

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian, pengaruh limbah keramik terhadap kuat tekan beton terlihat jelas, dan dapat ditunjukkan bahwa nilai kuat tekan terendah terjadi pada variasi 100 persen kuat tekan sebesar 19,496 MPa. Nilai kekuatan dengan variasi 0% pada nilai kuat tekan sebesar 23.192 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan menurun seiring dengan bertambahnya campuran agregat halus limbah keramik. Untuk nilai pencampuran yang optimal, variasi pencampuran 50% memberikan nilai kuat tekan sebesar 22,96 MPa. Pengertian beton normal, yaitu beton dengan berat jenis 2200-2500 kg/m<sup>3</sup> dan kekuatan beton normal pada kisaran 20-35 MPa pada umur beton 28 hari, yaitu campuran limbah keramik berbutir halus dan berbagai variasinya 25 persen, 50 persen dan 75 persen memenuhi persyaratan standar untuk beton biasa.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbandingan nilai kuat tekan maksimum terhadap variasi campuran skrap keramik 0% (tanpa penambahan skrap keramik) adalah sebesar 23.192 MPa. Sebaliknya, rasio kuat tekan berturut-turut menurun menjadi 22.249 MPa, 22.296 MPa, 20.514 MPa, dan 19.496 MPa untuk variasi campuran (limbah keramik) beton 25%, 50%, 75%, dan 100%. Terdapat perbedaan kuat tekan sebesar -0,040 persen, -0,009 persen, -0,097 persen, dan -0,159 persen. Hal ini mungkin karena sisa keramik tercampur secara berlebihan, campuran menjadi menggumpal, dan kekuatan tekan menurun.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan selama pengujian ini, saran berikut dibuat.

1. Dilihat dari sifat agregat pecahan keramik dan hasil uji kuat tekan beton, pecahan keramik dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus dengan batas optimum 50% limbah keramik.
2. Penggunaan pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar dalam pembuatan beton pada penelitian selanjutnya.
3. Untuk pemeriksaan lebih lanjut, jangan menambahkan terlalu banyak air ke bahan yang diuji, tetapi secara bertahap mengontrol penambahan air dalam mixer. Hal ini dikarenakan keramik mudah menyerap air dan tidak menambah jumlah air.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Jacob, Achsah Elizabeth, Akash Aggrawal dan Yogengra Kumar Kushwaha. 2017. Tesis “*Utilization Of Ceramic Waste As A Replacement Of Aggregates And Its Effect On Variation Of Expenditure*”. SHUATS-Allahabad : India.
- Mulyadi, asri dan Alex Sanutra. 2017. Tesis “*Analisis Limbah Pecahan Keramik Sebagai Pengganti Agregatkasar Terhadap Kuat Tekan Beton K.200*”. Universitas Palembang : Palembang.
- SNI 1974-2011. (2011) *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standar Nasional. Jakarta
- SNI 03-7656-2012. (2012). *Tata Cara Perhitungan Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 03-2049-2013. (2013). *Sement Portland*. Badan Standar Nasional. Bandung
- SNI 03-4804-1998. (2012). *Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat*. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- SNI 1972-2008. (2008) *Uji Slump Beton*. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- SNI 1970-2008. (2008) *Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- SNI 03-1971-1990. (1990) *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Badan Standar Nasional Nasional. Jakarta.
- SNI 03-1971-1990. (1990) *Metode Pengujian Analisis Daringan Agregat Halus Dan Kasar*. Badan Standar Nasional. Bandung.
- SNI 02-1750-1990. (1990) *Mutu Dan Cara Uji Agregat*. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono 1996. *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM : Yogyakarta
- Tjokrodimuljo, kardiyono, 1992, *Bahan Bangunan*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas

