

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Pengujian

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan beton sebelum digunakan, dilakukan pengujian terlebih dahulu. Berikut hasil dari pengujian yang telah dilakukan terhadap pengujian material maupun benda uji sebagai berikut:

1. Pengujian Bahan

a. Pengujian Seman

Semen yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan semen jenis PPC. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji berat jenis dan pengujian kehalusan semen. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Pengujian Berat Jenis Semen PPC

Sampel	Berat semen (gram)	Volume semen (ml)
1	30	100
2	29	100
3	33	100
4	30	100
5	31	100

Tabel 2. Data Pengujian Massa Jenis Semen PPC

Sampel	Berat jenis (gram/ml)	Volume air (gram/ml)
1	3,00	1
2	2,90	1

Tabel 12. (Lanjutan)

Sampel	Berat jenis (gram/ml)	Volume air (gram/ml)
3	3,30	1
4	3,00	1
5	3,10	1

Tabel 3. Data Pengujian Kehalusan Semen PPC

Sampel	Berat semen (gram)	Volume semen (ml)
1	0,23	100
2	0,17	100
3	0,19	100

b. Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pecahan batu gunung merapi yang ukurann 1-2 cm. Pengujian agregat kasar meliputi pengujian:

1) Pengujian kadar air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air yang berada pada agregat kasar. Pengujian dilakukan pada kondisi agregat kasar dalam keadaan kering permukaan / SSD. Dari hasil pengujian kadar air pada agregat kasar diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. Data pengujian Kadar Air Agregat Kasar SSD

Sampel	Berat awal / A (gram)	Berat akhir / B (gram)
1	500	482
2	500	482
3	500	483
4	500	486

Tabel 14. (Lanjutan)

Sampel	Berat awal / A (gram)	Berat akhir / B (gram)
5	500	487

2) Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk mengetahui perbandingan massa agregat kasar dengan massa air. Hasil pengujian berat jenis agregat kasar diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 5. Data Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

Sampel	Berat pasir (gram)	Volume air (ml)
1	157,7	61,5
2	150	59
3	151,6	61
4	150,5	61,5
5	151,1	60,5

3) Pengujian Bobot Isi

Pengujian bobot isi digunakan untuk menghitung berat agregat yang dikonversi kedalam satuan bejana. Dari hasil pengujian bobot isi diperoleh data sebagai berikut

Tabel 6. Data Pengujian Bobot Isi Gembur Agregat Kasar

Sampel	Berat kerikil (gram)	Volume air (liter)
1	20080	15362,3

Tabel 7. Data Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Kasar

Sampel	Berat kerikil (gram)	Volume air (liter)
1	21800	153662,3

4) Pengujian Keausan Agregat Kasar

Agregat kasar berasal dari gunung Merapi dilakukan pengujian keausan menggunakan *Los Angeles* dengan acuan SNI 2417-2008 dan bertujuan untuk mengetahui nilai keausan agregat yang digunakan sebagai persyaratan pembuatan campuran. Perhitungan serta hasil pengujian keausan disajikan sebagai berikut:

$$\text{Keausan} = \frac{\text{berat benda uji} - \text{berat tertahan saringan } n_{0.12}}{\text{berat benda uji}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Keausan} = \frac{5000 - 2731}{5000} \times 100\% = 45,38\% \quad (2)$$

Tabel 8. Data Pengujian Keausan Agregat Kasar

Sampel	Berat awal (gram)	Berat akhir (gram)	Nilai Keausan (%)
1	5000	2731	45,38

c. Pengujian Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sungai kulon progo. Pada pengujian agregat meliputi pengujian:

1) Pengujian kadar air

Pengujian kadar air SSD bertujuan untuk mengetahui kadar air yang berada pada pasir pada saat kondisi kering permukaan. Dari hasil pengujian kadar air agregat halus diperoleh sebagai berikut:

Tabel 9. Data pengujian Kadar Air Agregat Halus SSD

Sampel	Berat awal / A (gram)	Berat akhir / B (gram)
1	200	197
2	200	196,5

Tabel 19. (Lanjutan)

Sampel	Berat awal / A (gram)	Berat akhir / B (gram)
3	200	197,5
4	200	197,5
5	200	198

2) Pengujian kadar lumpur

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kadar lumpur yang menempel pada permukaan pasir. Hasil pengujian kadar lumpur pasir dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 10. Data Pengujian Kadar Lumpur Pasir

Sampel	Volume pasir (ml)	Volume lumpur (ml)
1	90	2
2	76	4
3	92	2

3) Pengujian bobot isi

Bobot isi atau berat satuan agregat digunakan untuk menghitung berat agregat yang dikonversikan kedalam satuan bejana. Dari hasil pengujian bobot isi diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 11. Data Pengujian Bobot Isi Agregat Halus

Sampel	Berat pasir (kg)	Volume air (liter)
1	25,82	15,3623

4) Pengujian berat jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk mengetahui perbandingan massa agregat halus dengan massa air. Hasil pengujian berat jenis agregat halus dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12. Data Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Sampel	Berat pasir (gram)	Volume air (ml)
1	153,1	56
2	150,2	54
3	150	55
4	150,9	56
5	151,8	56

5) Pengujian Modulud Kehalusan Butir (MKB)

Pengujian modulus kehalusan butir dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan agregat halus yang digunakan pada campuran beton. Hasil pengujian modulus kehalusan butir pasir dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 13. Data Pengujian Modulud Kehalusan Butir Agregat Halus

Ukuran ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Persen tertahan (%)
9,50	0	0
4,75	0	0
2,36	68,89	13,81
1,18	68,63	13,75
0,60	101,51	20,34
0,30	182,97	36,67
0,15	67,20	13,47
<0,15	9,9	1,96
Total	499	100

2. Pengujian *Hammer test*

Pengujian *hammer test* digunakan untuk menilai keseragaman beton.

