

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penyajian Data

Penyajian data dari hasil pengujian terhadap agregat kasar, agregat halus, dan abu terbang mengacu dengan standar yang sudah ditetapkan. Data hasil pengujian ini, memperhatikan ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk memastikan keakuratan dan kesediaan informasi yang sudah diperoleh.

#### 4.1.1 Hasil Uji Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini didapat dari Sudamanik. Pengujian agregat kasar dilaksanakan di Laboratorium PT. Jaya Beton Indonesia dengan mengacu pada standar yang berlaku dalam industri.

##### 4.1.1.1 Uji Jenis Agregat Kasar

Hasil pengujian berat jenis agregat kasar yang dilakukan, sesuai dengan standar SNI 03-1969-2008 tentang pengujian berat jenis dan daya penyerapan air agregat kasar. Tujuan pengujian ini untuk menentukan berat jenis agregat kasar yang digunakan dalam penelitian. Hasil dari pengujian berat jenis agregat kasar di presentasikan dalam Tabel 4.2 sebagai referensi dalam pembuatan beton geopolimer berbahan dasar agregat kasar dan slag besi.

Tabel 4. 1 Uji Berat Jenis Agregat Kasar

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat keranjang (A)	gr	527,00	527,00
2.	Berat sample dan keranjang (B)	gr	2527,00	2527,00
3.	Berat sample (C=B-A)	gr	2000,00	2000,00
4.	Berat keranjang dalam air (D)	gr	365,00	365,00
5.	Berat sample dan keranjang dalam air (E)	gr	1575,50	1583,00
6.	Berat sample dalam air (F=E-D)	gr	1210,50	1218,00
7.	Berat jenis (G=C/(C-F))		2,53	2,56
8.	Selisih			0,02
9.	Rata - rata			2,55

Hasil pengujian berat jenis agregat kasar mendapatkan nilai rata-rata 2,55. Berdasarkan standar yang mengacu pada SNI 03-1969-2008 menyatakan bahwa berat jenis bulk atau curah dari agregat seharusnya minimal 2,5. Jadi dapat

disimpulkan bahwa sampel yang diuji sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan.

#### 4.1.1.2 Uji Daya Serap Agregat Kasar

Pengujian daya serap air pada agregat kasar dilakukan sesuai standar yang mengacu pada SNI 03-1969-2008 mengenai pengujian berat jenis dan daya serap air agregat kasar. Informasi mengenai hasil pengujian tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Uji Daya Serap Air Agregat Kasar

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat pan (A)	gr	1286,00	1252,00
2.	Berat sample dan pan (B)	gr	3286,00	3252,00
3.	Berat Sample (C=B-A)	gr	2000,00	2000,00
4.	Berat Sample Kering (D)	gr	1944,80	1944,70
5.	Daya Serap air (E=(C-D)/D)	%	2,84	2,79
6.	Selisih			0,05
7.	Rata-rata			2,81

Dari hasil pengujian tersebut, diperoleh rata-rata kemampuan agregat kasar dalam menyerap air sebesar 2,81 persen. Hasil ini menunjukkan bahwa daya serap agregat kasar sudah memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan dalam standar SNI 03-1969-2008, menyatakan persentase daya serap tidak melebihi batas maksimum yaitu sebesar 3 persen.

#### 4.1.1.3 Analisis Saringan Agregat Kasar

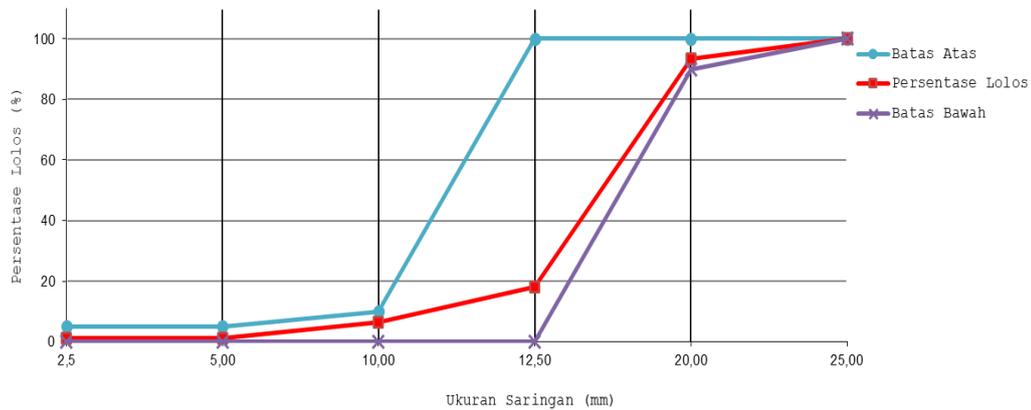
Pengujian analisis saringan terhadap agregat kasar sesuai dengan standar SNI 03-1968-1990 mengenai analisis saringan agregat halus dan kasar. Hasil analisis uji saringan ditampilkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Analisis Saringan Agregat Kasar

Uk. Saringan	Test I		Test II		Rata-rata Persentase Tertahan	Kumulatif Persentase Tertahan	Kumulatif Persentase Lolos	Spesifikasi (%)	
	Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Berat Tertahan	Persentase Tertahan				Min	Max
(mm)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)		
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00

Uk. Saringan	Test I		Test II		Rata-rata Persentase Tertahan	Kumulatif Persentase Tertahan	Kumulatif Persentase Lolos	Spesifikasi	
	Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Berat Tertahan	Persentase Tertahan				(%)	
								Min	Max
(mm)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)		
20	123,00	6,15	142,00	7,10	6,63	6,63	93,38	90,00	100,00
12.7	1494,00	74,45	1524,00	76,20	75,33	81,95	18,05	0,00	100,00
10	254,00	12,70	212,00	10,60	11,65	93,60	6,40	0,00	10,00
5	112,00	5,60	99,00	4,95	5,28	98,88	1,13	0,00	5,00
2.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,88	1,13	0,00	5,00
1.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,88	1,13		
0.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,88	1,13		
0.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,88	1,13		
0.15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,88	1,13		
Pan	22,00	1,10	23,00	1,15	1,13	100,00	0,00		
Total	2000,00		2000,00						
FM						7,75			

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 7,75. Dalam hasil tersebut, agregat kasar dengan modulus kehalusan tersebut dianggap kurang baik karena sudah melebihi Standar Konstruksi SNI S-04-1989 F yang mensyaratkan bahwa nilai modulus kehalusan berada dalam rentang 6,0 hingga 7,1. Gambar 4.1 merupakan grafik analisis agregat halus yang menunjukkan bahwa, gradasi agregat halus telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Hal ini dapat dilihat dari posisi garis persentase agregat kasar yang lolos, yang berada di antara garis batas atas (garis biru) dan garis batas bawah (garis ungu).



Gambar 4. 1 Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar

#### 4.1.1.4 Uji Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian berat isi agregat kasar dilakukan sesuai dengan standar SNI 03-4804-1998 yang mengatur tentang pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat.

Data hasil uji berat isi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Uji Berat Isi Agregat Kasar

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Volume container (A)	cm <sup>3</sup>	2002,00	2002,00
2.	Berat container (B)	gr	787,00	787,00
3.	Berat sample dan container (C)	gr	3675,00	3730,00
4.	Berat sample (D=C-B)	gr	2888,00	2943,00
5.	Berat isi (E=D/A)	cm <sup>3</sup> /gr	1,44	1,47
6.	Selisih		0,03	
7.	Rata - rata (F)		1,46	
8.	Berat jenis (G)		2,55	
9.	Persentase volume padat (H=(F/G)x100%)		57,21	

Hasil pengujian berat isi agregat kasar menunjukkan rata-rata nilai sebesar 1,46 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai ini sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam standar SNI 03-4804-1998, di mana batas minimum berat isi yang harus terpenuhi adalah 1,41 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.1.1.5 Uji Kadar Lumpur Agregat Kasar

Dalam pengujian kadar lumpur pada agregat kasar dilaksanakan mengacu pada metode yang diatur dalam standar SNI 03-4142-1996 “Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No.200 (0,075mm)”. Data hasil pengujian kadar lumpur ditampilkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Uji Kadar Lumpur Agregat Kasar

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat kering material sebelum dicuci (A)	gr	2000,00	2000,00
2.	Berat kering material sesudah dicuci (B)	gr	1984,00	1980,00
3.	Material lolos ayakan 0.074 mm ( $C = ((A-B)/A) \times 100\%$ )	%	0,79	0,99
4.	Selisih			0,20
5.	Rata - rata			0,89

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan rata-rata nilai dari kadar lumpur agregat kasar sebesar 0,89. Nilai ini memenuhi persyaratan standar SNI 03-4142-1996 yang mensyaratkan kadar lumpur agregat kasar harus berada di bawah batas maksimum 1%.