- Teknik UGM, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono 2007. *Teknologi Beton*. Boro Penerbit Jurusan Teknik Utari, Ririn dan Revisdah. 2018. SemNasTek “*Pemanfaatan Limbah Keramik Terhadap KuatTekan Beton*”. UMP : Palembang.
- Wicaksono, Kurniawan dwi dan Johannes Januar Sudjati. 2012. Tugas akhir “*Pemanfaatan Limbah Keramik Sebagai Agregat Kasar Dalam Adukan Beton*”. Universitas Atma Jaya Yogyakarta : Yogyakarta.
- Zimbili, O, Salim dan Ndambuki. 2014. “*A Review On The Usage Of Ceramic Wastes In Concrete Production*” Dalam World Academic Of Science, Engineering And Technology :International Jurnal Of Civil, Environmental, Struktural, Contruction And Architectural Engineering Volume 8 (Nomor 1) .
- Utari, Ririn dan Revisdah. 2018. SemNasTek “*Pemanfaatan Limbah Keramik Terhadap KuatTekan Beton*”. UMP : Palembang.

## **LAMPIRAN**

HASIL PENGUJIAN AGREGAT HALUS

### HASIL PENGUJIAN SATUAN PADAT AGREGAT HALUS

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B <sub>1</sub> (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B <sub>2</sub> (gram)	8600	8500
Berat Benda Uji, B <sub>3</sub> (gram)	4600	4500
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm <sup>3</sup> )		2901,86
Berat Isi Padat = B <sub>3</sub> /V (gr/cm <sup>3</sup> )	1,585	1,550
Berat Isi Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )		1,567

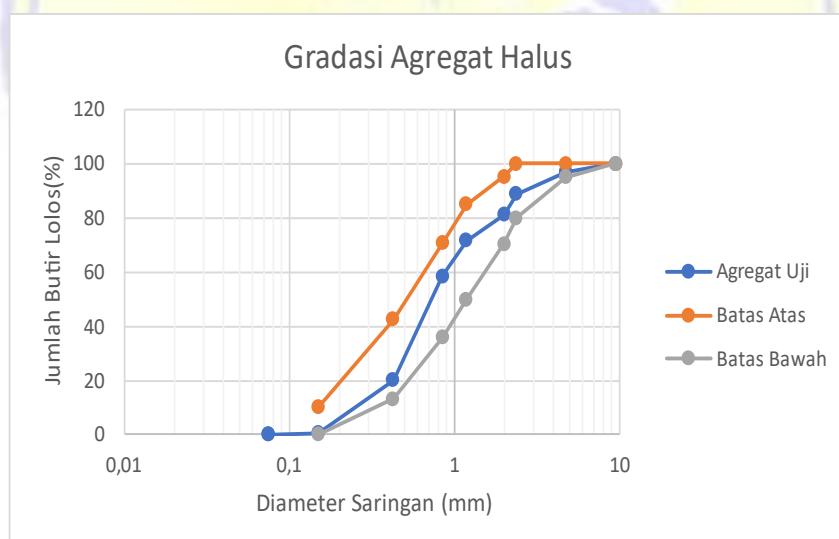
### HASIL PENGUJIAN SATUAN LEPAS AGREGAT HALUS

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B <sub>1</sub> (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B <sub>2</sub> (gram)	7700	7600
Berat Benda Uji, B <sub>3</sub> (gram)	3700	3600
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm <sup>3</sup> )		2901,86
Berat Isi Padat = B <sub>3</sub> /V (gr/cm <sup>3</sup> )	1,275	1,240
Berat Isi Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )		1,257