Tabel 14. Data Pengujian *Hammer test*

Sampel	Angka pantul (R)									
1	29	30	32	29	29	29	30	33	29	30
2	38	32	34	33	30	30	33	31	30	30
3	30	29	31	30	29	32	36	30	30	30
4	31	30	31	32	30	30	30	31	30	32
5	30	30	31	33	32	30	32	30	30	31
6	30	33	34	33	30	31	30	32	36	30
7	29	30	29	28	28	30	30	28	30	34
8	26	28	32	30	32	30	30	30	31	32
9	30	30	30	32	30	30	29	30	34	32
10	30	29	32	30	30	29	29	32	31	30
11	30	29	30	30	31	33	31	31	30	31
12	30	29	32	32	34	30	30	30	32	30
13	30	30	30	31	30	30	34	34	32	32
14	29	30	32	33	31	30	31	30	35	36
15	30	32	30	29	29	29	30	31	34	29
16	30	29	31	33	30	32	32	30	30	34
17	30	29	30	30	30	28	30	30	31	29
18	31	30	33	30	33	31	32	36	34	30
19	30	30	32	32	30	31	33	29	29	36
20	29	30	30	33	29	30	32	32	32	32
21	30	30	34	29	29	35	38	37	36	35
22	28	31	29	29	31	31	28	30	31	30
23	30	31	32	32	30	30	29	30	34	31

Tabel 24. (Lanjutan)

Sampel	Angka pantul (R)									
---------------	-------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

24	30	29	31	33	30	32	32	30	32	31
25	29	28	31	30	30	30	28	31	30	29
26	30	33	37	30	30	30	31	30	33	29
27	31	30	32	32	30	29	32	32	30	30
28	30	32	30	30	29	30	29	32	31	29
29	30	25	32	30	30	31	30	30	29	31
30	30	30	30	29	29	29	32	31	30	30

3. Pengujian UPV *test*

Tabel 15. Data Pengujian UPV *test*

Sampel	Satuan	Pengujian				
		1	2	3	4	5
1	μs	73,7	75,2	73,5	74,5	76,5
	m/s	4138	4056	4150	4094	3987
2	μs	74,2	75,2	72,7	72	73,2
	m/s	4111	4056	4195	4236	4167
3	μs	74,3	73,7	75,3	74,2	71,8
	m/s	4105	4138	4050	4111	4248
4	μs	73,7	74	77,7	73,7	72
	m/s	4138	4122	3925	4138	4236
5	μs	72,7	78,2	78	73,5	74,2
	m/s	4195	3900	3910	4150	4111
6	μs	73,8	71,2	75	72,2	73,8
	m/s	4133	4248	4067	4224	4133
7	μs	75,3	72	72,5	74,8	74,3
	m/s	4050	4236	4207	4078	4105

Tabel 25. (Lanjutan)

Sampel	Satuan	Pengujian
--------	--------	-----------

		1	2	3	4	5
8	μs	73,2	73,3	75,2	72,7	74,7
	m/s	4167	4161	4056	4195	4083
9	μs	73,8	72	72,5	71,8	77
	m/s	4138	4236	4207	4248	3961
10	μs	74	71,5	72,2	71,7	74,5
	m/s	4122	4266	4224	4254	4094
11	μs	74,3	74,7	73,2	79	73,2
	m/s	4105	4083	4167	3861	4167
12	μs	74,3	72	72,5	74	72,7
	m/s	41005	4236	4207	4122	4195
13	μs	76	73,2	72	72,8	78,8
	m/s	4013	4167	4236	4190	3871
14	μs	77,8	74,3	73,2	78,3	75
	m/s	3919	4105	4167	3895	4067
15	μs	73,2	73,2	76,8	72,8	76,8
	m/s	4167	4167	3971	4190	3971
16	μs	75	75,2	79	73	74,7
	m/s	4067	4056	3861	4178	4083
17	μs	73,8	74,2	72,3	74,3	72,2
	m/s	4133	4111	4219	4105	4224
18	μs	74,3	72,2	72	73,8	72
	m/s	4105	4224	4236	4133	4236
19	μs	74,8	71,3	78,5	72,3	72
	m/s	4078	4278	3885	4219	4236

Tabel 25. (Lanjutan)

Sampel	Satuan	Pengujian				
		1	2	3	4	5
20	μs	76,5	71,7	70,5	71,5	70,5
	m/s	3987	4254	4326	4266	4326
21	μs	75,3	72,7	77,8	73,7	75,3
	m/s	4050	4195	3920	4138	4050
22	μs	72	73,8	79,2	72,2	71,2
	m/s	4236	4133	3851	4224	4284
23	μs	74,5	75	74,7	72,3	72,5
	m/s	4094	4067	4083	4219	4207
24	μs	73,7	74,3	73,5	74,2	73,5
	m/s	4138	4105	4150	411	4150
25	μs	79	74,7	75,7	78,3	72,5
	m/s	3861	4083	4029	3895	4207
26	μs	74,8	72,2	72,3	72,2	73,2
	m/s	4078	4224	4219	4224	41167
27	μs	72,2	73,5	73,2	74,7	71,8
	m/s	4224	4150	4167	4083	4248
28	μs	74,2	75,3	78,8	72,2	75,5
	m/s	4111	4050	3871	4224	4040
29	μs	73,7	78,7	74,8	74,3	78,8
	m/s	4138	3875	4078	4105	3871
30	μs	74,3	75,7	73,7	79	72,5
	m/s	4105	4029	4138	3861	4207

4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 16. Data Pengujian Kuat Tekan Beton 6”

No Benda Uji	Diameter (cm)				Diameter Rata-Rata (cm)	Tinggi		Tinggi Rata-Rata (cm)	Berat (gr)	Gaya Tekan (Ton)
	Atas		Bawah			(cm)	(cm)			
	d1	d2	d3	d4	(cm)	(cm)	(cm)	(gr)	(Ton)	
1	15.3	15.1	15.3	15.0	15.1	30.4	30.6	30.5	12808	69
2	15.2	15.2	14.9	15.3	15.1	30.4	30.5	30.4	12705	51
3	14.9	15.4	15.0	15.2	15.1	30.3	30.5	30.4	12740	73
4	14.9	15.4	15.3	15.1	15.2	30.3	30.3	30.3	12713	78
5	14.9	15.3	15.0	15.2	15.1	30.2	30.4	30.3	12652	68
6	15.1	15.1	15.3	15.0	15.1	30.2	30.0	30.1	12717	74
7	15.0	15.3	15.1	15.2	15.1	30.3	30.2	30.2	12670	74
8	14.9	15.2	15.0	15.3	15.1	30.1	30.2	30.2	12608	56
9	14.9	15.3	15.1	15.3	15.1	30.1	30.3	30.2	12710	75
10	15.1	15.1	15.2	15.3	15.2	30.3	30.2	30.2	12680	85
11	15.2	15.1	15.3	15.2	15.2	30.2	30.1	30.1	12745	66
12	14.9	15.2	15.2	15.2	15.1	30.0	30.2	30.1	12600	73
13	15.0	15.0	15.1	15.1	15.1	30.4	30.4	30.4	12780	89
14	15.2	15.1	15.2	15.0	15.1	30.3	30.0	30.1	12705	82
15	15.1	15.2	15.2	15.2	15.2	29.9	29.9	29.9	12505	85
16	15.2	15.2	15.3	15.3	15.2	30.4	30.3	30.4	12765	73
17	15.2	15.3	15.1	15.1	15.2	30.2	30.3	30.3	12745	81
18	15.0	15.1	15.2	15.2	15.1	30.1	30.2	30.1	12799	74
19	15.2	15.1	15.2	15.3	15.2	30.3	30.3	30.3	12683	67
20	15.1	15.0	15.1	15.2	15.1	30.1	29.7	29.9	12510	71
21	15.0	15.1	15.1	15.1	15.1	30.5	30.2	30.3	12620	69
22	15.2	14.9	15.1	15.3	15.1	30.4	30.1	30.2	12835	72.5