#### 4.1.1.6 Hasil Uji Keausan Agregat Kasar

Pada pengujian analisis keausan agregat kasar dilakukan sesuai dengan standar SNI 2417-2008 yang mengatur mengenai metode pengujian keausan agregat menggunakan mesin abrasi (Los Angeles). Hasil pengujian keausan agregat kasar tersebut tercatat dan ditampilkan dalam tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Uji Keausan Agregat Kasar

Ukuran saringan (mm)		Sample I	Sample II
Lolos	Tertahan	Berat (gr)	Berat (gr)
76,2	63,5		
63,5	50,8		
50,8	36,1		
36,1	25,4		
25,4	19,1		
19,1	12,7	2500	2500
12,7	9,52	2500	2500
9,52	6,35		
6,35	4,75		
4,75	2,36		
Jumlah Putaran		500	500

Ukuran saringan (mm)		Sample I	Sample II
Lolos	Tertahan	Berat (gr)	Berat (gr)
Jumlah Bola Baja		11	11
Jumlah Berat (gram) (a)		5000	5000
Berat tertahan saringan no 12 sesudah percobaan (gram) (b)		3921	4012
Keausan (%) = $\frac{a}{b} \times 100 \%$		21,58	19,76
Selisih sample I & II		1,82	
Rata-rata Keausan (%)		20,67	

Berdasarkan hasil pengujian yang tercatat dalam tabel 4.6, diperoleh nilai rata-rata keausan agregat sebesar 20,67%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa agregat tersebut masih memenuhi ketentuan yang diatur dalam standar SNI 2417-2008, mempunyai batas maksimum keausan agregat adalah 40%. Agregat tersebut dapat digunakan untuk keperluan konstruksi.

#### 4.1.2 Hasil Uji Agregat Halus

Pengujian ini menggunakan agregat halus yang berada di PT. Jaya Beton Indonesia. Agregat halus yang diteliti telah menjalani pengujian di Laboratorium PT. Jaya Beton Indonesia sesuai dengan standar yang berlaku.

##### 4.1.2.1 Uji Berat Agregat Halus

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian berat jenis agregat halus sesuai dengan standar SNI 3-1970-1990 yang mengatur prosedur pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil pengujian berat jenis agregat halus yang relevan dengan penelitian ini telah disajikan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Uji Berat Jenis Agregat Halus

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Nomor flash		1	2
2.	Berat flash (A)	gr	141,00	224,00
3.	Berat sample dan flask (B)	gr	641,00	724,00
4.	Berat sample (C=B-A)	gr	500,00	500,00
5.	Berat flask, sample, dan air (D)	gr	944,50	1025,70
6.	Berat air (E=D-B)	gr	303,60	301,70
7.	Berat Jenis (F=C/(C-E))		2,55	2,52
8.	Selisih		0,02	
9.	Rata - rata		2,53	

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh rata-rata nilai berat jenis agregat halus sebesar 2,53. Nilai tersebut sesuai dengan kategori yang ditetapkan oleh standar SNI 3-1970-1990, yang menyatakan bahwa agregat halus dapat digunakan asalkan nilainya berada di atas batas minimal 2,5.

#### 4.1.2.2 Uji daya serap air pada agregat halus

Penelitian ini melibatkan pengujian daya serap air pada agregat halus sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam standar SNI 3-1970-1990 mengenai pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Data hasil pengujian daya serap air pada agregat halus telah disajikan secara rinci dalam Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Uji Daya Serap Air pada Agregat Halus

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1	Berat pan (A)	gr	1247,90	654,00
2	Berat sample dan pan (B)	gr	2247,90	1654,00
3	Berat sample (C=B-A)	gr	1000,00	1000,00
4	Berat sample kering (D)	gr	972,40	971,90
5	Daya serap air (E=(C-D)/D)	%	2,84	2,89
6	Selisih			0,05
7	Rata - rata			2,86

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa agregat halus memiliki kemampuan yang signifikan dalam menyerap air. Rata-rata persentase penyerapan air oleh agregat halus, mulai dari kondisi kering mutlak hingga kering permukaan, mencapai angka 2,86%. Dalam konteks ini, agregat halus telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh standar SNI 3-1970-1990, karena tingkat penyerapan airnya tidak melampaui batas maksimum yang ditetapkan sebesar 3%.

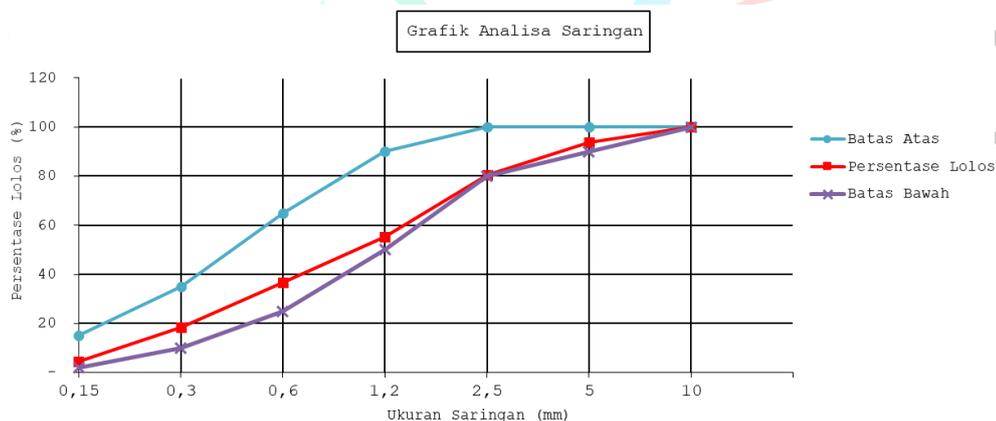
#### 4.1.2.3 Analisis saringan agregat halus

Pengujian analisis saringan pada agregat halus telah dilaksanakan sesuai dengan standar nasional Indonesia (SNI) 03-1968-1990 tentang analisis saringan agregat halus dan kasar. Hasil dari pengujian analisis saringan dapat ditemukan dalam tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Analisis Saringan Agregat Halus

Ukuran Ayakan (mm)	Percobaan 1		Percobaan 2		Rata-Rata Persentase Tertahan (%)	Kumulatif Persentase Tertahan (%)	Kumulatif Persentase Lolos (%)
	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)			
10	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
5	25,0	2,50	101,00	10,10	6,30	6,30	93,70
2.5	144,0	14,40	120,00	12,00	13,20	19,50	80,50
1.2	321,0	32,10	185,00	18,50	25,30	44,80	55,20
0.6	115,0	11,50	254,00	25,40	18,45	63,25	36,75
0.3	203,0	20,30	164,00	16,40	18,35	81,60	18,40
0.15	127,0	12,70	150,00	15,00	13,85	95,45	4,55
Pan	65,00	6,50	26,00	2,60	4,55	100,00	0,00
Total	1000,00	100,00	1000,00	100,00			
FM						<b>3,11</b>	

Dari hasil pengujian, diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 3,11. agregat halus dengan modulus kehalusan tersebut dianggap baik dan memenuhi persyaratan sebagai bahan konstruksi karena sudah sesuai dengan persyaratan SK SNI S-04-1989 F, yang membutuhkan nilai modulus kehalusan antara 1,5 hingga 3,8.



Gambar 4. 2 Grafik Analisis Agregat Halus

Gambar 4.2 merupakan grafik analisis agregat halus yang menunjukkan bahwa gradasi agregat halus telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Hal ini dapat dilihat dari posisi garis persentase agregat halus yang lolos, yang berada di antara garis batas atas (garis biru) dan garis batas bawah (garis ungu).