## HASIL PENGUJIAN GRADASI AGREGAT HALUS

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif %	Persen Lolos Kumulatif (%)
<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>
<b>20</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>
<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>
<b>4,75</b>	<b>15,1</b>	<b>3,02</b>	<b>3,02</b>	<b>96,98</b>
<b>2,38</b>	<b>40,4</b>	<b>8,08</b>	<b>11,1</b>	<b>88,9</b>
<b>2</b>	<b>38,5</b>	<b>7,7</b>	<b>18,8</b>	<b>81,2</b>
<b>1,18</b>	<b>47,4</b>	<b>9,48</b>	<b>28,28</b>	<b>71,72</b>
<b>0,85</b>	<b>66</b>	<b>13,2</b>	<b>41,48</b>	<b>58,52</b>
<b>0,425</b>	<b>191,7</b>	<b>38,34</b>	<b>79,82</b>	<b>20,18</b>
<b>0,15</b>	<b>98,5</b>	<b>19,7</b>	<b>99,52</b>	<b>0,48</b>
<b>0,075</b>	<b>2</b>	<b>0,4</b>	<b>99,92</b>	<b>0,08</b>
<b>Sisa</b>	<b>0,4</b>	<b>0,08</b>	<b>100</b>	<b>0</b>
<b>Jumlah</b>	<b>500</b>		<b>381,94</b>	
			<b>MHB=</b>	<b>3,8</b>

## GRAFIK GRADASI AGREGAT HALUS



## HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

Pemeriksaan	Hasil pengujian	
	I	II
Berat pasir SSD (gram)	500	500
Berat Piknometer + Pasir SSD +Air, Bt (gram)	1534,3	1530,7
Berat Pasir setelah kering oven, Bk (gram)	462,9	450,8
Berat Piknometer + Air, B (gram)	1244,4	1244,4
Berat jenis (Bulk) = Bk/(B + 500 – Bt)	2,203	2,109
Berat jenis (Bulk) rata-rata	2,156	
Berat jenis SSd = 500/(B + 500 – Bt)	2,379	2,339
Berat jenis SSD rata-rata	2,359	
Berat jenis semu = Bk/(B+Bk-Bt)	2,675	2,621
Berat jenis semu rata-rata	2,648	
Penyerapan = $(\frac{500-Bk}{Bk}) \times 100 (\%)$	8,014	10,913
Penyerapan rata-rata (%)	9,463	

## HASIL PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT HALUS

Pemeriksaan	I	II
Berat pasir SSD, B <sub>1</sub> (gram)	500	500
Berat pasir kering oven, B <sub>2</sub> (gram)	490,7	492,6
Berat air, B <sub>3</sub> = B <sub>1</sub> – B <sub>2</sub>	9,3	7,4
Kadar air = $(\frac{B_3}{B_2}) \times 100 (\%)$	2,895	1,50
Kadar air rata-rata (%)	2,19	



**LAMPIRAN**

HASIL PENGUJIAN AGREGAT KASAR

## HASIL PENGUJIAN BERAT SATUAN PADAT AGREGAT KASAR

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B <sub>1</sub> (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Ben da Uji, B <sub>2</sub> (gram)	8400	8500
Berat Benda Uji, B <sub>3</sub> (gram)	4400	4500
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm <sup>3</sup> )		2901,86
Berat Isi Padat = B <sub>3</sub> /V (gr/cm <sup>3</sup> )	1,516	1,550
Berat Isi Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )		1,533