Tabel 26. (Lanjutan)

No Benda Uji	Diameter (cm)				Diameter Rata-Rata (cm)	Tinggi		Tinggi Rata-Rata (cm)	Berat (gr)	Gaya Tekan (Ton)
	Atas		Bawah			(cm)	(cm)			
	d1	d2	d3	d4	(cm)			(cm)		
23	15.1	15.1	15.2	15.2	15.2	30.2	30.4	30.3	12675	62
24	15.3	15.2	15.1	15.2	15.2	30.4	30.1	30.2	12740	52
25	15.3	15.1	15.0	15.2	15.2	30.3	30.3	30.3	12710	67
26	15.1	15.2	15.2	15.0	15.1	30.2	30.2	30.2	12865	84
27	15.2	14.9	15.1	15.2	15.1	30.1	29.9	30.0	12605	79
28	15.2	15.1	15.1	15.2	15.2	30.1	30.3	30.2	12735	72
29	15.2	15.1	15.1	15.2	15.1	30.0	30.3	30.2	12795	73
30	15.2	15.1	15.0	15.2	15.1	30.2	30.1	30.2	12710	73

Tabel 17. Data Pengujian Kuat Tekan Beton 3"

No Benda Uji	Diameter (cm)				Diameter Rata-Rata (cm)	Tinggi		Tinggi Rata-Rata (cm)	Berat (gr)	Gaya Tekan (Ton)
	Atas		Bawah			(cm)	(cm)			
	d1	d2	d3	d4	(cm)			(cm)		
1	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.3	20.2	20.3	2547	25
2	8.3	8.2	8.2	8.2	8.2	20.1	20.4	20.3	2525	28
3	8.2	8.1	8.2	8.2	8.2	20.2	20.2	20.2	2534	27
4	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.1	20.1	20.1	2510	31
5	8.3	8.0	8.2	8.2	8.2	20.2	20.4	20.3	2570	24
6	8.3	8.2	8.3	8.3	8.3	20.4	20.0	20.2	2512	27
7	8.2	8.2	8.3	8.1	8.2	20.2	20.3	20.2	2500	30
8	8.3	8.1	8.3	8.2	8.2	20.2	20.3	20.2	2500	17
9	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.3	20.3	20.3	2515	30
10	8.3	8.2	8.2	8.1	8.2	20.1	20.1	20.1	2517	30

Tabel 27. (Lanjutan)

No Benda Uji	Diameter (cm)				Diameter Rata-Rata	Tinggi		Tinggi Rata-Rata	Berat	Gaya Tekan
	Atas		Bawah			(cm)	(cm)			
	d1	d2	d3	d4	(cm)			(cm)		
11	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.1	20.2	20.1	2505	17
12	8.3	8.1	8.3	8.2	8.2	20.0	20.3	20.1	2503	27
13	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.2	20.3	20.3	2517	26
14	8.3	8.1	8.3	8.2	8.2	20.2	20.2	20.2	2503	28
15	8.3	8.0	8.2	8.1	8.2	20.2	20.3	20.2	2493	26
16	8.3	8.1	8.3	8.2	8.2	20.3	20.2	20.3	2505	33
17	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.2	20.2	20.2	2500	15
18	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.2	20.3	20.3	2505	27
19	8.3	8.1	8.2	8.3	8.2	20.3	20.0	20.1	2495	32
20	8.2	8.1	8.2	8.2	8.2	20.2	20.4	20.3	2510	24
21	8.3	8.1	8.3	8.2	8.2	20.0	20.2	20.1	2515	15
22	8.2	8.1	8.3	8.2	8.2	20.5	20.2	20.3	2520	28
23	8.3	8.2	8.3	8.3	8.3	20.2	20.3	20.3	2567	18
24	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.1	20.4	20.3	2515	25
25	8.3	8.1	8.3	8.2	8.2	19.9	20.4	20.1	2520	18
26	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.0	20.4	20.2	2530	25
27	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.1	20.5	20.3	2510	30
28	8.3	8.2	8.3	8.2	8.2	20.1	20.2	20.2	2520	27
29	8.3	8.1	8.3	8.2	8.2	20.2	20.3	20.2	2522	29
30	8.3	8.1	8.2	8.2	8.2	20.0	20.3	20.1	2513	27

B. Pembahasan Bahan-bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah agregat halus dari Sungai Progo, agregat kasar dari Gunung Merapi dan menggunakan semen PPC. Tujuan dari pengujian bahan untuk mengetahui sifat-sifat yang dimiliki oleh bahan tersebut. Setelah mengetahui sifat-sifat dari bahan yang akan digunakan dapat digunakan untuk membuat rancangan *mix design* untuk membuat benda uji. Berikut ini pengujian bahan yang digunakan, yaitu:

1. Pengujian Semen

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji berat jenis, massa jenis dan derajat kehalusan semen. Hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa berat jenis rata-rata semen PPC yaitu 3,06 gram/ml, massa jenis semen PPC yaitu 3,06 dan derajat kehalusan rata-rata semen PPC yaitu 0,197%.