#### 4.1.2.4 Uji Berat Isi agregat halus

Pengujian berat isi pada agregat kasar dilaksanakan mengacu pada standar nasional Indonesia (SNI) 03-4804-1998 yang mengatur pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat. Hasil pengujian berat isi tersebut terdokumentasikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Uji Berat Isi Agregat

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Volume container (A)	cm <sup>3</sup>	2002,00	2002,00
2.	Berat container (B)	gr	788,00	788,00
3.	Berat sample dan container (C)	gr	3695,50	3732,80
4.	Berat sample (D=C-B)	gr	2906,50	2935,80
5.	Berat isi (E=D/A)	cm <sup>3</sup> /gr	1,45	1,47
6.	Selisih		0,01	
7.	Rata – rata		1,46	
8.	Berat Jenis (G)		2,53	
9.	Persentase volume padat (H=(F/G)x100%)		57,59	

Berdasarkan hasil pada pengujian berat isi agregat kasar, didapatkan nilai rata-rata berat isi sebesar 1,46 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai ini memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam standar nasional Indonesia (SNI) 03-4804-1998, yaitu melebihi batas minimum 1,4 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.1.2.5 Uji kadar lumpur agregat halus

Pada pengujian kadar lumpur pada agregat kasar dilaksanakan sesuai dengan standar nasional Indonesia (SNI) 03-4142-1996 yang mengatur metode pengujian jumlah bahan dalam agregat. Hasil pengujian kadar lumpur tersebut dapat dilihat dalam Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Uji Kadar Lumpur Agregat Halus

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat kering material sebelum dicuci (A)	gr	1000,00	1000,00
2.	Berat kering material sesudah dicuci (B)	gr	965,00	970,10
3.	Material lolos ayakan 0.074 mm (C=((A-B)/A)x100 %)	%	3,44	2,99

No.	Percobaan	Satuan	1	2
4.	Selisih		0,45	
5.	Rata – rata		3,22	

Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan adalah 3,22%. Nilai tersebut masih memenuhi batas yang ditetapkan oleh SNI 03-4142-1996, yaitu kurang dari 7%.

#### 4.1.3 Hasil Pengujian Slag Besi

##### 4.1.3.1 Hasil Uji Berat Jenis

Hasil pengujian berat jenis slag besi disamakan dengan uji berat jenis agregat kasar yang dilakukan sesuai dengan SNI 03-1969-2008 tentang berat jenis dan penyerapan air. Tabel 4.12 menunjukkan hasil pengujian berat jenis

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Berat Jenis Terak Baja

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat keranjang (A)	gr	527,00	527,00
2.	Berat sample dan keranjang (B)	gr	2527,00	2527,00
3.	Berat sample (C=B-A)	gr	2000,00	2000,00
4.	Berat keranjang dalam air (D)	gr	365,00	365,00
5.	Berat sample dan keranjang dalam air (E)	gr	1670,00	1675,00
6.	Berat sample dalam air (F=E-D)	gr	1305,00	1310,00
7.	Berat jenis ( $G=C/(C-F)$ )		2,88	2,90
8.	Selisih		0,02	
9.	Rata - rata		2,89	

Hasil rata-rata berat jenis slag besi yang didapatkan adalah 2,89, berdasarkan dengan ketentuan SNI 03-1969-2008 berat jenis bulk agregat minimal harus mencapai 2,5 gram. Dapat disimpulkan bahwa sample slag besi yang diuji memenuhi standar yang ditetapkan.

##### 4.1.3.2 Hasil Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air slag besi dilakukan berdasarkan pada SNI 03-1969-2008 tentang pengujian berat jenis dan daya serap air agregat kasar. Tabel 4.13 menunjukkan hasil pengujian daya serap air tersebut.

Tabel 4. 13 Hasil Uji Daya Serap Air

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1	Berat pan (A)	gr	1254,00	1255,00
2	Berat sample dan pan (B)	gr	3254,00	3255,00
3	Berat sample (C=B-A)	gr	2000,00	2000,00
4	Berat sample kering (D)	gr	1944,80	1945,70
5	Daya serap air (E=(C-D)/D)	%	2,84	2,79
6	Selisih			0,05
7	Rata - rata			2,81

Rata-rata uji daya serap air slag besi dalam keadaan mutlak hingga kering permukaan adalah sebesar 2,81%, dari hasil tersebut bisa disimpulkan bahwa slag besi tidak memenuhi syarat SNI 03-1969-2008 karena persentase daya serap sudah melebihi batas maksimum yaitu 3%. Hal ini disebabkan oleh struktur pori slag besi.

#### 4.1.3.3 Hasil Uji Berat Isi

Pengujian berat isi slag besi dilakukan sesuai dengan SNI 03-4804-1998 tentang pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat. Tabel 4.14 menunjukkan pengujian berat isi tersebut.

Tabel 4. 14 Hasil Uji Berat Isi Slag Besi

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Volume container (A)	cm <sup>3</sup>	2002,00	2002,00
2.	Berat container (B)	gr	787,00	787,00
3.	Berat sample dan container (C)	gr	4397,00	4404,00
4.	Berat sample (D=C-B)	gr	3610,00	3617,00
5.	Berat isi (E=D/A)	cm <sup>3</sup> /gr	1,80	1,81
6.	Selisih			0.00
7.	Rata - rata (F)			1.80
8.	Berat jenis (G)			2.55
9.	Persentase volume padat (H=(F/G) x100%)			70.91

Rata-rata berat isi slag besi yang didapatkan adalah 1,8 gr/cm<sup>3</sup>, dengan nilai tersebut masih memenuhi syarat SNI 03-4804-1998 yaitu melebihi 1,4 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.1.3.4 Hasil Uji Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur pada slag besi dilakukan mengacu pada SNI 03-4142-1996 tentang metode pengujian jumlah bahan dalam agregat. Tabel 4.15 menunjukkan hasil pengujian.

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Kadar Lumpur

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat kering material sebelum dicuci (A)	gr	2000,00	2000,00
2.	Berat kering material sesudah dicuci (B)	gr	1886,30	1980,20
3.	Material lolos ayakan 0.074 mm ( $C = ((A-B)/A) \times 100\%$ )	%	0,69	0,99
4.	Selisih			0,30
5.	Rata - rata			0,84

Rata-rata hasil dari kadar lumpur yang didapatkan sebesar 0,84, nilai tersebut masih memenuhi syarat SNI 03-4142-1996 yaitu kurang dari 1.

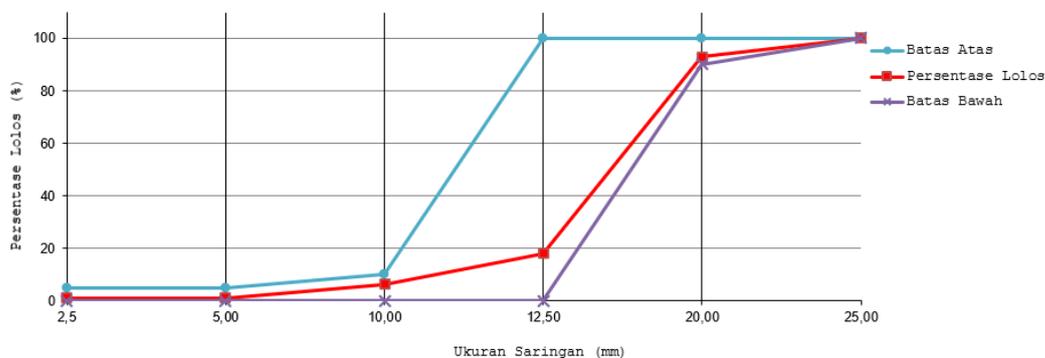
#### 4.1.3.5 Hasil Uji Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan slag besi dilakukan sesuai dengan SNI 03-1968-1990 tentang analisis saringan agregat halus dan kasar. Tabel 4.16 menunjukan hasil uji analisis saringan tersebut.