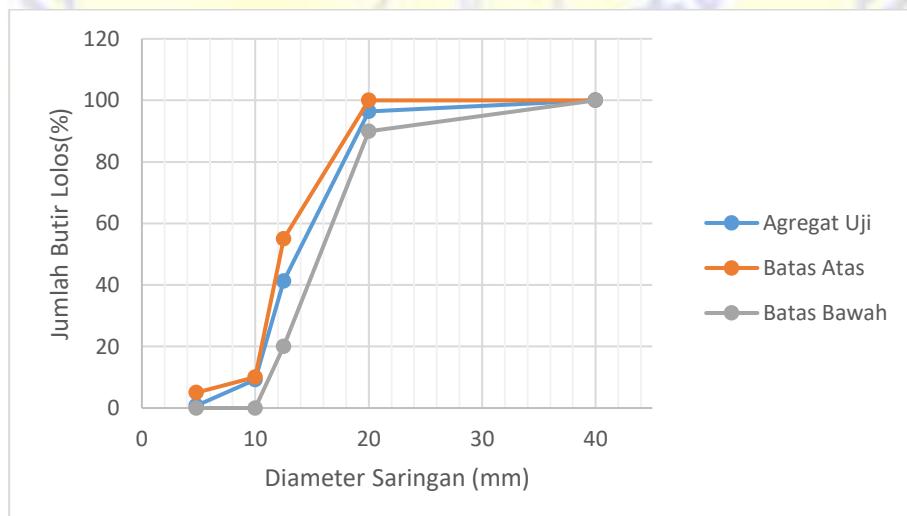
## HASIL PENGUJIAN BERAT SATUAN LEPAS AGREGAT KASAR

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B <sub>1</sub> (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B <sub>2</sub> (gram)	8100	8000
Berat Benda Uji, B <sub>3</sub> (gram)	4100	4000
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm <sup>3</sup> )		2901,86
Berat Isi Padat = B <sub>3</sub> /V (gr/cm <sup>3</sup> )	1,412	1,378
Berat Isi Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )		1,395

## HASIL PENGUJIAN GRADASI AGREGAT KASAR

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif %	Persen Lolos Kumulatif (%)
25,4	0	0	0	100
3/4'	19,3	3,86	3,86	96,14
12,7	270,3	54,06	57,92	42,08
3/8'	164,3	32,86	90,78	9,22
4,75	42,3	8,46	99,24	0,76
2,38	3,8	0,76	100	0
1,18	0	0	100	0
0,85	0	0	100	0
0,425	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Sisa	0	0	100	0
jumlah	500	100	751,8	
		MHB=		7,518

## GRAFIK GRADASI AGREGAT KASAR



## HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

Pemeriksaan	Hasil pengujian	
	I	II
Berat tempat dan SSD Agregat, (gram)	573,3	573,3
Berat tempat (gram)	73,3	73,3
Berat SSD Agregat (gram), Bj	500	500
Berat SSD Agregat dalam air, Ba	300	300
Berat tempat dan SSD Agregat kering oven	552,5	542,4
Berat Agregat kering oven, Bk (gram)	479,2	469,1
Berat jenuh bulk = Bk/(Bj-Ba)	2,674	2,774
Berat jenis bulk rata-rata	2,724	
Berat jenis SSD = Bj/(Bk-Ba)	2,790	2,956
Berat jenis SSD rata-rata	2,873	
Berat jenis semu = Bk/(Bk-Ba)	2,674	2,774
Berat jenis semu rata-rata	2,724	
Penyerapan = $(\frac{500-Bk}{Bk}) \times 100 (\%)$	4,340	6,587
Penyerapan rata-rata	5,463	

## HASIL PENGUJIAN KADAR AIR AGREGAT KASAR

Pemeriksaan	I	II
Berat pasir SSD, B <sub>1</sub> (gram)	500	500
Berat pasir kering oven, B <sub>2</sub> (gram)	490,7	492,1
Berat air, B <sub>3</sub> = B <sub>1</sub> -B <sub>2</sub> (gram)	9,3	7,9
Kadar air = $(\frac{B_3}{B_2}) \times 100$	1,896	1,605
Kadar air rata-rata (%)	1,750	



## **LAMPIRAN**

**HASIL PENGUJIAN AGREGAT TAMBAHAN LIMBAH  
KERAMIK**

## HASIL PEMERIKSAAN BERAT SATUAN PADAR AGREGAT TAMBAHAN

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B <sub>1</sub> (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B <sub>2</sub> (gram)	8800	87000
Berat Benda Uji, B <sub>3</sub> (gram)	4800	87000
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm <sup>3</sup> )		2901,86
Berat Isi Padat = B <sub>3</sub> /V (gr/cm <sup>3</sup> )	1,645	1,619
Berat Isi Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )		1,632

