



## BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisis Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian analisis saringan agregat halus dan agregat kasar ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata dengan pedoman SNI 03-2834-2000. Metode untuk mencari hasil dari analisis saringan agregat halus dan agregat kasar dapat dilihat pada bab sebelumnya.

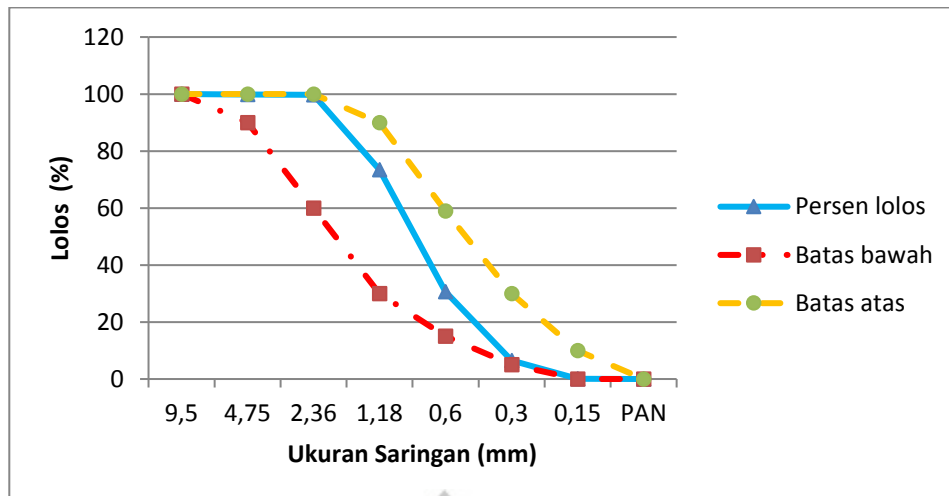
#### 4.1.1. Analisis saringan agregat halus

Pengujian analisis saringan agregat halus ini menggunakan Pasir Kaligarang. Perhitungan analisis agregat halus dapat dilihat pada Rumus 2.1 – Rumus 2.4 dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Nomor Saringan	= 3/8	
Ukuran Saringan	= 9,5 mm	
Berat Tertahan	= 0 gram	
% Tertahan	= $\frac{0}{500} \times 100 \%$	= 0 %
% Tertahan Kumulatif	= 0 % + 0 %	= 0 %
% Lolos Kumulatif	= 100 % - 0%	= 100 %

Tabel 4.1 Analisis Saringan Agregat Halus

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Presentase Agregat Tertahan (%)	Tertahan Kumulatif (%)	Lolos Kumulatif (%)	Gradasi		
					Min (%)	Maks (%)	
9,500	3/8	0,000	0,000	100,000	100	100	
4,750	4	0,700	0,140	99,860	90	100	
2,360	8	0,700	0,140	99,720	60	100	
1,180	16	131,500	26,300	73,420	30	90	
0,600	30	213,800	42,760	30,660	15	59	
0,300	50	120,600	24,120	6,540	5	30	
0,150	100	32,000	6,400	0,140	0	10	
PAN	500	0,700	0,140	100,000	0,000	0	0
Modulus Kehalusan	2,893						



Gambar 4.1 Grafik Gradasi Pasir Kaligarang

Gambar 4.1 diatas adalah grafik agregat halus pasir Kaligarang terletak diantara 2 garis gradasi pasir sedang dengan modulus kehalusan 2,89. Menurut SNI 03-2834-2000 gradasi agregat halus yang baik memiliki modulus kehalusan 1,5 – 3,8 maka agregat halus pasir Kaligarang dapat dikatakan sebagai pasir dengan gradasi ideal untuk pencampuran adukan beton.

#### 4.1.2. Analisis saringan agregat kasar

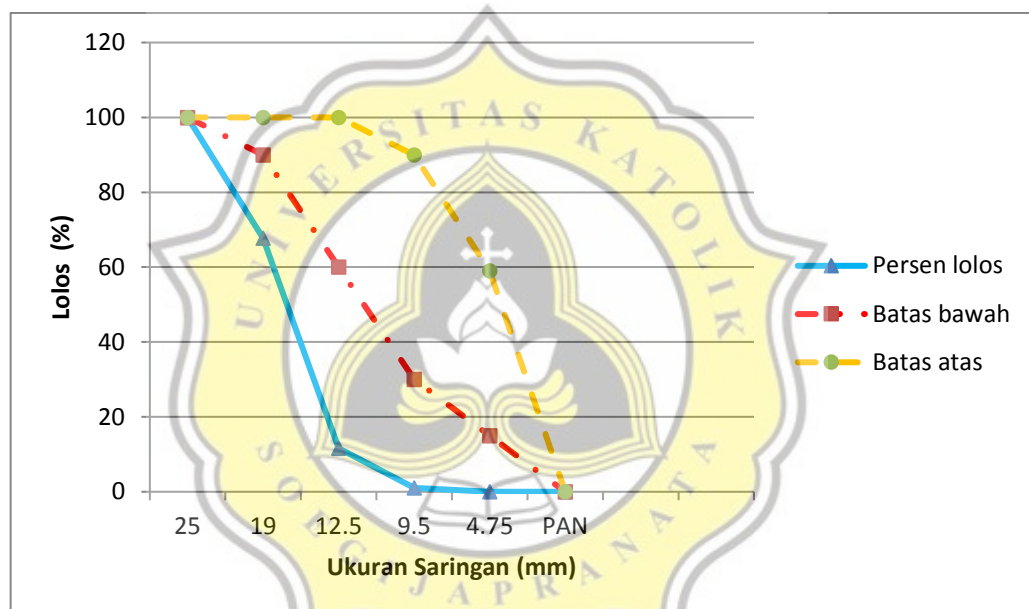
Pengujian analisis saringan agregat halus ini menggunakan batu pecah Batang. Perhitungan analisis agregat kasar dapat dilihat pada Rumus 2.14 – Rumus 2.17 maka didapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.2.