Tabel 4. 16 Hasil Analisis Saringan

Uk. Saringan	Test I		Test II		Rata-rata Persentase Tertahan	Kumulatif Persentase Tertahan	Kumulatif Persentase Lolos	Spesifikasi (%)	
	Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Berat Tertahan	Persentase Tertahan				Min	Max
(mm)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)		
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
20	140,00	7,00	142,00	7,10	7,05	7,05	92,95	90,00	100,00
12.7	1474,00	73,70	1524,00	76,20	74,95	82,00	18,00	0,00	100,00
10	255,00	12,75	212,00	10,60	11,68	93,68	6,33	0,00	10,00
5	110,00	5,50	99,00	4,95	5,23	98,90	1,10	0,00	5,00
2.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,90	1,10	0,00	5,00
1.2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,90	1,10		
0.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,90	1,10		
0.3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,90	1,10		

Uk. Saringan	Test I		Test II		Rata-rata Persentase Tertahan	Kumulatif Persentase Tertahan	Kumulatif Persentase Lolos	Spesifikasi	
	Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Berat Tertahan	Persentase Tertahan				(%)	Min
(mm)	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)		
0.15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,90	1,10		
Pan	21,00	1,05	23,00	1,15	1,10	100,00	0,00		
Total	2000.00		2000.00						
FM					7.76				



Berdasarkan hasil pengujian dapat diperoleh modulus kehalusan sebesar 7,76. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa slag besi memiliki modulus kehalusan yang kurang baik karena belum sesuai dengan syarat SNI S-04-1989 F yang membutuhkan nilai modulus kehalusan berada di antara 6,0 hingga 7,1.

#### 4.1.3.6 Hasil Uji Keausan Slag Besi

Penyujian keausan slag besi ini dilakukan sesuai dengan SNI 2417-2008 tentang uji keausan agregat kasar dengan mesin abrasi Los Angeles. Tabel 4.17 menunjukkan hasil uji keausan slag besi.

Tabel 4. 17 Uji Keausan Slag Besi

Ukuran saringan (mm)		Sample I Berat (gr)	Sample II Berat (gr)
Lolos	Tertahan		
76,2	63,5		
63,5	50,8		
50,8	36,1		
36,1	25,4		
25,4	19,1		
19,1	12,7	2500	2500
12,7	9,52	2500	2500
9,52	6,35		

Ukuran saringan (mm)		Sample I	Sample II
Lolos	Tertahan	Berat (gr)	Berat (gr)
6,35	4,75		
4,75	2,36		
Jumlah Putaran		500	500
Jumlah Bola Baja		11	11
Jumlah Berat (gram) (a)		5000	5000
Berat tertahan saringan no 12 sesudah percobaan (gram) (b)		3812	4012
Keausan (%) = $\frac{a}{b} \times 100$ %		23,76	19,76
Selisih sample I & II		14	
Rata-rata Keausan (%)		21,76	

Rata-rata keausan slag besi yang didapatkan adalah 21,76%, dengan hasil tersebut maka slag besi dapat digunakan untuk konstruksi karena hasil rata-rata masih memenuhi ketentuan SNI 2417-2008 dengan keausan agregat di bawah 40%.

#### 4.1.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap agregat kasar dengan menggunakan JIS A 5005 dan Standar Negara Indonesia (SNI)-04-1989-F dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Hasil Uji Agregat Kasar

No.	Percobaan	JIS A 5005	Hasil	Status
1	Berat Jenis	$\geq 2,5$	2,55	OK
2	Berat Isi	$\geq 1,4$	1,46	OK
3	Kadar Lumpur	$\leq 1,0$	0,89	OK
4	Daya Serap	$\leq 3,0$	2,81	OK
5	Keausan Agregat	$\leq 40$	20,67	OK

No.	Percobaan	SK SNI-04-1989-F	Hasil	Status
1	Modulus Halus	6,0-7,1	7,75	Tidak memenuhi

Selain itu terdapat juga hasil pengujian yang dilakukan terhadap agregat halus dengan menggunakan JIS A 5004 dan Standar Negara Indonesia (SNI)-04-1989-F sehingga dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Uji Hasil Agregat Halus

No.	Percobaan	JIS A 5004	Hasil	Status
1	Berat Jenis	$\geq 2,5$	2,53	OK

2	Berat Isi	$\geq 1,4$	2,81	OK
3	Kadar Lumpur	$\leq 7,0$	3,22	OK
4	Daya Serap	$\leq 3,0$	2,86	OK

No.	Percobaan	SK SNI S-04-1989-F	Hasil	Status
1	Modulus Halus	1,5-3,8	3,11	OK

Tabel 4. 20 Rekapitulasi Uji Hasil Slag Besi

No.	Percobaan	JIS A 5005	Hasil	Status
1	Berat Jenis	$\geq 2,5$	2,89	OK
2	Berat Isi	$\geq 1,4$	1,80	OK
3	Kadar Lumpur	$\leq 1,0$	0,84	OK
4	Daya Serap	$\leq 3,0$	2,81	OK
5	Keausan Agregat	$\leq 40$	21,76	OK

No.	Percobaan	SK SNI-04-1989-F	Hasil	Status
1	Modulus Halus	6,0-7,1	7,76	Tidak memenuhi

#### 4.1.5 Perencanaan Pada Beton Normal

Informasi terkait rekapitulasi perhitungan perancangan campuran beton normal, yang sesuai dengan standar SNI 03-2834-2000 yang mengatur tata cara pembuatan rencana beton normal. Hasil perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Perencanaan Pada Beton Normal

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat Tekan Rencana Dalam 28 Hari	40	MPa
2	Deviasi Standar	7	MPa
3	Nilai Tambah	11,48	MPa
4	Kekuatan Rata-rata yang ditargetkan	35	MPa
5	Jenis Semen	PCC	
6	Jenis Agregat Halus	Alami	
7	Jenis Agregat Kasar	Batu Pecah	
8	Faktor Air Semen Bebas	0,44	
9	Slump	10 - 30	
10	Ukuran Agregat Maksimum	20	

No.	Uraian	Nilai	Satuan
11	Kebutuhan Air	175,91	
12	Kebutuhan Semen	386,71	kg/m <sup>3</sup>
13	Berat Jenis Agregat Campuran	386,71	kg/m <sup>3</sup>
14	Kebutuhan Agregat Kasar	1,074,17	kg
15	Kebutuhan Agregat Halus	776,21	kg
16	Berat Jenis Beton	2,413.00	kg

Kesimpulan					
Volume	Berat Total (kg)	Air (L)	Semen (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)
1 m <sup>3</sup>	2,413.00	175,91	386,71	1,074.17	776,21

#### 4.1.6 Perencanaan Campuran Beton Geopolimer

Pada perhitungan perancangan campuran beton geopolimer, peneliti mengacu pada standar SNI 03-2834-2000 menunjukkan persyaratan-persyaratan, pengertian, dan cara pengerjaan untuk tata cara pembuatan rencana campuran beton normal dengan bahan tambah. Pelaksanaan dalam perancangan campuran tersebut diubah menjadi perancangan campuran geopolimer. Berikut ini adalah contoh langkah-langkah perhitungan untuk mencapai molaritas 10 dalam perancangan campuran beton geopolimer. Langkah dari perancangan perancangan campuran beton geopolimer ini adalah sebagai berikut:

1. Campuran Beton Geopolimer Pada Penelitian Ini Dengan Rasio air digantikan dengan abu terbang dan Alkali Aktivator.

Dalam mendapatkan rasio komposisi campuran per meter kubik untuk beton normal, pada langkah pertama dalam pembuatan beton geopolimer adalah menggantikan rasio semen dan air dengan rasio abu terbang dan alkali aktivator.

