa kuat tarik langsung mortar kekuatannya memenuhi secara teori beton.

Dari tabel 4.11 dan gambar 4.3 terlihat bahwa kuat tarik langsung rata-rata mortar yang dimiliki tiap variasi benda uji. Dilihat dari jumlah prosentase pemberian limbah batu bata kuat tarik langsung rata-rata semakin meningkat sampai pada prosentase pemberian limbah batu bata sebesar 40% kemudian mengalami penurunan pada prosentase

pemberian limbah batu bata sebesar 60% yang dimungkinkan karena kondisi benda uji mengalami kesalahan pada saat pembuatan, sedangkan pada prosentase 80% mengalami kenaikan yang tidak terlalu tajam dan terjadi penurunan pada prosentase 100%.

Pada tabel 4.16 dimana dalam pengujian analisis varian satu arah F hitung ($=23,454$) $>$ F Tabel ($=2,62$), menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari variasi prosentase semen merah limbah batu bata terhadap kuat tarik langsung mortar. Sedangkan pada grafik regresi seperti pada gambar 4.9 didapatkan nilai maksimum dari kuat tarik langsung dan prosentase maksimum (x,y) dari persamaan regresi tersebut. Didapatkan nilai x (prosentase semen merah limbah) maksimum sebesar $= 52,5\%$ dan y (kuat tarik langsung) maksimum sebesar $= 4,055 \text{ kg/cm}^2$. Dengan nilai $R^2 = 0,8034$ dan $R = 0,896$. Menunjukkan bahwa variabel-variabel di atas menyokong kuat tarik langsung sebesar 82,15%.

Pada uji analisis perbedaan, variasi 0% semen merah limbah dan 100% semen merah limbah menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Dari analisa statistik pada tabel 4.17, pengujian analisis signifikansi pada variasi 20% semen merah limbah batu bata - $t_{\text{tabel}} (= -1,859) < t_{\text{hitung}} (= -1,742) < t_{\text{tabel}} (= 1,859)$, kemudian pada variasi 40% semen merah limbah batu bata - $t_{\text{hitung}} (= -6,207) < t_{\text{tabel}} (= 1,859)$, selanjutnya pada variasi 60% semen merah limbah batu bata - $t_{\text{hitung}} (= -5,957) < t_{\text{tabel}} (= 1,859)$, lalu pada variasi 80% semen merah limbah batu bata - $t_{\text{hitung}} (= -4,858) < t_{\text{tabel}} (= 1,859)$, dan pada variasi 100% semen merah limbah batu bata - $t_{\text{tabel}} (= -1,859) < t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}} (= 1,859)$. Sehingga disimpulkan terdapat perbedaan yang nyata antara semen merah bata baru dengan semen merah limbah batu bata pada variasi 40%, 60%, dan 80% ditunjukkan dengan nilai $t_{\text{hitung}} < -t_{\text{tabel}}$ atau $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$. Sedangkan pada variasi 20% dan 100% semen merah limbah batu bata menunjukkan perbedaan yang tidak nyata, ditunjukkan dengan $t_{\text{tabel}} < t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$.

Dari tabel 4.11 tersebut dapat dilihat bahwa angka penurunannya tidak begitu signifikan, seperti yang dianalisis pada tabel 4.17 sebelumnya bahwa perbedaannya tidak nyata antara semen merah bata baru dengan semen merah limbah batu bata. Tetapi pada prosentase 20% mengalami kenaikan kekuatan sebesar 11,473% masih dianggap pengaruhnya tidak nyata. Hingga pada prosentase 40% memberikan pengaruh nyata mengalami kenaikan sebesar 23,538%. Kemudian pada prosentase 60% masih

memberikan pengaruh nyata dengan kenaikan sebesar 19,502%, begitu juga dengan prosentase 80% masih memberikan pengaruh nyata dengan kenaikan sebesar 14,552%. Sebelum pada akhirnya pada prosentase 100% mengalami penurunan kekuatan sebesar -4,805% yang dianggap tidak berpengaruh nyata.

Secara kualitas seharusnya kuat tarik langsung tidak mengalami kenaikan, melainkan mengalami penurunan secara eksponen, tetapi hasil penelitian menunjukkan sempat terjadi kenaikan sebelum mengalami penurunan. Hal yang menyebabkan terjadinya kenaikan kekuatan yaitu terjadinya reaksi pozzolanik dari semen merah bata baru dan semen merah dari limbah batu bata. Silika yang terdapat pada semen merah bata baru lebih tinggi dari semen merah limbah, sedangkan alumina semen merah lebih tinggi dibanding semen merah baru. Dengan begitu, prosentase yang ideal menghasilkan silika dan alumina yang maksimal yang berefek meningkatnya mutu/kekuatan mortar.