Nomor Saringan	= 1	
Ukuran Saringan	= 25 mm	
Berat Tertahan	= 0 gram	
% Tertahan	$= \frac{0}{500} \times 100\%$	= 0,00 %
% Tertahan Kumulatif	= 0 % + 0,00%	= 0,00 %
% Lolos Kumulatif	= 100% - 0,00%	= 100 %



Tabel 4.2 Analisis Saringan Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Presentase Agregat Tertahan (%)	Tertahan Kumulatif (%)	Lolos Kumulatif (%)	Gradasi	
					Min (%)	Maks (%)
25	1	0,000	0,000	100,000	100	100
19	3/4	161,500	32,300	67,700	90	100
12,500	1/2	280,300	56,640	11,640	60	100
9,500	3/8	53,200	10,640	99,000	30	90
4,750	4	5,000	1,000	100,000	15	59
Modulus Kehalusan	3,196					



Gambar 4.2 Grafik Gradasi Batu Pecah Batang Tidak Ideal

Gambar 4.2 diatas grafik agregat kasar batu pecah Batang tidak terletak pada gradasi minimal dan maksimal. Maka agregat kasar tidak ideal untuk penggunaan campuran pembuatan beton. Dengan tidak idealnya gradasi agregat kasar dapat membuat berkurangnya nilai dari porositas (*voids*) dan nilai dari kepadatan (*density*) dalam agregat kasar. Oleh karena itu perlu dilakukan pencampuran pada agregat yang dapat membuat persen lolos agregat kasar dapat terpenuhi dan dapat meningkatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik pada beton.



## **4.2. Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus dan Kasar**

Pengujian analisis kadar lumpur agregat halus dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata dengan pedoman SNI ASTM C-117:2012. Metode untuk mencari hasil dari pengujian kadar lumpur agregat halus dan agregat kasar dapat dilihat pada bab sebelumnya.

### **4.2.1. Pengujian kadar lumpur agregat halus**

Cara perhitungan untuk pengujian kadar lumpur agregat halus Pasir Kaligarang dapat dilihat pada Rumus 2.6. Kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus jenis Pasir Kaligarang ini didapatkan dari hasil pengujian yaitu sebesar 10,66 %. Dikarenakan hasil kandungan lumpur yang melebihi satuan dari SNI S-04-1989-F yaitu maksimum hanya 5 % maka perlu dilakukan proses pencucian untuk mengurangi jumlah dari kandungan lumpur tersebut. Setelah dilakukan pencucian didapatkan kandungan lumpur agregat halus Pasir Kaligarang sebesar 0 %. Kandungan lumpur yang melebihi dari kadar SNI S-04-1989-F dan tidak dicuci dapat mengurangi nilai dari kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton.

### **4.2.2. Pengujian kadar lumpur agregat kasar**

Cara perhitungan untuk pengujian kadar lumpur agregat kasar dapat dilihat pada Rumus 2.19. Kandungan lumpur yang terdapat pada agregat kasar ini didapatkan dari hasil pengujian yaitu sebesar 1,91 %. Dikarenakan hasil kandungan lumpur yang melebihi satuan dari SNI S-04-1989-F yaitu maksimum hanya 1 % maka perlu dilakukan proses pencucian untuk mengurangi jumlah dari kandungan lumpur tersebut. Setelah dilakukan pencucian didapatkan kandungan lumpur agregat halus Pasir Kaligarang sebesar 0,08 %. Kandungan lumpur yang melebihi dari kadar SNI S-04-1989-F dan tidak dicuci dapat mengurangi nilai dari kuat tekan dan kuat tarik belah pada beton.



### 4.3. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian berat jenis agregat halus Pasir Kaligarang ini perhitungannya dapat dilihat pada Rumus 2.7 – Rumus 2.10 dan didapatkan hasil pada Tabel 4.3.

- a. Berat piknometer = 188,800 gr
- b. Berat contoh (SSD) = 500 gr
- c. Berat *picnometer* + air + berat contoh (SSD) = 946,600 gr
- d. Berat *picnometer* + berat contoh = 668,600 gr
- e. Berat contoh kering = 453 gr

Perhitungan :

$$\begin{aligned} 1. \text{ Apparent Spec. Grav} &= \frac{E}{(E+D-C)} \\ &= \frac{453}{(453+668,800-946,600)} \\ &= 2,585 \text{ gr/cm}^3 \\ 2. \text{ Bulk Spec. Grav. Kondisi Kering} &= \frac{E}{(B+D-C)} \\ &= \frac{453}{(500+668,600-946,600)} \\ &= 2,038 \text{ gr/cm}^3 \\ 3. \text{ Bulk Spec. Grav. Kondisi SSD} &= \frac{B}{(B+D-C)} \\ &= \frac{500}{(500+668,600-946,600)} \\ &= 2,250 \text{ gr/cm}^3 \\ 4. \% \text{ Penyerapan Air (Absorbtion)} &= \frac{(B-E)}{E} \times 100\% \\ &= \frac{(500-453)}{453} \times 100\% \\ &= 10,375 \% \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

JENIS PERCOBAAN	HASIL PERCOBAAN
Apparent Spec. Grav	2,585 gr/cm <sup>3</sup>
Bulk Spec. Grav. Kondisi Kering (gr/cm <sup>3</sup> )	2,038 gr/cm <sup>3</sup>
Bulk Spec. Grav. Kondisi SSD (gr/cm <sup>3</sup> )	2,250 gr/cm <sup>3</sup>
Absorbtion	10,375 %

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, berat jenis yang didapatkan pada kondisi SSD yaitu sebesar 2,250 gr/cm<sup>3</sup>. Dari hasil tersebut agregat halus termasuk dalam





golongan normal karena berada diantara  $1,20 \text{ gr/cm}^3 - 2,80 \text{ gr/cm}^3$ . Tujuan dilakukannya pengujian ini yaitu untuk melihat volume agregat halus, sehingga dapat diketahui campuran dari agregat dalam pembuatan beton. Pengujian ini menganut pada SNI 1970:2008.

#### 4.4. Analisis Berat Volume Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian berat isi agregat halus dan agregat kasar ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata dengan pedoman SNI 1973:2008.

##### 4.4.1. Analisis berat volume agregat halus

Pengujian berat isi agregat halus cara perhitungannya dapat dilihat pada Rumus 2.11 – Rumus 2.12 dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.4

- a. Tinggi wadah = 17,5 cm
- b. Diameter wadah = 15 gr
- c. Volume wadah =  $\pi \times r^2 \times t$   
=  $3,14 \times (7,5^2) \times 17,5$   
=  $3090938 \text{ cm}^3$   
= 3,090 liter
- d. Berat wadah = 4,29 kg
- e. Berat wadah + agregat = 9,90 kg
- f. Berat agregat (e – d) =  $9,90 \text{ kg} - 4,29 \text{ kg}$   
= 5,610 kg
- g. Berat Volume (f / c) =  $\frac{\text{berat agregat}}{\text{volume wadah}}$   
=  $\frac{5,61}{3,090938}$   
= 1,814 kg/liter



Tabel 4.4 Analisis Berat Volume Agregat Halus

Keterangan	Hasil
Berat Wadah + Agregat	9,900 kg
Berat Wadah	4,290 kg
Berat Agregat	5,610 kg
Volume Wadah	3,090 liter
Berat Volume	1,814 kg/liter

Dari hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa berat isi dari agregat halus Pasir Kaligarang ini yaitu sebesar 1,814 kg/liter.