2. Rasio Penggunaan Antara Alkali Aktivator dan Abu Terbang Yaitu 1 banding 2,5.

Rasio ini digunakan untuk penggunaan menggabungkan antara alkali activator dan abu terbang dengan menggunakan rasio perbandingan sebesar 1:2,5, dapat dilihat pada tabel

Tabel 4. 22 Perbandingan Alkali Aktivator dan Abu Terbang

Rekapitulasi Perbandingan Alkali Aktivator dan Abu Terbang				
Berat Total (kg)	Abu Terbang (kg)	Alkali Aktivator (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)
2,414.00	408	144	1201	647

3. Terdapat Rasio Perbandingan Antara Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida Sebesar 2,5 banding 1.

Setelah mendapatkan rasio alkali aktivator, langkah selanjutnya adalah membagi rasio alkali aktivator menjadi 1:2,5, dengan perbandingan 3 untuk sodium silikat dan 1 untuk sodium hidroksida (Setiawati, M., Martini, S., & Nurulita, R. 2022). Hasil perhitungan yang diperoleh dapat dilihat seperti yang tertera di bawah ini. Rasio ini dipilih berdasarkan pertimbangan yang teliti untuk mencapai kondisi yang optimal dalam pembuatan beton geopolimer dalam konteks penelitian ini. Hasil perhitungan tersebut ditampilkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 23 Perbandingan Rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida

Hasil Perbandingan Rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida					
Berat Total	Abu Terbang	NaOH	NA <sub>2</sub> SIO <sub>3</sub>	Agregat Kasar	Agregat Halus
2,414.00	408	41,14	102,85	1201	647



Gambar 4. 3 Proses Pencampuran

4. Penggunaan Campuran NaOH

Nilai molaritas pada penelitian ini menggunakan larutan NaOH adalah 10 molar, 10 molar didapatkan berdasarkan hasil trial mix dan penelitian

terdahulu. Untuk menghasilkan perhitungan berdasarkan rumus yang telah di tentukan sebagai berikut:

$$\text{NaOH} = \frac{\text{SH Solids}}{1000} \times \text{NaOH} \quad (4.1)$$

$$\text{Air} = \frac{\text{Water}}{1000} \times \text{NaOH} \quad (4.2)$$

Tabel 4. 24 Kebutuhan Air dan NaOH per 1000 gram

Molarity	For Preparation 1 kg of SHS		
	SH Solids (gr)	Water (gr)	SHS (gr)
4	140	860	1000
6	200	800	1000
8	225	775	1000
10	245	758	1000

Sehingga didapatkan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus diatas sebagai berikut :

$$\text{Air} = \frac{\text{Water}}{1000} \times \text{NaOH}$$

$$\text{Air} = \frac{245}{1000} \times 41,14 = 10,07$$

$$\text{NaOH} = \frac{\text{SH Solids}}{1000} \times \text{NaOH}$$

$$\text{NaOH} = \frac{758}{1000} \times 48,34 = 31,18$$

Selanjutnya dalam memperoleh gambaran komprehensif mengenai kebutuhan kadar material beton geopolimer per 1m<sup>3</sup>, dihasilkan rekapitulasi secara menyeluruh untuk mengetahui komposisi material yang di perlukan dalam mencapai proporsi yang sesuai, sehingga dapat memberikan performa yang optimal dalam pembuatan beton geopolimer dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4. 25 Rekapitulasi Beton Geopolimer per 1m<sup>3</sup>

---

Rekapitulasi Beton Geopolimer per 1m<sup>3</sup>

---

Berat Total (kg)	Abu Terbang (kg)	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	NaOH	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (L)
2,414.00	408	545	218	1201	647	14.3



Gambar 4. 4 Proses Pembuatan Beton

Kebutuhan material per-cetakan silinder atau tabung dengan tinggi 30 cm, dengan diameter 15 cm, dihitung dengan menentukan volume silinder sebagai berikut:

$$\text{Volume Silinder} = 0,25 \times 3,14 \times 15^2 \times 30 = 5.298,75 \text{ m}^3$$

Berdasarkan volume di atas, didapatkan hasil estimasi perhitungan kebutuhan material per-cetakan silinder seperti pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Estimasi Perhitungan Kebutuhan Material Per-cetakan Silinder

Material	Kebutuhan Per Cetakan (Kg)	Kebutuhan 3 Cetakan (Kg)
Agregat Halus	3,42	10,28
Agregat Kasar	6,36	19,10
<i>Fly Ash</i>	2,16	6,48
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,54	1,63
NaOH	0,21	0,65
Air	0,75	0,22

#### 4.1.6.1 Hasil Uji Slump

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian slump sebelum mencetak adukan beton ke dalam silinder. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi workability beton geopolimer yang telah disiapkan untuk penelitian ini. Hasil pengujian slump dapat ditemukan dalam Tabel 4.27.

Tabel 4. 27 Hasil Uji Slump

Komposisi Slag Besi (%)	Slump (cm)
0,00%	12
0,20%	11
0,25%	10
0,30%	9
0,35%	8

#### 4.1.7 Perhitungan Slag Besi

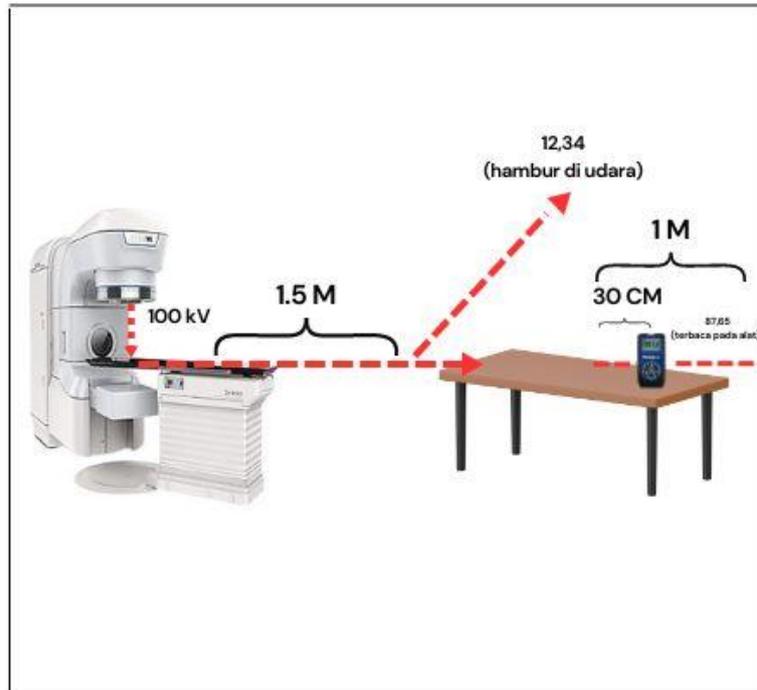
Pada penelitian ini peneliti menggunakan perhitungan kebutuhan slag besi dengan persentase 20%, 25%, 30%, dan 35% sebagai pengganti agregat kasar. Diperoleh jumlah slag besi yang diperlukan dalam komposisi beton geopolimer berdasarkan persentase slag besi. Hasil Kebutuhan dapat dilihat pada tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Kebutuhan Slag Besi

Persentase Slag Besi	Agregat Kasar (kg)	Slag Besi	
		Per Cetakan (kg)	Per 3 Cetakan (kg)
0%	6,36	0,0000	0,0000
20%		3,82	11,46
25%		4,77	14,31
30%		5,73	17,19
35%		6,68	20,04
<b>Kebutuhan Total</b>		21	63