Tabel 18. Hasil Pengujian Berat Jenis Semen PPC

Sampel	Berat semen (gram)	Volume semen (ml)	Berat jenis (gram/ml)
1	30	10	3,00
2	29	10	2,90
3	33	10	3,30
4	30	10	3,00
5	31	10	3,10
Rata-rata			3,06

Tabel 19. Hasil Pengujian Massa Jenis Jemen PPC

Sampel	Berat jenis (gram/ml)	Volume air (gram/ml)	Massa jenis
1	3,00	1	3
2	2,90	1	2,9
3	3,30	1	3,3
4	3,00	1	3
5	3,10	1	3,1
Rata-rata			3,06

Tabel 20. Hasil Pengujian Derajat Kehalusan Semen PPC

Sampel	Berat tertahan ayakan No. 200 (gram)	Berat awal (gram)	Derajat kehalusan (%)
1	0,23	100	0,23
2	0,17	100	0,17
3	0,19	100	0,19
Rata-rata			0,197

2. Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah ukuran 1-2 cm yang berasal dari gunung Merapi. Berbagai pengujian agregat kasar yaitu:

a. Pengujian kadar air

Pengujian kadar air kerikil SSD dilakukan agar kebutuhan air dalam campuran beton dapat optimal. Pengujian ini menggunakan 5 sampel dan diperoleh rata-rata kadar air kerikil SSD yaitu 3,20%.

Tabel 21. Hasil Pengujian Berat Jenis Kerikil

Sampel	Berat kerikil SSD (A) (gram)	Berat kerikil kering (B) (gram)	Kadar air (%)
1	500	482	3,60
2	500	482	3,60
3	500	483	3,40
4	500	486	2,80
5	500	487	2,60
Rata-rata			3,20

b. Pengujian bobot isi

Bobot isi kerikil dilakukan dengan keadaan gembur dan keadaan padat. Bobot isi dalam keadaan gembur satu volume bejana yaitu 1,30 gram/cm³ dan bobot isi dalam keadaan padat satu volume bejana yaitu 1,41 gram/cm³. Pengujian ini dilakukan hanya dengan satu sampel.

Tabel 22. Hasil Pengujian Bobot Isi Gembur Kerikil

Sampel	Berat kerikil (gram)	Volume bejana (cm³)	Bobot isi gembur (gram/cm³)
1	20080	15486,54	1,30

Tabel 23. Hasil Pengujian Bobot Isi Padat Kerikil

Sampel	Berat kerikil (gram)	Volume bejana (cm³)	Bobot isi gembur (gram/cm³)
1	21800	15486,54	1,41

c. Pengujian berat jenis

Pengujian berat jenis kerikil menggunakan 5 sampel dan didapatkan berat jenis rata-rata kerikil yaitu 2,51 gram/ml.

Tabel 24. Hasil Pengujian Berat Jenis Kerikil

Sampel	Berat kerikil (gram)	Volume kerikil (ml)	Berat jenis (gram/ml)
1	157,70	61,50	2,56
2	150,00	59,00	2,54
3	151,60	61,00	2,49
4	150,50	61,50	2,45
5	151,10	60,50	2,50
Rata-rata			2,51

d. Pengujian *Los Angeles*

Menurut (SNI 2417-2008), keausan pada agregat kasar tidak melebihi 50%. Keausan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah 45,38%.

Tabel 25. Hasil Pengujian Keausan Kerikil

Sampel	Berat awal (gram)	Berat akhir (gram)	Persentase keausan (%)
1	5000	2731	45,38

3. Pengujian Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Sungai Progo. Berbagai pengujian agregat halus, yaitu:

a. Pengujian kadar air

Pengujian kadar air SSD dilakukan agar kebutuhan air dalam campuran beton dapat optimal. Pengujian ini menggunakan 5 sampel dan diperoleh rata-rata kadar air pasir SSD yaitu 1,35%.

Tabel 26. Data Pengujian Kadar Air Agregat Halus SSD

Sampel	Berat awal / A (gram)	Berat akhir / B (gram)	Kadar air (%)
1	200	197	1,50
2	200	196,5	1,75
3	200	197,5	1,25
4	200	197,5	1,25
5	200	198	1,25
Rata-rata			1,35

b. Pengujian kadar lumpur

Menurut SNI 03-6861.11-2002, kadar lumpur maksimal pada agregat halus yaitu 5% sedangkan kadar lumpur rata-rata yang menempel pada permukaan butir pasir yaitu 3,10% sehingga pasir dari Kulon Progo dapat digunakan.

Tabel 27. Data Pengujian Kadar Lumpur Pasir

Sampel	Volume pasir (ml)	Volume lumpur (ml)	Kadar lumpur (%)
1	90	2	2,17
2	76	4	5,00
3	92	2	2,13
Rata-rata			3,10

c. Pengujian bobot isi

Bobot isi dalam keadaan padat dalam satu volume bejana yaitu 1,68 gram/cm³.

Tabel 28. Data Pengujian Bobot Isi Agregat Halus

Sampel	Berat pasir (gram)	Volume air (cm ³)	Bobot isi padat (gram/cm ³)
1	25,82	15,3623	1,68

d. Pengujian berat jenis

Pengujian berat jenis menggunakan 5 sampel dan diperoleh berat jenis rata-rata pasir yaitu 2,73 gram/ml.

Tabel 29. Data Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Sampel	Berat pasir (gram)	Volume air (ml)	Berat jenis (gram/ml)
1	153,1	56	2,73
2	150,2	54	2,78
3	150	55	2,73
4	150,9	56	2,69
5	151,8	56	2,71
Rata-rata			2,73

e. Pengujian Modulus Kehalusan Butir (MKB)