#### 4.4.2. Analisis berat volume agregat kasar

Pengujian berat isi agregat kasar ini sama seperti agregat halus cara perhitungannya, dapat dilihat pada Rumus 2.20 – Rumus 2.21 dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.5

- a. Tinggi wadah = 17,500 cm
- b. Diameter wadah = 15 gr
- c. Volume wadah =  $\pi \times r^2 \times t$   
=  $3,14 \times (7,5^2) \times 17,5$   
= 3090938 cm<sup>3</sup>  
= 3,090 liter
- d. Berat wadah = 4,290 kg
- e. Berat wadah + agregat = 8,450 kg
- f. Berat agregat (c-b) = 8,450 kg – 4,290 kg  
= 4,160 kg
- g. Berat Volume =  $\frac{\text{berat agregat}}{\text{volume wadah}}$   
=  $\frac{4,16}{3,090938}$   
= 1,345 kg/liter

Tabel 4.5 Analisis Berat Volume Kasar

Keterangan	Hasil
Berat Wadah + Agregat	8,450 kg
Berat Wadah	4,290 kg
Berat Agregat	4,160 kg
Volume Wadah	3,090 liter
Berat Volume	1,345 kg/liter



Dari hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa berat isi dari agregat kasar Batu Pecah Batang ini yaitu sebesar 1,345 kg/liter. Dengan metode penusukan menggunakan batang penusuk membuat agregat menjadi lebih padat dan membuat rongga yang kosong pada agregat tertutup dan terisi.

#### 4.5. Pengujian Kadar Air Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian kadar air agregat halus dan agregat kasar ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata dengan pedoman SNI 03-1971-1990.

##### 4.5.1. Pengujian kadar air agregat halus

Pengujian kadar air agregat halus cara perhitungannya dapat dilihat pada Rumus 2.5 dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.6

- a. Berat wadah = 152,400 gr
- b. Berat wadah + agregat = 652,400 gr
- c. Berat agregat = 652,400 gr – 152,400 gr  
= 500 gr
- d. Berat wadah + agregat kering = 585,700 gr
- e. Berat agregat kering (d-a) = 585,700 gr – 152,400 gr  
= 433,300 gr
- f. Kadar air =  $\frac{c-e}{e} \times 100\%$   
=  $\frac{500 - 433,300}{433,300} \times 100\%$   
= 15,300 %

Tabel 4.6 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Keterangan	Hasil
Berat Wadah + Agregat	652,400 gr
Berat Wadah	152,400 gr
Berat Agregat	500 gr
Berat Wadah + Agregat Kering	585,700 gr
Berat Agregat Kering	433,300 gr
Kadar Air	15,300 %





Diketahui dari hasil pengujian kadar air agregat halus Pasir Kaligarang tersebut didapatkan 15,3 % kadar air.

#### 4.5.2. Pengujian kadar air agregat kasar

Pengujian kadar air agregat kasar cara perhitungannya dapat dilihat pada Rumus 2.18 dan didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.7

- a. Berat wadah = 152,400 gr
- b. Berat wadah + agregat = 652,400 gr
- c. Berat agregat = 652,400 gr – 152,400 gr  
= 500 gr
- d. Berat wadah + agregat kering = 638,300 gr
- e. Berat agregat kering (d-a) = 638,300 gr – 152,400 gr  
= 485,900 gr
- f. Kadar air =  $\frac{c-e}{e} \times 100\%$   
=  $\frac{500-485,900}{485,900} \times 100\%$   
= 2,900 %

Tabel 4.7 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Keterangan	Hasil
Berat Wadah + Agregat	652,400 gr
Berat Wadah	152,400 gr
Berat Agregat	500 gr
Berat Wadah + Agregat Kering	638,300 gr
Berat Agregat Kering	485,900 gr
Kadar Air	2,900 %

Diketahui dari hasil pengujian kadar air agregat kasar Batu Pecah Batang tersebut didapatkan 2,9 % kadar air.

#### 4.6. Pengujian Daya Ikat Semen

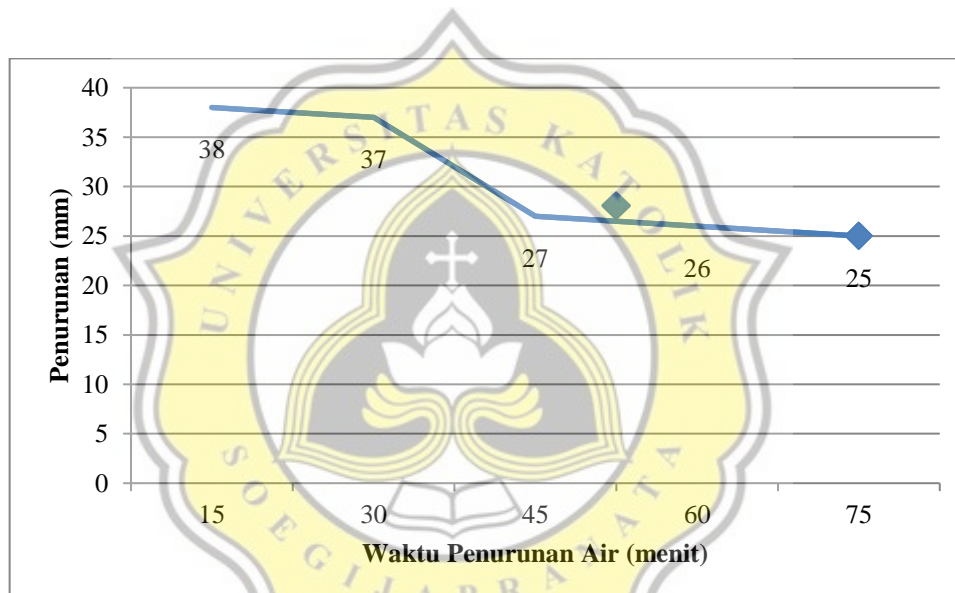
Proses pengujian benda uji ini dilakukan di di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu semen untuk bereaksi terhadap air hingga



membentuk pasta semen. Proses pengujian benda uji ini menggunakan pedoman SNI-15-2049-2004. Pembahasan pada proses langkah pengujian benda uji dapat dilihat di bab sebelumnya, maka didapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Pengujian Daya Ikat Semen

Waktu (enit)	Penurunan (mm)
15	38
30	37
45	27
60	26
75	25



Gambar 4.3 Grafik Daya Ikat Semen

Dari Gambar 4.3 diatas dapat disimpulkan untuk waktu pengikatan awal terjadi pada menit ke 15, dan mulai mengalami pengikatan akhir pada menit 30 – 45 dimana jarum vicat telah tertahan oleh adonan pasta semen.