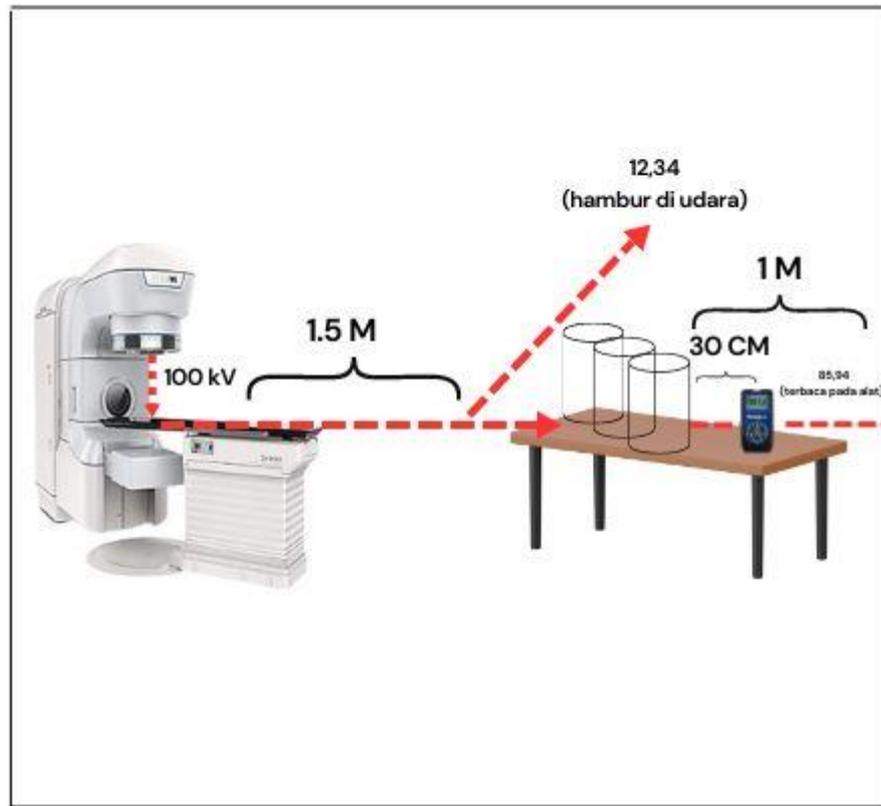
#### 4.1.8 Perhitungan Sinar-X

Pada penelitian ini terdapat 2 skema dalam pengujian penyinaran radiasi untuk skema yang pertama dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Skema 1 Tanpa Benda Uji

Skema pertama dilakukan dengan melakukan penyinaran dengan dosis yang diberikan sebesar 100 kV dan di tembakan tanpa adanya benda uji, sehingga mendapatkan angka pada alat yaitu sebesar 87,65  $\mu\text{Svh}$ , dan 12,34  $\mu\text{Svh}$  yang terhambur ke udara. Skema ini juga berlaku untuk dosis 75 kV.



Gambar 4. 6 Skema 2 Dengan Benda Uji

Skema 2 dilakukan dengan ada benda uji, untuk mendapatkan data daya serap dari radiasi sinar-X guna mengetahui bacaan real pada alat, maka rumus bacaan alat, sebagai berikut:

$$\text{Bacaan alat} = (\text{Exposure} - \text{Dosis Background}) \times \text{Faktor Kalibrasi} \quad (4.3)$$

$$= (75,8 - 0,009) \times 1,01 = 76,54 \mu\text{Svh}$$

Angka *exposure* didapatkan berdasarkan dosis radiasi yang akan dikeluarkan alat X-ray. Angka dosis *background* dapat berbeda beda pada setiap ruangan dan merk alat, dosis background alat yang terdapat pada penelitian ini sebesar  $0,09\mu$ . Angka faktor kalibrasi alat didapat dari hasil uji kalibrasi yang diuji oleh BRIN.

Untuk mengetahui daya serap radiasi pada penelitian ini, dapat menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Daya serap} &= kV - \text{Bacaan Alat} - \text{Radiasi yang hambur ke udara} \quad (4.3) \\ &= 100 \text{ kV} - 85,94 - 12,35 = 1,71 \mu\text{Svh} \end{aligned}$$

Angka kV didapatkan berdasarkan dosis yang keluar dari alat X-ray. Bacaan alat didapatkan berdasarkan rumus 4.3. Angka radiasi yang mabur di udara didapatkan berdasarkan dosis alat dikurangi oleh bacaan rea alat. Skema ini berlaku demikian untuk dosis 75 kV.

## 4.2 Hasil Analisis Data

Dalam bab ini berfokus pada analisis data pengujian berat jenis dan uji kuat tekan beton yang telah dilakukan sesuai dengan standar yang berlaku. Pada bagian ini, dilakukan penelaahan terhadap hasil pengujian tersebut dengan tujuan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik beton yang dihasilkan dan memastikan kepatuhan terhadap standar yang berlaku.

### 4.2.1 Hasil Uji *Flay Ash*

Berdasarkan hasil uji X-Ray Flourecence (XRF) yang dilakukan di Pusat Riset Kimia, BRIN Puspitek Serpong, terungkap bahwa abu terbang dari PLTU Lontar yang diuji mengandung  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dengan total sebesar 81,8%. Hal ini menunjukkan bahwa abu terbang yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikategorikan sebagai abu terbang kelas F sesuai dengan ASTM C 618, karena jumlah  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  melebihi 70%. Berdasarkan hasil uji XRF *flay ash* bisa digunakan untuk menggantikan semen portland.

Tabel 4. 29 Hasil Uji XRF Flay Ash

Name	Value	Name	Value
$\text{SiO}_2$	41,40%	Si	19,30%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	22,70%	Fe	12,40%
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	17,70%	Al	12,00%
CaO	8,70%	Ca	6,20%
MgO	4,50%	Mg	2,70%
$\text{Na}_2\text{O}$	1,10%	Na	0,80%
$\text{SO}_3$	1,00%	K	0,60%
$\text{TiO}_2$	1,00%	Ti	0,60%
$\text{K}_2\text{O}$	0,70%	S	0,40%
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,40%	Mn	0,20%
MnO	0,30%	P	0,20%
Cl	0,10%	Cl	0,10%
SrO	0,10%	Sr	0,10%

#### 4.2.2 Hasil Berat Jenis Beton

Sebelum pelaksanaan pengujian terhadap kuat tekan, beton harus menjalani proses penimbangan terlebih dahulu. Penimbangan ini dilakukan untuk peneliti memperoleh informasi mengenai berat beton yang akan digunakan. Data berat beton yang tercatat dapat dilihat dalam Tabel 4.30 berikut ini

Tabel 4. 30 Hasil Berat Jenis

Kode	Slag Besi	Beton Geopolimer	Massa (kg)	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )		
BGSB 0	0,00%	Beton 7 Hari	16,26	3067,92		
			16,25	3066,03		
			16,28	3071,69		
		Beton 14 Hari	16,25	3066,03		
			16,26	3067,92		
			16,22	3060,37		
		Beton 28 Hari	16,25	3066,03		
			16,26	3067,92		
			16,22	3060,37		
		BGSB 20	2,00%	Beton 7 Hari	16,25	3066,03
					16,26	3067,92
					16,22	3060,37
Beton 14 Hari	16,25			3066,03		
	16,26			3067,92		
	16,28			3071,69		
Beton 28 Hari	16,26			3067,92		
	16,25			3066,03		
	16,28			3071,69		
BGSB 25	2,50%			Beton 7 Hari	16,3	3075,47
					16,32	3079,24
					16,36	3086,79
		Beton 14 Hari	16,37	3088,67		
			16,36	3086,79		
			16,4	3094,33		
		Beton 28 Hari	16,39	3092,45		
			16,41	3096,22		
			16,4	3094,33		

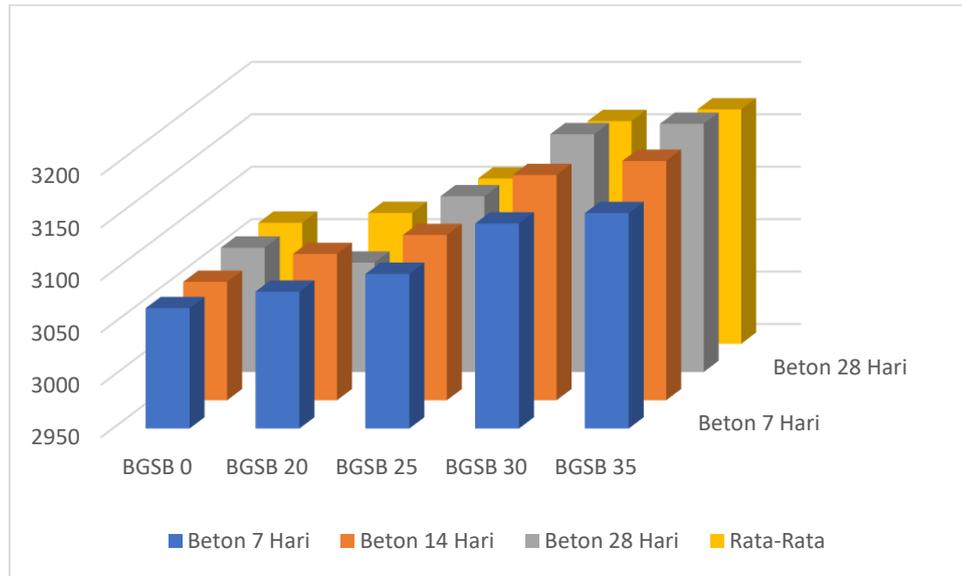
<b>BGSB 30</b>	3,00%	Beton 7 Hari	16,43	3100
			16,4	3094,33
		Beton 14 Hari	16,42	3098,11
			16,45	3103,77
			16,46	3105,66
			16,5	3113,2
		Beton 28 Hari	16,52	3116,98
			16,54	3120,75
			16,51	3115,09
			16,59	3130,18
<b>BGSB 35</b>	3,50%	Beton 7 Hari	16,7	3150,94
			16,72	3154,71
		Beton 14 Hari	16,75	3160,37
			16,78	3166,03
			16,79	3167,92
			16,8	3169,81
		Beton 28 Hari	16,85	3179,24
			16,86	3181,13

