



BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material Bahan Penyusun

Dalam pembuatan beton yang perlu diperhatikan yaitu kualitas dari bahan penyusun beton. Pengujian dari bahan yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik suatu bahan. Bahan yang digunakan untuk pengujian beton antara lain agregat kasar, agregat halus dan semen portland. Pada pengujian ini memiliki standar ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia) yang berlaku.

Agregat Kasar yang digunakan dalam penelitian ini yaitu batu pecah yang Seloarto yang mempunyai dimensi ukuran $1 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ (Gambar 4.1). Batu pecah Seloarto pada penelitian ini diproduksi oleh Jati Kencana Beton (JKB) melalui mesin *stone crusher* yang ada di area *Batching Plant* Jati Kencana Beton (JKB). Agregat kasar yang dipakai dalam penelitian ini memiliki bentuk yang tajam tajam yang berasal dari batu gunung.



Gambar 4.1 Agregat Kasar Seloarto ukuran $1 \times 2 \text{ cm}$

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Agregat Halus yang ini gunakan pada penelitian ini antara lain *M-sand* (*Manufacturer sand*) dan Pasir Muntilan. Untuk *M-sand* didapatkan dari abu batu

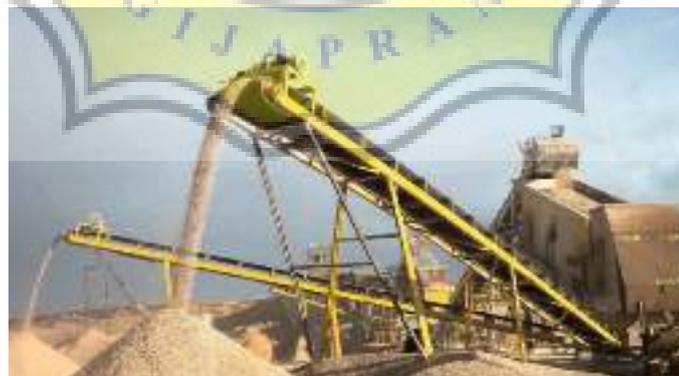


yang berasal dari mesin *stone crusher* yang ada di area *Batching Plant* Jati Kencana Beton (JKB) (Gambar 4.2). *M-sand* memiliki bentuk yang lebih besar daripada pasir muntilan karena *M-sand* ini didapatkan dari suatu proses yang paling terakhir dari mesin *stone crusher* (Gambar 4.3). Untuk *M-sand* memiliki kadar lumpur yang sedikit daripada pasir lainnya. Agregat halus yang kedua yaitu pasir muntilan. Pasir tersebut berasal dari Daerah Muntilan, Magelang, Jawa Tengah (Gambar 4.4). Pasir ini tergolong pasir yang memiliki kadar lumpur yang lebih tinggi daripada *M-sand*.



Gambar 4.2 Agregat Halus *M-sand*

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.3 Mesin *Stone Crusher*

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.4 Agregat Halus Pasir Muntilan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Selanjutnya Semen yang digunakan yaitu Semen Tiga Roda. Jenis semen ini yaitu OPC (*Ordinary Portland Cement*). Untuk semen portland yang digunakan diambil dari dalam tangki truk penyimpanan lalu dipindahkan di ember plastik secukupnya untuk keperluan *mix design*. Pada Gambar 4.5 tempat penyimpanan lalu dipindah di ember plastik.



Gambar 4.5 Truk Tanki Penyimpanan Semen *Portland*

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.6 Jenis Semen OPC (*Ordinary Portland Cement*)

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.1.1 Analisis Uji Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar

Mengacu pada peraturan SNI 03-1968-1990, Berikut langkah langkah kerja pada pengujian analisa saringan untuk Agregat halus sebagai berikut:

1. Agregat Halus *M-sand*
 - a. Agregat halus dikeringkan agar menjadi kering dengan pemanas suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai dengan diperoleh berat yang tetap. Gambar 4.7 menunjukan pasir yang dikeringkan dan ditimbang.



Gambar 4.7 Agregat Halus *M-sand*

Sumber : Dokumentasi Pribadi



- b. Menyaring agregat halus *M-sand* melakukan uji lewat susunan saringan, dengan ukuran yang paling terbesar ditempatkan yang paling atas pada saringan. Dari Gambar 4.8 menunjukkan pengujian Agregat halus pada saat uji saringan.