#### 4.7. Pengujian Konsistensi Normal Semen

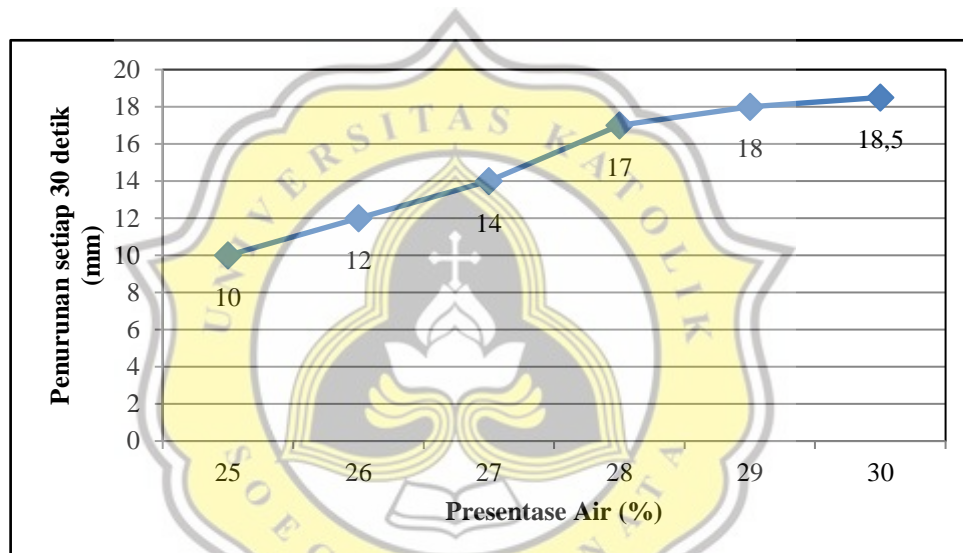
Proses pengujian benda uji ini dilakukan di di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jumlah air yang dibutuhkan untuk penyiapan pasta semen. Proses pengujian benda uji ini menggunakan pedoman SNI-15-2049-2004. Pembahasan



pada proses langkah pengujian benda uji dapat dilihat di bab sebelumnya, maka didapatkan hasil yang telah dirangkum pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Pengujian Konsistensi Normal Semen

Semen (gr)	Presentase Air (%)	Penurunan Setiap 30 Detik (mm)
650	25	10,000
650	26	12,000
650	27	14,000
650	28	17,000
650	29	18,000
650	30	18,500



Gambar 4.4 Grafik Konsistensi Normal Semen

Dari Gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin banyak presentase air mengurangi kekentalan pada semen. Semakin menguranginya kekentalan pada semen akan membuat daya lengket semen akan berkurang dan dapat membuat adonan beton menjadi *bleeding*.

#### 4.8. Pengujian Keausan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pengujian kadar air agregat halus dan agregat kasar ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata untuk mencari nilai keausan agregat halus dan agregat kasar.



#### 4.8.1 Pengujian keausan agregat halus

Proses pengujian benda uji ini dilakukan di di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian ini bertujuan melihat nilai kekerasan atau keausan dari agregat kasar. Proses perhitungan pengujian keausan agregat halus dapat dilihat pada Rumus 2.13.

$$\begin{aligned}\text{Keausan Pasir Muntilan} &= \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \\ &= \frac{179,200 - 162,400}{179,200} \times 100 \\ &= 9 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keausan Pasir Kaligarang} &= \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \\ &= \frac{199 - 170,600}{199} \times 100 \\ &= 14,270 \%\end{aligned}$$

Keterangan :

$W_1$  = agregat halus tertahan di saringan no 4, 8, 16, 30, 50, 100, pan

$W_2$  = agregat halus tertahan di saringan no 4, 8, 16, 30, 50, 100, pan setelah di uji *impact*.

#### 4.8.2 Pengujian keausan agregat kasar

Proses pengujian benda uji ini dilakukan di di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian ini bertujuan melihat nilai kekerasan atau keausan dari agregat kasar. Pengujian ini mengacu pada SNI 03-2417-2008 dengan menggunakan mesin *Los Angeles* dan bola besi. Proses perhitungan pengujian keausan agregat kasar dapat dilihat pada Rumus 2.22

- Berat agregat kasar + wadah = 5240 gr
- Berat wadah = 240 gr
- Berat agregat kasar ( $W_1$ ) = 5000 gr
- Berat saringan no 12 = 352,600 gr
- Berat tertahan + saringan no 12 = 3856,600 gr

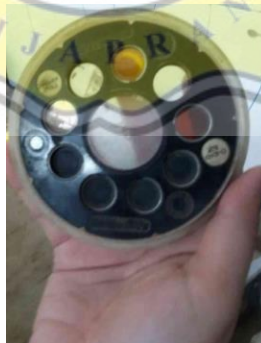


$$\begin{aligned} \text{f. Berat tertahan (W}_2\text{)} &= 3504 \text{ gr} \\ \text{g. Keausan} &= \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \\ &= \frac{5000 - 3504}{5000} \times 100 \\ &= 29 \% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, nilai dari keausan agregat kasar batu pecah Batang ini masuk dalam persyaratan untuk digunakan. Presentase keausan tidak boleh lebih dari 40 % untuk konstruksi jalan raya, dan 50 % untuk bangunan. Dari hasil yang didapatkan batu pecah Batang dapat digunakan untuk konstruksi jalan raya maupun konstruksi bangunan.