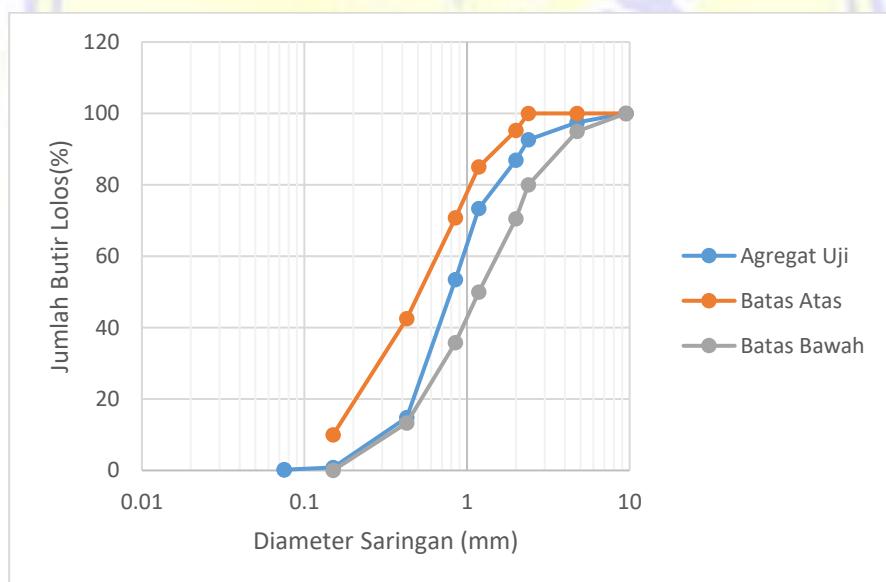
## HASIL PEMERIKSAAN BERAT SATUAN LEPAS AGREGAT TAMBAHAN

Pemeriksaan	I	II
Berat Bejana, B <sub>1</sub> (gram)	4000	4000
Berat Bejana + Benda Uji, B <sub>2</sub> (gram)	8100	8000
Berat Benda Uji, B <sub>3</sub> (gram)	4100	4000
Volume Bejana = Volume Benda Uji, V (cm <sup>3</sup> )		2901,86
Berat Isi Padat = B <sub>3</sub> /V (gr/cm <sup>3</sup> )	1,412	1,378
Berat Isi Rata-rata (gr/cm <sup>3</sup> )		1,395

## HASIL PENGUJIAN GRADASI AGREGAT TAMBAHAN

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif %	Persen Lelos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	0	0	0	100
4,75	12,4	2,48	2,48	97,52
2,38	24,5	4,9	7,38	92,62
2	28,6	5,72	13,1	86,9
1,18	67,8	13,56	26,66	73,34
0,85	99,5	19,9	46,56	53,44
0,425	193,2	38,64	85,2	14,8
0,15	70	14	99,2	0,8
0,075	3	0,6	99,8	0,2
sisa	1	0,2	100	0
jumlah	500		380,38	
			MHB=	3,8

## GRAFIK GRADASI AGREGAT TAMBAHAN



## HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT TAMBAHAN

Pemeriksaan	Hasil pengujian	
	I	II
Berat pasir SSD (gram)	500	500
Berat Piknometer + Pasir SSD +Air, Bt (gram)	1535,0	1543,1
Berat Pasir setelah kering oven, Bk (gram)	476,5	465,3
Berat Piknometer + Air, B (gram)	1244,4	1244,4
Berat jenis (Bulk) = Bk/(B + 500 – Bt)	2,275	2,311
Berat jenis (Bulk) rata-rata	2,293	
Berat jenis SSd = 500/(B + 500 – Bt)	2,387	2,483
Berat jenis SSD rata-rata	2,435	
Berat jenis semu = Bk/(B+Bk-Bt)	2,563	2,792
Berat jenis semu rata-rata	2,677	
Penyerapan = $(\frac{500-Bk}{Bk}) \times 100 (\%)$	4,931	7,457
Penyerapan rata-rata (%)	6,194	