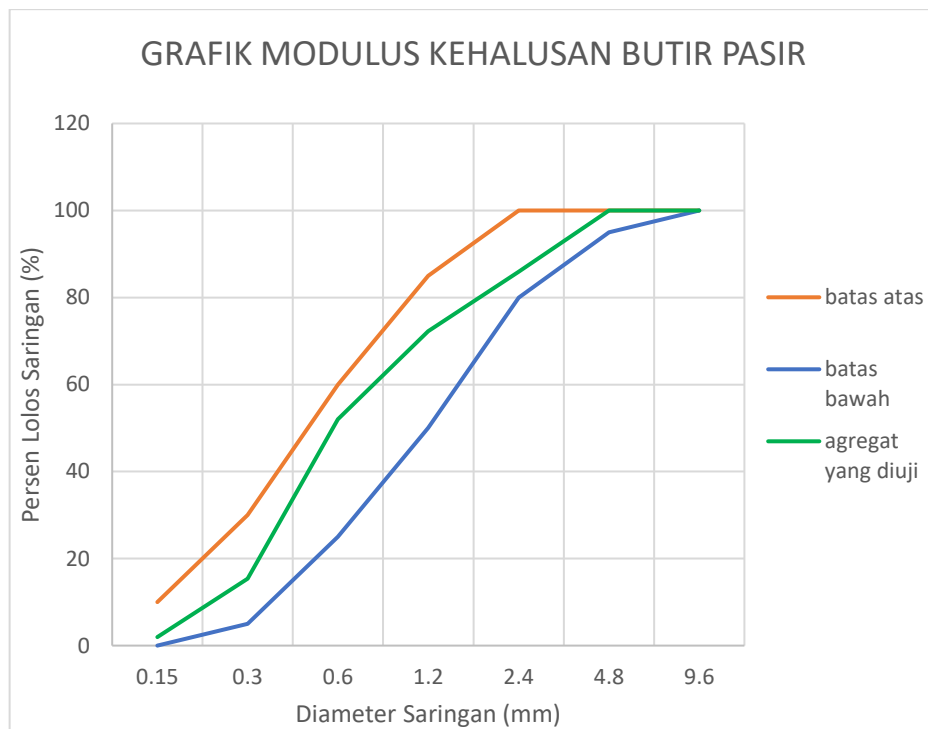
Pengujian modulus kehalusan butir dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan agregat halus yang digunakan pada campuran beton. Hasil pengujian modulus kehalusan butir pasir yaitu 2,77

Tabel 30. Data Pengujian Modulus Kehalusan Butir Agregat Halus

Ukuran ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Persen tertahan (%)	Persen tertinggal kumulatif (%)
9,50	0	0	0
4,75	0	0	0
2,36	68,89	13,81	13,81
1,18	68,63	13,75	27,56

Tabel 40. (Lanjutan)

Ukuran ayakan (mm)	Berat tertahan (gram)	Persen tertahan (%)	Persen tertinggal kumulatif (%)
0,60	101,51	20,34	47,90
0,30	182,97	36,67	84,57
0,15	67,20	13,47	98,04
<0,15	9,9	1,96	-
Jumlah	499	100	271.87



Gambar 1. Grafik Modulus Kehalusan Butir Agregat Halus

C. Pengolahan Data Benda Uji

Pengolahan data menggunakan metode penolakan data *chauvenet criterion*.

Data diolah dan membuang data yang tidak valid. Data dianggap tidak valid apabila nilai T_{sus} minimal dan T_{sus} maksimal kurang dari nilai D_{max} .

pengolahan data dilakukan pada setiap pengujian, yaitu:

1. Pengujian *Hammer test*

Berdasarkan hasil data dari pengujian *hammer test* dilakukan pengujian *chauvenet criterion* untuk mendapatkan nilai data yang valid. Untuk mendapatkan nilai valid perlu dilakukan pengurangan data sejumlah 1 dari data yang dimiliki. Dari percobaan yang dilakukan sampai didapatkan hasil T_{sus} minimal dan T_{sus} maksimal lebih kecil dari D_{max} . Dari 30 data dilakukan pengujian *chauvenet criterion* terdapat 1 data yang tidak valid pada data benda uji nomor 25, sehingga nilai T_{sus} minimal adalah 1,513 dan T_{sus} maksimal adalah 1,958 sedangkan D_{max} adalah 2,382.

Tabel 31. Hasil Pengolahan Data Pengujian *Hammer test*

No. Benda Uji	Data Pengujian <i>Hammer test</i>
1	30
2	32.1
3	30.7
4	30.7
5	30.9
6	31.9
7	29.6
8	30.1
9	30.7
10	30.2
11	30.6
12	30.9
13	31.3

Tabel 41. (lanjutan)

No. Benda Uji	Data Pengujian <i>Hammer test</i>
14	31.7
15	30.3
16	31.1
17	29.7
18	32
19	31.2
20	30.9
21	29.8
22	30.9
23	31
24	29.6
26	31.3
27	30.8
28	30.2
29	29.8
30	30

2. UPV *test*

Berdasarkan hasil data dari pengujian UPV *test* dilakukan pengujian *chauenet criterion* untuk mendapatkan nilai data yang valid. Untuk mendapatkan nilai valid perlu dilakukan pengurangan data sejumlah 1 dari data yang dimiliki. Dari percobaan yang dilakukan sampai didapatkan hasil T_{sus} minimal dan T_{sus} maksimal lebih kecil dari D_{max} . Benda uji yang digunakan sebanyak 30 benda uji. Setelah dilakukan pengujian terdapat 3 data yang tidak valid pada data benda uji nomor 12,

24 dan 26. Sehingga nilai T_{sus} minimal adalah 1,749 dan T_{sus} maksimal adalah 2,083 sedangkan D_{max} adalah 2,355.

Tabel 32. Hasil Pengolahan Data Pengujian UPV *test*

No. Benda Uji	Data Pengujian UPV <i>test</i>
1	4085
2	4153
3	4130.4
4	4111.8
5	4053.2
6	4161
7	4135.2
8	4132.4
9	4158
10	4192
11	4076.6
13	4095.4
14	4030.6
15	4093.2
16	4049
17	4158.4
18	4186.8
19	4139.2
20	4231.8
21	4070.6
22	4145.6
23	4134
25	4015
27	4174.4
28	4059.2

Tabel 42. (Lanjutan)

No. Benda Uji	Data Pengujian UPV <i>test</i>
29	4013.4
30	4068

3. *Compression test* Diameter 6”

Berdasarkan hasil data dari pengujian *compression test* diameter 6” dilakukan pengujian *chauvenet criterion* untuk mendapatkan nilai data yang valid. Untuk mendapatkan nilai valid perlu dilakukan penghilangan data sejumlah 1 dari data yang dimiliki. Dari percobaan yang dilakukan sampai didapatkan hasil T_{sus} minimal dan T_{sus} maksimal lebih kecil dari D_{max} . Benda uji yang digunakan sebanyak 30 benda uji. Setelah dilakukan pengujian terdapat 2 data yang tidak valid pada data benda uji nomor 2 dan 24. Sehingga nilai T_{sus} minimal adalah 2,365 dan T_{sus} maksimal adalah 2,176 sedangkan D_{max} adalah 2,369.