#### 4.9. Pengujian Kotoran Organik Agregat Halus

Proses pengujian benda uji ini dilakukan di di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian ini bertujuan melihat kandungan kotoran organik agregat halus. Pengujian ini mengacu pada SNI 2816:2014. Didapatkan warna air no 3 yang berarti agregat halus harus dicuci terlebih dahulu. Berikut ini adalah *organic plate* yang ditunjukkan pada Gambar 4.5, dan hasil pengujian kotoran organik ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5 *Organic Plate* (Sumber: diunduh dari <https://www.ilmubeton.com/2017/12/pemeriksaan-zat-organik-pada-agregat.html>, pada tanggal 7 Oktber 2020 pukul 04.20 WIB)





Gambar 4.6 Hasil Pengujian Kotoran Organik

#### 4.10. Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda uji ini dilakukan di di Laboratorium Konstruksi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Proses pembuatan benda uji ini menggunakan pedoman SNI 2493:2011. Pembahasan pada proses langkah pembuatan benda uji dapat dilihat di bab sebelumnya.

#### 4.11. Pengujian Kuat Tarik Belah

Proses pengujian benda uji ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian kuat tarik belah ini dilakukan pada saat umur beton 28 hari. Pembahasan pada proses langkah pengujian benda uji dapat dilihat di bab sebelumnya.

##### 4.11.1. Berat massa volume beton

Proses penghitungan berat massa volume beton adalah dengan perbandingan berat benda uji terhadap volume benda uji. Beton yang akan ditimbang untuk berat massa volume beton adalah beton yang sudah berumur 28 hari. Perhitungan berat massa volume beton ini dapat dilihat pada Rumus 2.23 – Rumus 2.24 dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.10.

1. Berat pada benda uji silinder normal = 12,340 kg



$$\begin{aligned}
 2. \text{ Perhitungan volume pada benda uji silinder} &= \pi \times r^2 \times t \\
 &= 3,14 \times 0,075^2 \times 0,3 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3 \\
 3. \text{ Berat massa volume beton} &= \frac{\text{Berat Benda Uji Silinder}}{\text{Volume Benda Uji Silinder}} \\
 &= \frac{12,620}{0,0053} \\
 &= 2381,130 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10 Berat Massa Volume Beton

No	Umur Beton (hari)	Kode Beton	Berat Benda Uji (kg)	Volume Benda Uji (m <sup>3</sup> )	Berat Massa Volume Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Rata - Rata (kg/m <sup>3</sup> )
1		1CTA 1	12,62	0,0053	2381,132	
2		1CTA 2	12,30	0,0053	2320,755	2336,478
3		1CTA 3	12,23	0,0053	2307,547	
4		2CTA 1	12,17	0,0053	2296,226	
5		2CTA 2	11,77	0,0053	2220,755	2259,748
6		2CTA 3	11,99	0,0053	2262,264	
7		3CTA 1	12,34	0,0053	2328,302	
8	28	3CTA 2	11,78	0,0053	2222,642	2255,346
9		3CTA 3	11,74	0,0053	2215,094	
10		5FTA 1	12,70	0,0053	2396,226	
11		5FTA 2	12,48	0,0053	2354,717	2361,006
12		5FTA 3	12,36	0,0053	2332,075	
13		6FTA 1	12,59	0,0053	2375,472	
14		6FTA 2	12,15	0,0053	2292,453	2327,673
15		6FTA 3	12,27	0,0053	2315,091	

#### 4.11.2. Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton

Dari pengujian kuat tarik belah beton yang dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata dengan menggunakan alat *compression machine*. Berikut ini daftar beton yang diujikan

1C TA = Beton normal, umur 28 hari

2C TA = Beton ditambah POLCON® 5 cc, umur 28 hari

3C TA = Beton ditambah POLCON® 10 cc, umur 28 hari

5F TA = Beton ditambah *Fly Ash* 15%, umur 28 hari

6F TA = Beton ditambah *Fly Ash* 30%, umur 28 hari

Cara perhitungan pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Rumus 2.26.



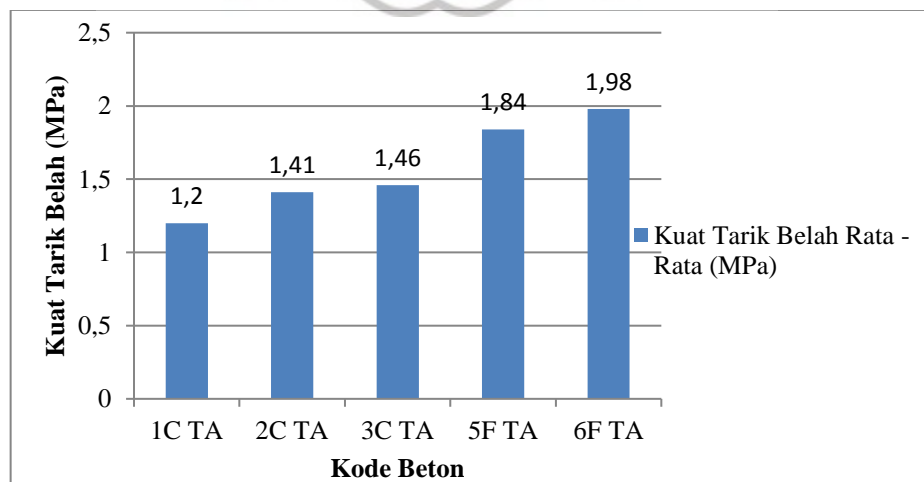
a. Perhitungan Kuat Tarik Benda Uji Silinder (Normal)

$$\begin{aligned}
 1. \quad 1CTa \ 1 &= \frac{2P}{\pi d} \\
 &= \frac{2 \times 90000}{3,14 \times 300 \times 150} \\
 &= 1,270 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai rata – rata kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Kode Beton	Ukuran Silinder (mm)	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (kn)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata - Rata (MPa)
1CTA 1	Ø 150 t = 300	28	12,620	90	1,270	1,20
1CTA 2			12,300	80	1,130	
1CTA 3			12,230	70	1,200	
2CTA 1	Ø 150 t = 300	28	12,170	110	1,550	1,41
2CTA 2			11,770	100	1,420	
2CTA 3			11,990	90	1,270	
3CTA 1	Ø 150 t = 300	28	12,340	120	1,690	1,46
3CTA 2			11,780	100	1,420	
3CTA 3			11,740	90	1,270	
5FTA 1	Ø 150 t = 300	28	12,700	140	1,840	1,84
5FTA 2			12,480	120	1,700	
5FTA 3			12,360	130	1,700	
6FTA 1	Ø 150 t = 300	28	12,590	140	1,980	1,98
6FTA 2			12,150	150	2,120	
6FTA 3			12,270	130	1,840	



Gambar 4.7 Grafik Kuat Tarik Belah Rata – Rata 28 Hari



Dari Gambar 4.5 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah dari beton normal ke beton dengan tambahan POLCON® 5 cc, POLCON® 10 cc, beton dengan tambahan *fly ash* 15 % dari berat semen dan beton dengan tambahan *fly ash* 30 %.