## HASIL PENGUJIAN KADAR AIR

Pemeriksaan	I	II
Berat pasir SSD, B1 (gram)	500	500
Berat pasir kering oven, B2 (gram)	481,4	490,5
Berat air, B3 = B1 – B2	18,6	9,5
Kadar air = $(\frac{B3}{B2}) \times 100 (\%)$	3,86	1,93
Kadar air rata-rata (%)	2,89	



**LAMPIRAN**

**HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN**

## HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI CAMPURANN LIMBAH KERAMIK

Kode Beton	No Sampel	Diameter (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Berat (kg)	P maks (N)	f'c (MPa)
0%	I	150	17678,571	12,361	425000	24,040
	II	150	17678,571	11,664	392000	22,174
	III	150	17678,571	13,038	413000	23,362
<b>Rata – rata</b>						<b>23,192</b>
25%	I	150	17678,571	13,083	474000	26,812
	II	150	17678,571	11,968	262000	14,820
	III	150	17678,571	13,108	444000	25,115
<b>Rata – rata</b>						<b>22,249</b>
50%	I	150	17678,571	11,987	327000	18,497
	II	150	17678,571	13,231	449000	25,398
	III	150	17678,571	13,125	442000	25,002
<b>Rata – rata</b>						<b>22,966</b>
75%	I	150	17678,571	12,894	230000	13,010
	II	150	17678,571	12,969	536000	30,319
	III	150	17678,571	12,961	322000	18,214
<b>Rata-rata</b>						<b>20,514</b>
100%	I	150	17678,571	12,771	314000	17,762
	II	150	17678,571	12,962	413000	23,362
	III	150	17678,571	12,91	307000	17,366
<b>Rata-rata</b>						<b>19,496</b>

## HASIL SELISIH KUAT TEKAN

Kuat Tekan Beton 0%	Variasi Campuran Beton	Kuat Tekan Mpa	Selisih Kuat Tekan Beton	
			Mpa	%
23,192	25%	22,249	-0,943	-0,040
	50%	22,966	-0,226	-0,009
	75%	20,514	-2,677	-0,097
	100%	19,496	-3,696	-0,159



## **LAMPIRAN**

**HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH**

## HASIL PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON DENGAN VARIASI CAMPURAN LIMBAH KERAMIK

Kode Beton		No Sampel	Diameter (mm)	L (mm)	Berat (kg)	P maks (N)	f'ct (MPa)
0%	I	150	300	13,084	180000	2,545	
	II	150	300	13,536	200000	2,828	
	III	150	300	13,223	190000	2,687	
	<b>Rata – rata</b>						2,687
25%	I	150	300	12,965	179000	2,531	
	II	150	300	13,014	189000	2,673	
	III	150	300	12,916	182000	2,574	
	<b>Rata – rata</b>						2,593
50%	I	150	300	13,364	186000	2,630	
	II	150	300	13,173	183000	2,588	
	III	150	300	13,383	182000	2,574	
	<b>Rata – rata</b>						2,597
75%	I	150	300	12,881	183000	2,588	
	II	150	300	13,01	180000	2,545	
	III	150	300	12,776	182000	2,574	
	<b>Rata-rata</b>						2,569
100%	I	150	300	12,877	154000	2,178	
	II	150	300	12,656	174000	2,461	
	III	150	300	11,338	180000	2,545	
	<b>Rata-rata</b>						2,395

## HASIL SELISIH KUAT TARIK

Kuat Tekan Beton 0%	Variasi Campuran Beton	Kuat Tarik (Mpa)	Selisih Kuat Tarik Beton	
			Mpa	%
2,687	25%	2,593	-0,094	-0,034
	50%	2,597	-0,090	-0,033
	75%	2,569	-0,118	-0,043
	100%	2,395	-0,292	-0,108