Tabel 33. Hasil Pengolahan Data Pengujian *Compression test* Diameter 6”

No. Benda Uji	Data Pengujian <i>Compression test</i>
1	37.611
3	39.766
4	42.433
5	37.226
6	40.457
7	40.377
8	30.667
9	40.828
10	46.104

Tabel 43. (Lanjutan)

No. Benda Uji	Data Pengujian <i>Comperssion test</i>
11	35.646
12	39.910
13	48.965
14	44.846
15	46.165
16	39.297
17	43.978
18	40.497
19	36.233
20	38.881
21	37.899
22	39.663
23	33.740
25	36.413
26	45.818
27	43.262
28	39.143
29	39.818
30	39.818

4. *Compression test* diameter 3”

Berdasarkan hasil data dari pengujian *compression test* diameter 3” dilakukan pengujian *chauenet criterion* untuk mendapatkan nilai data yang valid. Untuk mendapatkan nilai valid perlu dilakukan pengulangan data sejumlah 1 dari data tang dimiliki. Dari percobaan yang dilakukan sampai didapatkan hasil T_{sus} minimal dan T_{sus} maksimal lebih kecil dari

D_{max} . Benda uji yang digunakan sebanyak 30 benda uji. Setelah dilakukan pengujian terdapat 2 data yang tidak valid pada data benda uji nomer 17 dan 21. sehingga nilai T_{sus} minimal adalah 2,173 dan T_{sus} maksimal adalah 1,526 sedangkan D_{max} adalah 2,369.

Tabel 34. Hasil Pengolahan Data Pengujian *Compression test* Diameter 3”

No. Benda Uji	Data Pengujian <i>Comperssion test</i>
1	46.724
2	51.823
3	50.308
4	57.480
5	45.020
6	49.399
7	55.491
8	31.387
9	56.035
10	55.830
11	31.579
12	49.942
13	48.534
14	51.791
15	48.742
16	61.040
18	50.247
19	59.516
20	44.938
22	52.172
23	32.933
24	46.525

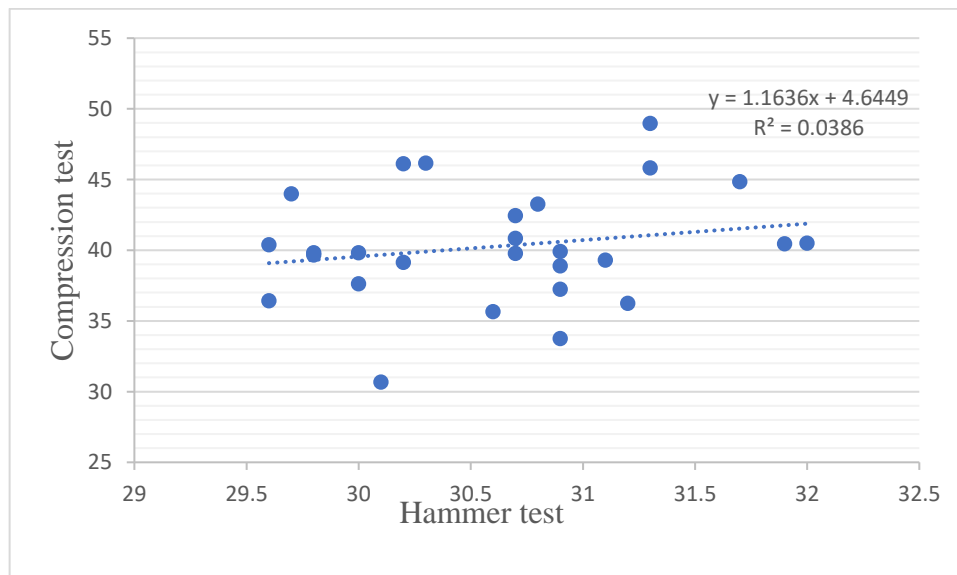
Tabel 44. (Lanjutan)

No. Benda Uji	Data Pengujian <i>Comperssion test</i>
25	33.274
26	46.355
27	55.898
28	49.911
29	53.511
30	50.125

D. Analisis data

1. Hubungan Korelasi Nilai *Compression test* 6” dan *Hammer test*.

Sebelum dilakukan analisis data, setiap pengujian analisis statistik untuk memperoleh data yang valid. Berikut adalah gambar grafik hubungan antar *compression test* 6” dengan *hammer test*.

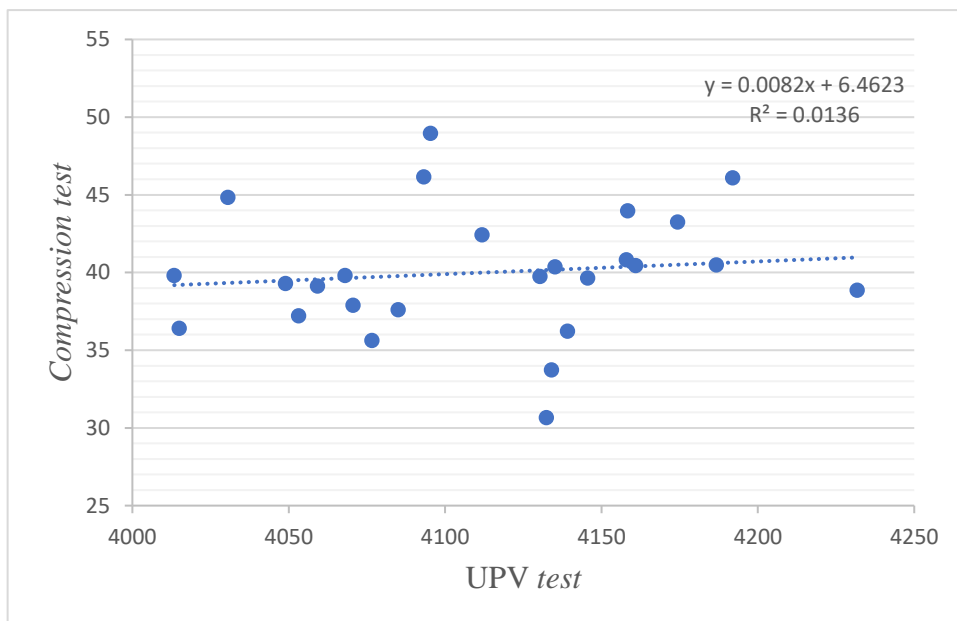


Gambar 2. Data pengujian *compression test* 6” dan *hammer test*

Dari gambar 37 didapatkan persamaan koreksi $Y = 1,1636X + 4,6449$ dengan nilai $R^2 = 0,0386$. Keterangan : $Y = \text{Compression test } 6''$; $X = \text{Hammer test}$. Dilihat dari persamaan regresi maka dapat dikatakan bahwa setiap hasil nilai kuat tekan beton pada diameter 6'' memiliki pengaruh 3,86% pada nilai *hammer test* dan sisanya yaitu 96,14% dipengaruhi oleh faktor lain dari luar.