Gambar 4.8 Saringan Agregat Halus

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- c. Mengguncangkan saringan dengan mesin pengguncang selama 15 menit agar Agregat Halus berhasil melakukan pengujian saringan dengan tepat. Gambar 4.9 menunjukkan mesin pengguncang Agregat halus.



Gambar 4.9 Mesin Pengguncang Saringan Agregat Halus

Sumber : Dokumentasi Pribadi



- d. Selanjutnya setelah alat pengguncang bekerja selama 15 menit lalu menimbang dan menghitung berat agregat halus yang tertahan di atas masing masing saringan sesuai dengan nomer saringan terhadap berat total benda uji.

4.1.1.1 Percobaan 1 (Agregat Halus *M-sand*)

Dari langkah pengujian yang sesuai dengan langkah tersebut, agregat halus yang digunakan pertama yaitu Agregat Halus *M-sand* sebanyak 2000 gram didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

- | | |
|----------------------|---|
| 1. Nomor Saringan | = 3/8 |
| Ukuran Saringan | = 9,5 mm |
| Berat Tertahan | = 0 gr |
| % Tertahan | $= \frac{0}{2000} \times 100\% = 0\%$ |
| % Tertahan Kumulatif | = 0% + 0 = 0% |
| % Lolos Kumulatif | = 100% - 0% = 0% |
| 2. Nomor Saringan | = 4 |
| Ukuran Saringan | = 4,75 mm |
| Berat Tertahan | = 4 gr |
| % Tertahan | $= \frac{4}{2000} \times 100\% = 0,20\%$ |
| % Tertahan Kumulatif | = 0% + 0,20 = 0,20% |
| % Lolos Kumulatif | = 100% - 0,20% = 99,80% |
| 3. Nomor Saringan | = 8 |
| Ukuran Saringan | = 2,36 mm |
| Berat Tertahan | = 293 gr |
| % Tertahan | $= \frac{293}{2000} \times 100\% = 14,65\%$ |



$$\begin{aligned}\% \text{ Tertahan Kumulatif} &= 0,20\% + 14,65 = 14,85\% \\ \% \text{ Lolos Kumulatif} &= 100\% - 14,85\% = 85,15\%\end{aligned}$$

4. Nomor Saringan = 16
Ukuran Saringan = 1,18 mm
Berat Tertahan = 293 gr
 $\% \text{ Tertahan} = \frac{772}{2000} \times 100\% = 38,60\%$
 $\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 14,85\% + 38,60\% = 53,45\%$
 $\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 53,45\% = 46,55\%$

5. Nomor Saringan = 30
Ukuran Saringan = 0,6 mm
Berat Tertahan = 293 gr
 $\% \text{ Tertahan} = \frac{447}{2000} \times 100\% = 22,35\%$
 $\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 53,45\% + 22,35\% = 75,80\%$
 $\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 75,80\% = 24,20\%$

6. Nomor Saringan = 50
Ukuran Saringan = 0,3 mm
Berat Tertahan = 191 gr
 $\% \text{ Tertahan} = \frac{191}{2000} \times 100\% = 9,55\%$
 $\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 75,80\% + 9,55\% = 85,35\%$
 $\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 85,35\% = 14,65\%$

7. Nomor Saringan = 100
Ukuran Saringan = 0,15 mm



$$\begin{aligned}\text{Berat Tertahan} &= 196 \text{ gr} \\ \text{\% Tertahan} &= \frac{196}{2000} \times 100\% = 9,8\% \\ \text{\% Tertahan Kumulatif} &= 85,35\% + 9,8\% = 95,15\% \\ \text{\% Lolos Kumulatif} &= 100\% - 95,15\% = 4,85\%\end{aligned}$$

8. Nomor Saringan = 200

Ukuran Saringan = 0,075 mm

$$\begin{aligned}\text{Berat Tertahan} &= 62 \text{ gr} \\ \text{\% Tertahan} &= \frac{62}{2000} \times 100\% = 3,10\% \\ \text{\% Tertahan Kumulatif} &= 95,15\% + 3,10\% = 98,25\% \\ \text{\% Lolos Kumulatif} &= 100\% - 98,25\% = 1,75\%\end{aligned}$$

9. PAN

$$\begin{aligned}\text{Berat Tertahan} &= 35 \text{ gr} \\ \text{\% Tertahan} &= \frac{35}{2000} \times 100\% = 1,75\% \\ \text{\% Tertahan Kumulatif} &= 98,25\% + 1,75\% = 100\% \\ \text{\% Lolos Kumulatif} &= 100\% - 100\% = 0\%\end{aligned}$$