Tabel 4.30 menunjukkan hasil pengujian berat jenis beton geopolimer dengan variasi komposisi slag besi dan periode pengerasan. Data yang diberikan mencakup massa jenis berat beton (dalam kilogram per meter kubik). Uji berat jenis beton geopolimer dengan campuran slag besi menunjukkan bahwa berat jenis beton antar sampel yang diuji berbeda-beda. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi komposisi bahan yang digunakan. Tabel 4.31 menyajikan hasil rekapitulasi uji berat jenis beton.

Tabel 4. 31 Rekapitulasi Uji Berat Jenis Beton

Campuran	BGSB 0	BGSB 20	BGSB 25	BGSB 30	BGSB 35
Beton 7 Hari	3064,77	3080,5	3097,48	3145,53	3155,42
Beton 14 Hari	3062,89	3089,48	3107,54	3164,77	3178,23
Beton 28 Hari	3068,54	3054,33	3117,6	3176,72	3186,72
Rata-Rata	3065,4	3074,77	3107,54	3162,34	3173,45

Berdasarkan Tabel 4.31, didapatkan berat rata-rata beton geopolimer berbahan dasar agregat kasar dan slag besi. Untuk mengetahui pertumbuhan berat jenis, dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Grafik Rata-rata Berat Jenis Beton Geopolimer Slag Besi

Gambar 4.7 menunjukkan pertumbuhan rata-rata berat jenis beton. Semakin besar persentase pertambahan slag besi maka berat jenis beton terus meningkat. Berat beton polos normal berkisar antara 2.200 – 2.400 kg/m<sup>3</sup>. Penambahan slag besi sebesar 20% meningkatkan berat jenis beton sebesar 27,73 %, penambahan slag besi hingga 35% meningkatkan berat jenis beton hingga 3.173,45 kg/m<sup>3</sup>, atau meningkat 31,76 % dari berat jenis beton normal. berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Li Bing, Tang Biao, Ma Zhen, Cheng Hanchi and Li Hongbo, 2019) bahwa slag besi memiliki berat jenis 2.8 hingga 3.6 g/cm<sup>3</sup>, densitas tinggi ini membantu dalam aplikasi konstruksi dan penggunaan sebagai agregat berat. Sehingga dengan penambahan slag besi mampu meningkatkan berat jenis pada beton geopolimer.

#### 4.2.3 Hasil Penyinaran Radiasi

Hasil ini diperoleh dari benda uji yang digunakan bentuk silinder dengan diameter sebesar 150 mm dan tinggi mencapai 300 mm. Peneliti menguji sebanyak 15 benda uji berumur 28 hari dengan komposisi *slag* besi yang berbeda. Uji penyinaran radiasi sebagai berikut.

Tabel 4. 32 Hasil Penyinaran Radiasi Expossure 100 Kv

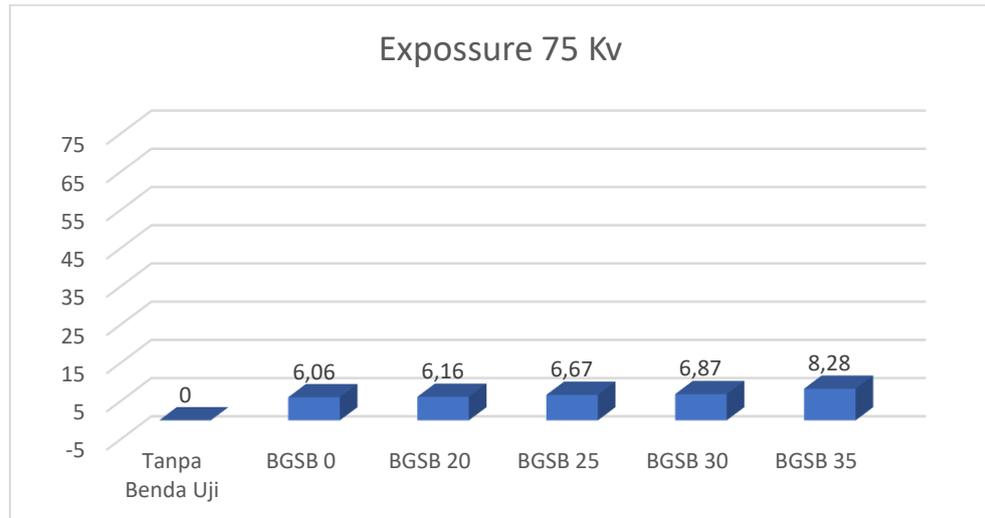
Kode Uji	Kv	Exposure	Jarak Tembak	Dosis Background	Faktor Kalibrasi	Hasil Perhitungan	Daya Serap
	100		1,5				
Tanpa Benda Uji		86,8		0,009	1,01	87,65891	0,00
BGSB 0		85,1		0,009	1,01	85,94191	1,71
BGSB 20		82		0,009	1,01	82,81091	4,84
BGSB 25		79,9		0,009	1,01	80,68991	6,96
BGSB 30		75,8		0,009	1,01	76,54891	11,10
BGSB 35		70,1		0,009	1,01	70,79191	16,86

Tabel 4. 33 Penyinaran Radiasi Expossure 75 Kv

Kode Uji	Kv	Exposure	Jarak Tembak	Dosis Background	Faktor Kalibrasi	Hasil Perhitungan	Daya Serap
	75		1,5				
Tanpa Benda Uji		71,8		0,009	1,01	72,50891	0,00
BGSB 0		65,8		0,009	1,01	66,44891	6,06
BGSB 20		65,7		0,009	1,01	66,34791	6,16
BGSB 25		65,2		0,009	1,01	65,84291	6,67
BGSB 30		65		0,009	1,01	65,64091	6,87
BGSB 35		63,6		0,009	1,01	64,22691	8,28



Gambar 4. 8 Grafik Daya Serap 100 Kv



Gambar 4. 9 Grafik Daya Serap 75 Kv

$$\begin{aligned} \text{Daya serap} &= kV - \text{Bacaan Alat} - \text{Radiasi yang hambur ke udara} \quad (4.3) \\ &= 100 \text{ kV} - 85,94 - 12,35 = 1,71 \mu\text{Svh} \end{aligned}$$

Berdasarkan Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 hasil uji radiasi dengan dosis 100 kV, benda uji dengan persentase slag besi 35% mampu menyerap radiasi 16,86 μSvh (lebih tinggi 8,85 % daripada benda uji normal tanpa slag). Sementara itu pada dosis 75 Kv benda uji dengan persentase slag besi 35% mampu menyerap radiasi 8,28 μSvh (lebih tinggi 0,36 % daripada benda uji normal tanpa slag). Semakin tinggi angka daya serap maka semakin baik daya serap radiasi yang diterima oleh benda uji. Berdasarkan hasil diatas dapat dinyatakan bahwa slag besi dengan persentase yang banyak mampu menjadi material yang mampu menahan radiasi dan memiliki daya serap yang cukup baik.