2. Hubungan Korelasi Nilai *Compression test* 6'' dan *UPV test*

Berikut adalah gambar grafik hubungan antar *compression test* 6'' dengan *UPV test*.



Gambar 3. Data pengujian *compression test* 6'' dan *UPV test*

Dari gambar 38 didapatkan persamaan koreksi $Y = 0,0082X + 6,4623$ dengan nilai $R^2 = 0,0136$. Keterangan : $Y = \text{Compression test } 6''$; $X = \text{UPV test}$. Dilihat dari persamaan regresi maka dapat dikatakan bahwa

setiap hasil nilai kuat tekan beton pada diameter 6” memiliki pengaruh 1,36% pada nilai UPV *test* dan sisanya yaitu 98,64% dipengaruhi oleh faktor lain dari luar.

3. Hubungan Korelasi Nilai *Compression test* 6” dan *Compression test* 3”.

Pada *compression test* 3” dilakukan koreksi kuat tekan silinder beton dengan *compression test* 6”. Rerata kekuatan beton diameter 6” yaitu 40,195 MPa, dan rerata kekuatan beton diameter 3” yaitu 48,805 MPa. Koreksi kuat tekan beton didapatkan dengan membagi hasil rerata dari beton diameter 6” dengan diameter 3” didapatkan nilai koreksi sebesar 0,823.

Nilai rasio ukuran diameter 3” dengan tingginya mencapai 2,46 menurut referensi yang saya dapatkan seharusnya nilai koreksi beton mencapai nilai 1,05. Beton dengan diameter 3” diperkirakan lebih padat, komposisi agregat lebih merata, dan saat pengujian *compression test* dalam keadaan kering dari benda uji dengan diameter 6”. Penyebab benda uji diameter 3” lebih kering dikarenakan waktu yang digunakan untuk meniriskan dari bak kolam perendaman dengan waktu yang sama dan ukuran benda uji yang ditiriskan berbeda.

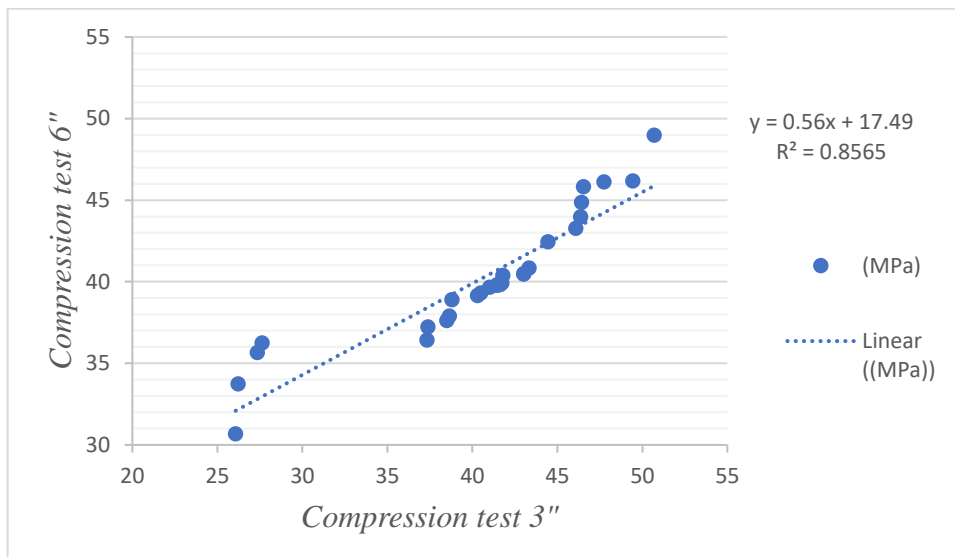
Tabel 35. Hasil Koreksi Dari Diameter 3” ke Diameter 6”

No. Benda Uji	<i>ComperSSION test</i> 3”	Hasil Koreksi ke-6”
1	46.724	38.815
2	51.823	43.050
3	50.308	41.792
4	57.480	47.750

Tabel 45. (Lanjutan)

No. Benda Uji	<i>ComperSSION test 3”</i>	Hasil Konfersi ke-6”
5	45.020	37.399
6	49.399	41.037
7	55.491	46.097
8	31.387	26.074
9	56.035	46.549
10	55.830	46.379
11	31.579	26.233
12	49.942	41.487
13	48.534	40.318
14	51.791	43.024
15	48.742	40.491
16	61.040	50.707
18	50.247	41.741
19	59.516	49.440
20	44.938	37.330
22	52.172	43.340
23	32.933	27.358
24	46.525	38.649
25	33.274	27.641
26	46.355	38.508
27	55.898	46.435
28	49.911	41.462
29	53.511	44.452
30	50.125	41.639

Hasil data dari *compression test 3"* dikalikan dengan koreksi dari yang digunakan yaitu 0,823 dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 45. Sehingga dapat untuk membuat grafik antara diameter 3" dan 6".



Gambar 4. Hubungan Korelasi Nilai *Compression test 6"* dan *Compression test 3"*

Pada gambar 39, nilai *compression test 6"* dan *3"* memiliki hubungan untuk setiap benda uji. Pada ukuran silinder 3" menunjukkan nilai kuat tekan beton yang relative lebih tinggi dari pada ukuran 6". Persamaan regresi yang didapatkan dari hubungan antara hasil *compression test 6"* dan *compression test 3"* adalah $Y = 0,56X + 17,49$ dengan R^2 adalah 0,8565. Keterangan : $Y = \text{Compression test 6"}$; $X = \text{Compression test 3"}$. Dilihat dari persamaan regresi maka dapat dikatakan bahwa setiap hasil nilai kuat tekan beton pada diameter 6" memiliki pengaruh 85,65% pada kuat tekanbeton diameter 3" dan sisanya yaitu 14,35% dipengaruhi oleh faktor lain dari luar.