#### 4.12. Pengujian Kuat Tekan Beton

Proses pengujian benda uji ini dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian kuat tekan beton ini dilakukan pada saat umur beton 7, 14, dan 28 hari. Pembahasan pada proses langkah pengujian benda uji dapat dilihat di bab sebelumnya.

##### 4.12.1. Berat massa volume beton

Proses penghitungan berat massa volume beton adalah dengan perbandingan berat benda uji terhadap volume benda uji. Beton yang akan ditimbang untuk berat massa volume beton adalah beton yang sudah berumur 7, 14, dan 28 hari. Perhitungan berat massa volume beton ini dapat dilihat pada Rumus 2.23 – Rumus 2.24 dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.12.

1. Berat pada benda uji silinder normal = 12,340 kg
2. Perhitungan volume pada benda uji silinder
$$= \pi \times r^2 \times t$$
$$= 3,14 \times 0,075^2 \times 3$$
$$= 0,0053 \text{ m}^3$$
3. Berat massa volume beton
$$= \frac{\text{Berat Benda Uji Silinder}}{\text{Volume Benda Uji Silinder}}$$
$$= \frac{12,24}{0,0053}$$
$$= 2309,434 \text{ kg/m}^2$$



Tugas Akhir  
Pengaruh Penambahan *Fly Ash* dan POLCON® Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 4.12 Berat Massa Volume Beton

No	Umur Beton (Hari)	Kode Beton	Berat Benda Uji (kg/m <sup>2</sup> )	Volume Benda Uji (m <sup>3</sup> )	Berat Massa Volume Beton (kg/m <sup>2</sup> )	Berat Massa Volume Beton Rata - Rata (kg/m <sup>2</sup> )
1		1ATE 1	12,240	0,0053	2309,434	
2		1ATE 2	12,370	0,0053	2333,962	2328,302
3		1ATE 3	12,410	0,0053	2341,509	
4		2ATE 1	12,050	0,0053	2273,585	
5		2ATE 2	11,800	0,0053	2226,415	2276,101
6		2ATE 3	12,340	0,0053	2328,302	
7		3ATE 1	12,130	0,0053	2288,679	
8	7	3ATE 2	12,020	0,0053	2267,925	2279,245
9		3ATE 3	12,090	0,0053	2281,132	
10		5DTE 1	12,030	0,0053	2269,811	
11		5DTE 2	12,210	0,0053	2303,774	2289,308
12		5DTE 3	12,160	0,0053	2294,34	
13		6DTE 1	12,340	0,0053	2328,302	
14		6DTE 2	12,370	0,0053	2333,962	2326,415
15		6DTE 3	12,280	0,0053	2316,981	
1		1BTE 1	11,950	0,0053	2254,717	
2		1BTE 2	11,890	0,0053	2243,396	2247,799
3		1BTE 3	11,900	0,0053	2245,283	
4		2BTE 1	11,780	0,0053	2222,642	
5		2BTE 2	11,970	0,0053	2258,491	2238,365
6		2BTE 3	11,840	0,0053	2233,962	
7		3BTE 1	12,220	0,0053	2305,66	
8	14	3BTE 2	12,260	0,0053	2313,208	2313,208
9		3BTE 3	12,300	0,0053	2320,755	
10		5ETE 1	12,220	0,0053	2305,66	
11		5ETE 2	12,240	0,0053	2309,434	2311,950
12		5ETE 3	12,300	0,0053	2320,755	
13		6ETE 1	12,250	0,0053	2311,321	
14		6ETE 2	12,270	0,0053	2315,094	2317,610
15		6ETE 3	12,330	0,0053	2326,415	
1		1CTE 1	12,490	0,0053	2356,604	
2		1CTE 2	12,480	0,0053	2354,717	2349,686
3		1CTE 3	12,390	0,0053	2337,736	
4		2CTE 1	12,410	0,0053	2341,509	
5		2CTE 2	12,020	0,0053	2267,925	2298,742
6		2CTE 3	12,120	0,0053	2286,792	
7		3CTE 1	12,240	0,0053	2309,434	
8	28	3CTE 2	12,130	0,0053	2288,679	2303,774
9		3CTE 3	12,260	0,0053	2313,208	
10		5FTE 1	12,240	0,0053	2309,434	
11		5FTE 2	12,480	0,0053	2354,717	2340,881
12		5FTE 3	12,500	0,0053	2358,491	
13		6FTE 1	12,240	0,0053	2309,434	
14		6FTE 2	12,300	0,0053	2320,755	2342,767
15		6FTE 3	12,710	0,0053	2398,113	





Dilihat dari hasil rata – rata massa volume beton, beton dengan umur 7, 14, dan 28 hari ini termasuk dalam golongan beton normal karena massa volume beton berada diantara  $2200 \text{ kg/m}^2 - 2500 \text{ kg/m}^2$ .

#### 4.12.2 Hasil dari pengujian kuat tekan beton

Dari pengujian kuat tekan beton yang dilakukan di Laboratorium Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata dengan menggunakan alat *Compression Machine* sama seperti pengujian pada kuat tarik belah beton. Berikut ini daftar beton yang diujikan

- 1A TE = Beton normal, umur 7 hari
- 2A TE = Beton ditambah POLCON® 5 cc, umur 7 hari
- 3A TE = Beton ditambah POLCON® 10 cc, umur 7 hari
- 5D TE = Beton ditambah *Fly Ash* 15%, umur 7 hari
- 6D TE = Beton ditambah *Fly Ash* 30%, umur 7 hari
- 1B TE = Beton normal, umur 14 hari
- 2B TE = Beton ditambah POLCON® 5 cc, umur 14 hari
- 3B TE = Beton ditambah POLCON® 10 cc, umur 14 hari
- 5E TE = Beton ditambah *Fly Ash* 15%, umur 14 hari
- 6E TE = Beton ditambah *Fly Ash* 30%, umur 14 hari
- 1C TE = Beton normal, umur 28 hari
- 2C TE = Beton ditambah POLCON® 5 cc, umur 28 hari
- 3C TE = Beton ditambah POLCON® 10 cc, umur 28 hari
- 5F TE = Beton ditambah *Fly Ash* 15%, umur 28 hari
- 6F TE = Beton ditambah *Fly Ash* 30%, umur 28 hari

Perhitungan pengujian kuat tekan beton dapat dilihat ada Rumus 2.25.