Pada penelitian (Wijaya, J., Filbert Sikomena, E., Setyo Budi, G., & Hurijanto Koentjoro) menggunakan batu barit sebagai pengganti agregat kasar terbukti dapat meningkatkan densitas atau berat jenis beton hingga 53,68% jika dibandingkan dengan densitas atau berat jenis beton normal. Beton dengan full barit sebagai agregat kasar memiliki daya serap sinar radiasi yang baik dibandingkan beton dengan kerikil barit. Semakin tinggi densitas atau berat jenis dapat meningkatkan kemampuan menahan radiasi menjadi lebih baik.

#### 4.2.4 Hasil Kuat Tekan Beton

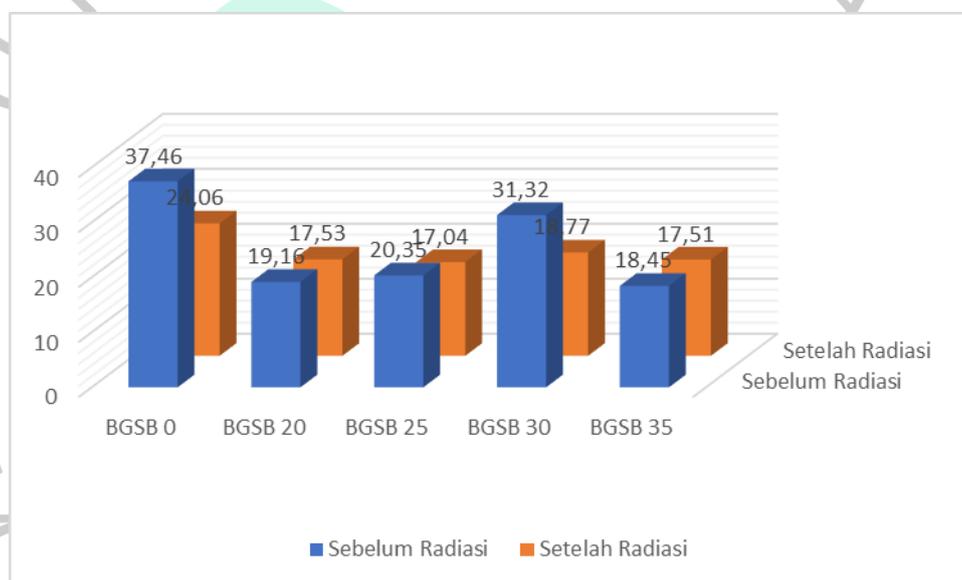
Hasil ini diperoleh dari benda uji yang digunakan bentuk silinder dengan diameter sebesar 150 mm dan tinggi mencapai 300 mm. Peneliti membuat lima variasi komposisi campuran dengan persentase slag besi yang berbeda, yang secara keseluruhan menghasilkan 45 sampel benda uji yang akan digunakan dalam penelitian ini. Uji kuat tekan dilakukan pada tiga tahap waktu yang berbeda, yaitu saat beton mencapai umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Data hasil uji tekan disajikan dalam Tabel 4.33.

Tabel 4. 34 Data Hasil Uji Tekan

Kode Uji	Umur	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan Silinder 15×30 (MPa)	Rata - Rata	
<b>BGSB 0</b>	Beton 7 Hari	624	35,29	24,65	
		208	11,76		
		476	26,92		
	Beton 14 Hari	750	42,42	24,79	
		311	17,59		
		254	14,36		
	Beton 28 Hari (setelah radiasi)	389	22,04	24,06	
		423	23,92		
		464	26,24		
	Beton 28 Hari (tanpa radiasi dan hasil faktor konfersi umur beton 14 hari)	750	48,2	37,46	
		311	35,34		
		254	28,86		
	<b>BGSB 20</b>	Beton 7 Hari	21	1,18	7,42
			77	4,35	
			296	16,74	
Beton 14 Hari		225	12,72	16,87	
		320	18,10		
		350	19,79		
Beton 28 Hari (setelah radiasi)		200	11,31	18,09	
		310	17,53		
		450	25,45		
Beton 28 Hari (tanpa radiasi dan hasil faktor konfersi umur beton 14 hari)		225	14,45	19,16	
		320	20,55		
		350	22,49		
		Beton 7 Hari	115	6,50	1,31

Kode Uji	Umur	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan Silinder 15×30 (MPa)	Rata - Rata
<b>BGSB 25</b>		93	5,26	
		465	26,3	
		465	26,3	
	Beton 14 Hari	106	5,99	11,25
		378	21,38	
		465	26,3	
	Beton 28 Hari (setelah radiasi)	113	6,39	17,04
		363	20,53	
		420	23,75	
	Beton 28 Hari (tanpa radiasi dan hasil faktor konfersi umur beton 14 hari)	465	29,88	20,35
		106	6,8	
		378	24,38	
<b>BGSB 30</b>	Beton 7 Hari	121	6,84	7,63
		33	1,86	
		312	17,64	
	Beton 14 Hari	110	6,22	15,51
		210	11,87	
		503	28,45	
	Beton 28 Hari (setelah radiasi)	271	15,32	18,77
		342	19,34	
		455	25,73	
	Beton 28 Hari (tanpa radiasi dan hasil faktor konfersi umur beton 14 hari)	110	7,06	31,32
		210	13,49	
		503	32,32	
<b>BGSB 35</b>	Beton 7 Hari	190	10,74	7,65
		124	7,01	
		92	5,20	
	Beton 14 Hari	250	14,14	15,72
		234	13,23	
		350	19,79	
	Beton 28 Hari (setelah radiasi)	178	10,06	17,51
		219	12,38	
		532	30,09	
	Beton 28 Hari (tanpa radiasi dan hasil faktor konversi umur beton 14 hari)	250	17,86	18,45
		234	15,03	
		350	22,48	

Berdasarkan dari hasil penelitian pada tabel 4.34, terdapat data beton 28 hari dengan nilai kuat tekan hasil dari faktor konversi umur beton 14 hari. Maka dapat disajikan perbandingan kuat tekan pada masing-masing campuran dan umur beton yang terlihat pada gambar 4.8. Kuat tekan rencana  $f'_c = 40$  MPa tidak tercapai oleh kelima jenis campuran beton. Namun demikian, kuat tekan tertinggi dicapai oleh campuran BGSB 0 (0% slag besi) pada umur 14 hari, yang menghasilkan kuat tekan sebesar 42,42 MPa. Tidak tercapainya kuat tekan rencana, hal ini diduga dikarenakan faktor pemadatan benda uji yang kurang optimal, sehingga mempengaruhi kuat tekan benda uji karena kurang rapatnya material yang ada di dalam benda uji.



Gambar 4. 10 Grafik Hasil Uji Tekan Beton

Pada Gambar 4.10 menunjukkan nilai tekan pada beton berumur 28 hari setelah radiasi mengalami penurunan dibandingkan dengan beton 28 hari sebelum radiasi, hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya penyinaran radiasi dengan sinar-X dapat mempengaruhi kuat tekan beton geopolimer dengan agregat kasar slag besi. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, kuat tekan pada persentase slag besi 0% mengalami penurunan sebesar 35,77%, persentase slag besi 20% mengalami penurunan 8,50%, persentase slag besi 25% mengalami penurunan 16,26%, persentase slag besi 30% mengalami penurunan 40,07%. Penggunaan

slag besi hingga 35% menghasilkan penurunan kuat tekan paling minimum yaitu sebesar 5,09%.

Pada penelitian (Apyangki, Agustinus Andy, Handoko Sugiharto) beton SCC dengan penambahan slag memiliki kekuatan awal yang rendah dan meningkat tajam pada umur 14-90 hari. Dengan penambahan *slag* besi lebih dari 15% dari berat semen sangat efektif dalam peningkatan mutu beton dibandingkan tanpa menggunakan *slag* besi pada umur beton 90 hari. Pada umur beton 28 hari maka slag dengan penambahan lebih dari 25% lebih efektif. Penambahan *slag* besi hingga mencapai 35% dari berat semen masih memiliki kekuatan yang tinggi dibandingkan dengan penambahan 15% - 30% dan tanpa penambahan *slag*. Pada percobaan beton segar dapat disimpulkan bahwa beton SCC dengan penambahan *slag* besi dapat menambah kemampuan beton SCC dalam hal *workability* tanpa harus menambah air dan superplasticizer.