4. Hubungan Antara Pengujian *Compression test 6"*, *Hammer test* dan *UPV test*.

Data yang digunakan untuk menggambarkan ketiga pengujian, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 36. Data Pengujian *Compression test 6"*, *Hammer test* dan *UPV test*.

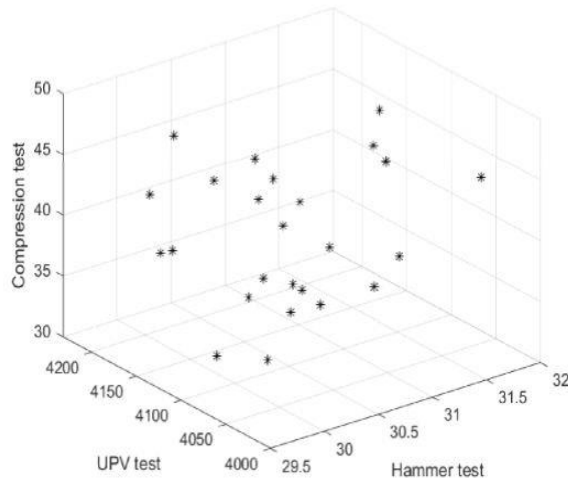
No. Benda Uji	<i>ComperSSION test 6"</i>	<i>UPV test</i>	<i>Hammer tast</i>
1	37.611	4085	30
3	39.766	4130.4	30.7
4	42.433	4111.8	30.7
5	37.226	4053.200	30.9
6	40.457	4161	31.9
7	40.377	4135.2	29.6
8	30.667	4132.4	30.1
9	40.828	4158	30.7
10	46.104	4192	30.2
11	35.646	4076.6	30.6
13	48.965	4095.4	31.3
14	44.846	4030.6	31.7
15	46.165	4093.2	30.3
16	39.297	4049	31.1
17	43.978	4158.4	29.7
18	40.497	4186.8	32
19	36.233	4139.2	31.2
20	38.881	4231.8	30.9
22	39.663	4145.6	29.8
23	33.740	4134	30.9
25	36.413	4015	29.6

Tabel 46. (Lanjutan)

No. Benda Uji	<i>ComperSSION test 6"</i>	UPV test	<i>Hammer tast</i>
27	43.262	4174.4	30.8
28	39.143	4059.2	30.2
29	39.818	4013.4	29.8
30	39.818	4068	30

Analisis hasil pengujian dilakukan dengan menggunakan analisis regresi, hal ini dilakukan untuk mencari persamaan koreksi antara *hammer test*, *UPV test* dan *compression test* dari hasil pengujian yang sudah dilakukan. Pada penelitian ini analisis regresi menggunakan Microsoft excel. Berikut hasil persamaan analisis regresi dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Diperoleh persamaan korelasi $Y = -5,77619242 + X1*0,802928029 + X2*0,005175954$. Keterangan : $Y =$ *Compression test* ; $X1 =$ *Hammer test* ; $X2 =$ *UPV test*.

Setelah mendapatkan nilai regresi menggunakan Microsoft excel , dilakukan penggambaran grafik hubungan koreksi antara ketiga metode pengujian di atas dengan menggunakan software MATLAB (*Matrix Laboratory*). Berikut hubungan antara ketiga metode pengujian:



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Pengujian *Compression test* 6”,
Hammer test dan *UPV test*

Pada gambar 40 menunjukkan hubungan dari ketiga pengujian. Setiap benda uji dilakukan pengujian *hammer test*, *UPV test* dan *compression test*. Sehingga setiap bintang pada gambar 40 menunjukkan nilai dari ketiga pengujian setiap benda uji.

Dari grafik dan persamaan koreksi yang didapat dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan perhitungan kelayakan bangunan yang telah mengalami bencana alam. Bangunan yang baik harus menunjukkan hasil pengujian *hammer test* dan *UPV test* sama dengan yang disyaratkan sesuai mutu beton yang digunakan oleh bangunan. Ketika melakukan pengujian *hammer test* dan *UPV test*, nilai dari kedua pengujian tersebut dapat digunakan untuk mencari nilai *compression test*.

Pada gambar 40 merupakan gabungan dari gambar 37 dan gambar 38 sehingga pada persamaan koreksi yang didapat dari gambar 40 lebih baik dikarenakan harus memiliki dua data pengujian yang berbeda agar

dapat mengetahui dari salah satu data yang akan dicari. Sedangkan pada gambar 37 dapat digunakan saat memiliki data pengujian *hammer test* dan tidak memiliki data dari pengujian *UPV test*, sehingga dapat di gunakan untuk memperkirakan nilai *compression test*. Dan pada gambar 38 dapat digunakan ketika memiliki data pengujian *UPV test* dan tidak memiliki data dari pengujian *hammer test*, sehingga dapat di gunakan untuk memperkirakan nilai *compression test*.

E. Hasil

Dari tujuan penelitian ingin mengetahui perbandingan kekuatan beton dengan membuat persamaan antara pengujian *compression test* ukuran 6” terhadap *hammer test* dan *UPV test* dan membuat persamaan antara pengujian *compression test* ukuran 6” terhadap *compression test* 3”

1. Hubungan antara pengujian *compression test* 6” terhadap *hammer test* dan *UPV test*. Perbandingan ketiga pengujian dapat dilihat pada gambar 40, yang digunakan untuk mencari hasil dari penelitian ini dengan mendapatkan nilai persamaan koreksi, yaitu $\sigma_c = -5,77619242 + R*0,802928029 + v*0,005175954$ dengan R^2 0,0286..

σ_c

2. Hubungan antara pengujian *compression test* 6” terhadap *compression test* 3”. Dilihat pada gambar 39, yang digunakan untuk mencari hasil dari penelitian ini dengan mendapatkan nilai persamaan korelasi, yaitu $\sigma_{c6''} = 0,56*\sigma_{c3''} + 17,49$ dengan R^2 0,8565.