- a. Perhitungan Luas Penampang dari Silinder (A)

$$\begin{aligned} A &= 0,25 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 150^2 \\ &= 17662,500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Keterangan :



$\pi$  = Konstanta (3,14)

D = Diameter Benda Uji Silinder (mm)

A = Luas Penampang Benda Uji (cm<sup>2</sup>)

b. Perhitungan Kuat Tekan Benda Uji Silinder (Normal)

$$\begin{aligned}
 1. \quad 1ATE \ 1 &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 1000}{A} \\
 &= \frac{100 \times 1000}{17662,500} \\
 &= 5,661 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

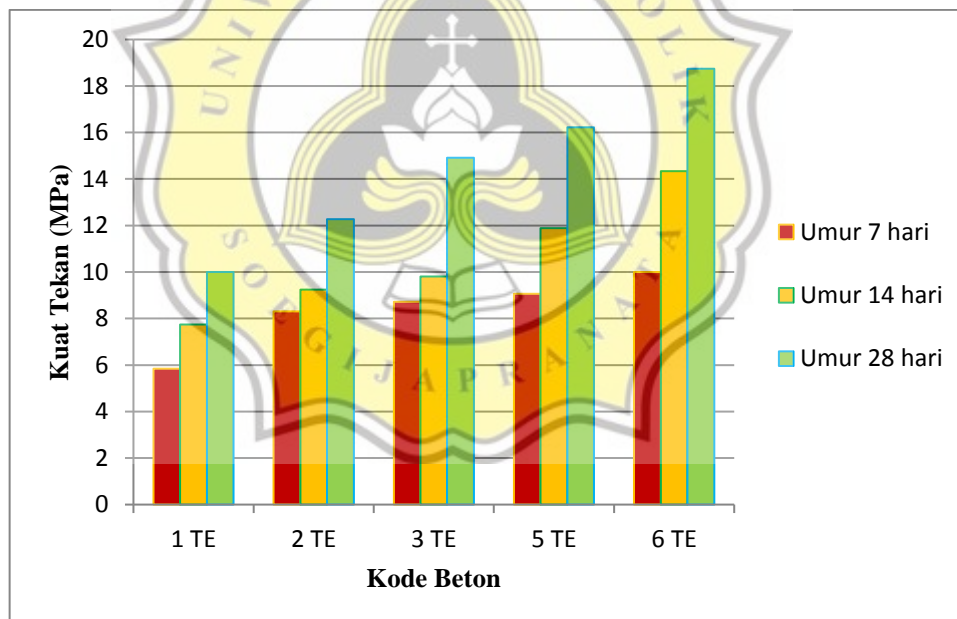
Dari perhitungan tersebut didapatkan nilai rata – rata kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Kode Beton	Luas (cm <sup>2</sup> )	Ukuran Silinder (cm)	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata – Rata (MPa)
1ATE 1	176,620	Ø 15 t = 30	7	12,240	100	5,661	5,850
1ATE 2				12,370	110	6,228	
1ATE 3				12,410	100	5,662	
2ATE 1	176,620	Ø 15 t = 30	7	12,050	130	7,360	8,304
2ATE 2				11,800	150	8,493	
2ATE 3				12,340	160	9,059	
3ATE 1	176,620	Ø 15 t = 30	7	12,130	160	9,059	8,715
3ATE 2				12,020	150	8,493	
3ATE 3				12,090	150	8,593	
5DTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	7	12,030	160	9,059	9,059
5DTE 2				12,210	160	9,059	
5DTE 3				12,160	160	9,059	
6DTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	7	12,340	160	9,059	10,002
6DTE 2				12,370	170	9,625	
6DTE 3				12,280	200	11,324	
1BTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	14	11,950	130	7,360	7,737
1BTE 2				11,890	130	7,360	
1BTE 3				11,900	150	8,492	
2BTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	14	11,780	170	9,625	9,247
2BTE 2				11,970	160	9,059	
2BTE 3				11,840	160	9,059	
3BTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	14	12,220	180	10,192	9,814
3BTE 2				12,260	170	9,625	
3BTE 3				12,300	170	9,625	
5ETE 1	176,620	Ø 15 t = 30	14	12,220	220	12,456	11,889
5ETE 2				12,240	200	11,323	
5ETE 3				12,300	210	11,889	
6ETE 1	176,620	Ø 15 t = 30	14	12,250	270	15,287	14,343
6ETE 2				12,270	240	13,588	
6ETE 3				12,330	250	14,154	



Kode Beton	Luas (cm <sup>2</sup> )	Ukuran Silinder (cm)	Umur (hari)	Berat (kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata – Rata (MPa)
1CTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	28	12,490	200	11,324	10,003
1CTE 2				12,480	190	10,758	
1CTE 3				12,390	140	7,927	
2CTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	28	12,410	200	11,324	12,267
2CTE 2				12,020	250	14,155	
2CTE 3				12,120	200	11,324	
3CTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	28	12,240	270	15,287	14,909
3CTE 2				12,130	270	15,287	
3CTE 3				12,260	250	14,155	
5FTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	28	12,240	270	15,287	16,220
5FTE 2				12,480	310	17,552	
5FTE 3				12,500	280	15,853	
6FTE 1	176,620	Ø 15 t = 30	28	12,240	340	19,250	18,744
6FTE 2				12,300	320	18,118	
6FTE 3				12,710	330	18,684	



Gambar 4.8 Grafik Perkembangan Rata – Rata Kuat Tekan Beton

#### 4.13. Hubungan Kuat Tarik Belah dan Kuat Tekan Beton

Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tarik belah dan kuat tekan beton. Nilai hubungan kuat tarik belah dan kuat tekan beton diambil untuk beton yang sudah