**LAMPIRAN**  
**HASIL PENGUJIAN KUAT GESER**

## HASIL PENGUJIAN KUAT GESEN BETON DENGAN VARIASI CAMPURANN LIMBAH KERAMIK

Kode Beton	No Sampel	b (mm)	h (mm)	Berat (kg)	P maks (N)	F geser (MPa)
0%	I	75	90	11,6000	33000	4,889
	II	75	90	11,2000	25000	3,704
	III	75	90	11,7000	45000	6,667
<b>Rata – rata</b>						<b>5,086</b>
25%	I	75	90	11,600	51000	7,556
	II	75	90	11,4	48000	7,111
	III	75	90	11,9	50000	7,407
<b>Rata – rata</b>						<b>7,358</b>
50%	I	75	90	12,700	31000	4,593
	II	75	90	12,6	40000	5,926
	III	75	90	12,7	39000	5,778
<b>Rata – rata</b>						<b>5,432</b>
75%	I	75	90	12,6	40000	5,926
	II	75	90	12,6	38000	5,630
	III	75	90	12,5	37000	5,481
<b>Rata – rata</b>						<b>5,679</b>
100%	I	75	90	11,8	13000	1,926
	II	75	90	11,8	15000	2,222
	III	75	90	11,8	16000	2,370
<b>Rata – rata</b>						<b>2,173</b>

## HASIL SELISIH KUAT GESEN

Kuat Tekan Beton 0%	Variasi Campuran Beton	Kuat Geser Mpa	Selisih Kuat Geser Beton	
			Mpa	%
5,086	25%	7,358	2,272	0,446
	50%	5,432	0,346	0,068
	75%	5,679	0,593	0,116
	100%	2,173	-2,914	-0,572



**LAMPIRAN**

**DOKUMENTASI PENELITIAN**

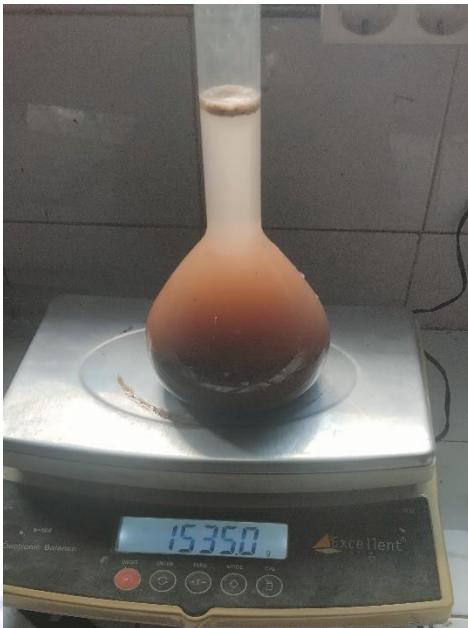
## PERSIAPAN LIMBAH KERAMIK



## PENIMBANGAN PIKNO +AIR DAN PASIR



## PENIMBANGAN PIKNOMETER + AIR DAN LIMBAH KERAMIK



## PENIMBANGAN BERAT BEJANA DAN BEJANA + AGREGAT KASAR



## PENIMBANGAN BERAT BEJANA DAN BEJANA + AGREGAT HALUS (PASIR)



## PENIMBANGAN BERAT BEJANA DAN BEJANA + LIMBAH KERAMIK



**PENIMBANGAN AGREGAT HALUS SSD DAN SUDAH DI OVEN**



**PENIMBANGAN AGREGAT KASAR SETELAH DAN SEBELUM DI OVEN**



PENIMBANGAN AGREGAT TAMBAHAN SEBELUM DAN SESUDAH DI OVEN



PROSES CAMPING



### PROSES PEMBUATAN BENDA UJI SILINDER DAN *DOUBLE-L*



### PEMERIKSAAN NILAI SLUMP BETON SEGAR



### PERENDAMAN BENDA UJI SELAMA 28 HARI



### PENGUJIAN KUAT TEKAN



## PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON



## PENGUJIAN KUAT GESEK BETON