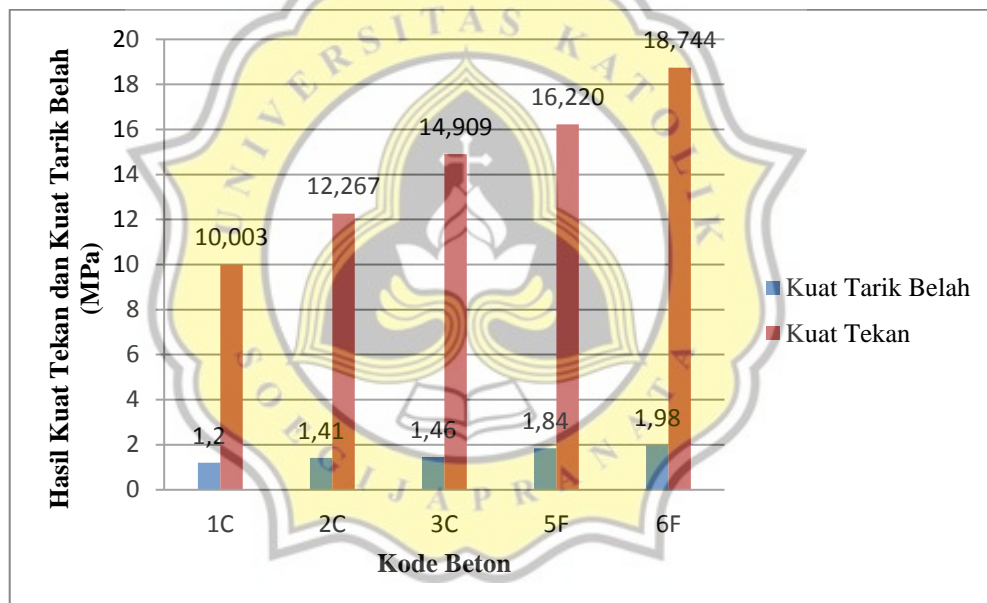


berumur 28 hari. Rangkuman hasil rata – rata nilai kuat tarik belah dan kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

No	Kode Beton	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tekan (MPa)	% Kuat Tarik Dari Kuat Tekan
1	1C	1,200	10,003	11,900 %
2	2C	1,410	12,267	11,500 %
3	3C	1,460	14,909	9,700 %
4	5F	1,840	16,220	11,300 %
5	6F	1,980	18,744	10,500 %

Dari Tabel 4.14 didapatkan grafik hubungan nilai kuat tarik belah dan kuat tekan beton



Gambar 4.9 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

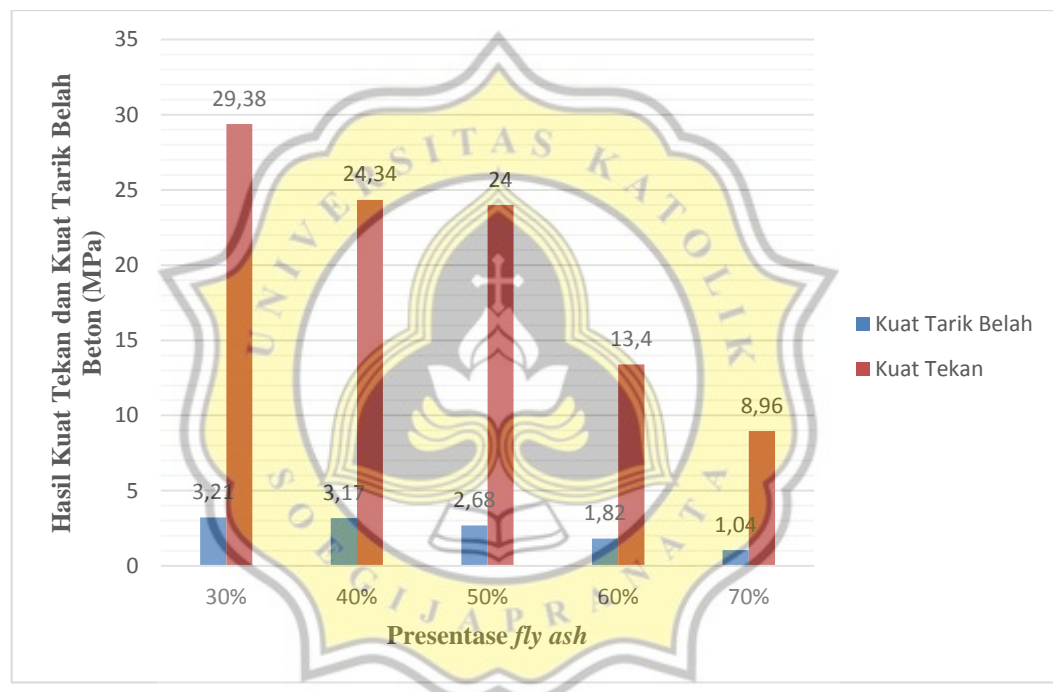
Berdasarkan Tabel 4.14 dan Gambar 4.7 dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai kuat tarik belah berada pada 9 % - 15 % dari nilai kuat tekan. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Marthinus, dkk., (2015) juga menyatakan hasil yang sama bahwa nilai kuat tarik belah berada pada 9% - 15% dari nilai kuat tekan. Hasil penelitian dari Marthinus, dkk., (2015) didapatkan hasil maksimal pada presentase *fly ash* 30% sama seperti penelitian yang kami lakukan. Berikut hasil penelitian yang telah dilakukan, dilihat pada Tabel 4.15 dan Gambar 4.10.



Tabel 4.15 Nilai kuat tarik dan kuat tekan beton dengan presentase *fly ash* terhadap umur perawatan beton 28 hari

Presentase <i>fly ash</i>	Kuat Tarik Belah 28 hari	Kuat Tekan 28 hari
30 %	3,21	29,38
40 %	3,17	24,34
50 %	2,68	24,00
60 %	1,82	13,4
70 %	1,04	8,96

(Sumber: Marthinus, dkk., 2015)



Gambar 4.10 Nilai kuat tarik dan kuat tekan beton dengan presentase *fly ash* terhadap umur perawatan beton 28 hari (Sumber: Marthinus, dkk., 2015)

Tabel 4.15 dan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya presentase *fly ash*, nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton semakin berkurang. Hal ini bisa disebabkan oleh berkurangnya faktor air semen karena penambahan *fly ash* yang menjadikan adonan tidak plastis. Selain itu penambahan *fly ash* yang berlebih juga menyebabkan material tidak saling mengikat. Sehingga faktor kuat tekan dan kuat tarik belah dapat dipengaruhi oleh material penyusunnya.