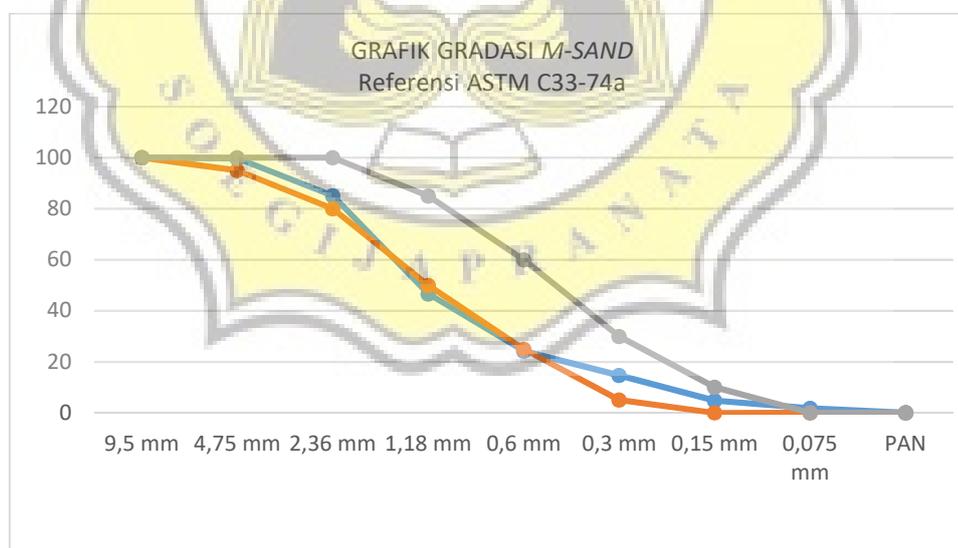
$$\begin{aligned}\text{Modulus kehalusan} &= \frac{\sum \% \text{Tertahan Kumulatif (no 4-100)}}{100} \\ &= \frac{0,20 + 14,85 + 53,45 + 75,80 + 85,35 + 95,15}{100} \\ &= 3,25\end{aligned}$$



Tabel 4.1 Analisa Saringan (Agregat Halus *M-Sand*)
(Reference : ASTM C33-39, ASTM C136, AS 1141-11)

UKURAN AYAKAN		BERAT TERTAHAN (GRAM)	KOMULATIF RATA RATA			GRADASI	
			TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN (%)	% LOLOS (%)	MINIMUM (%)	MAKSIMUM (%)
9,5 mm	3/8"	4	0	0	100	100	
4,75 mm	No. 4	4	4	0,2	99,8	100	
2,36 mm	No. 8	293	297	14,85	85,15	80	
1,18 mm	No. 16	772	1069	53,45	46,55	50	
0,6 mm	No. 30	447	1516	75,8	24,2	25	
0,3 mm	No. 50	191	1707	85,35	14,65	5	
0,15 mm	No. 100	196	1903	95,15	4,85	0	
0,075 mm	No. 200	62	1965	98,25	1,75	0	
PAN	No. 500	35	2000	100	0	0	
Modulus kehalusan		3,25					

Grafik 4.1 Gradasi *M-sand*



Kesimpulan yang diperoleh dari pengujian analisa saringan agregat halus (*M-sand*) yang didapatkan yaitu mempunyai modulus kehalusan sebesar 3,25 yang dapat dikategorikan sebagai pasir kasar.



4.1.1.2 Percobaan 2 (Agregat Halus Pasir Muntilan)

Dari langkah pengujian sesuai dengan langkah tersebut, agregat halus (Pasir Muntilan) sebanyak 2000 gram didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

1. Nomor Saringan = 3/8
Ukuran Saringan = 9,5 mm
Berat Tertahan = 17 gr
% Tertahan = $\frac{17}{2000} \times 100\% = 0,85\%$
%Tertahan Kumulatif = $0\% + 0,85\% = 0,85\%$
%Lolos Kumulatif = $100\% - 0,85\% = 99,15\%$
2. Nomor Saringan = 4
Ukuran Saringan = 4,75 mm
Berat Tertahan = 18 gr
% Tertahan = $\frac{18}{2000} \times 100\% = 0,90\%$
%Tertahan Kumulatif = $0,85\% + 0,90\% = 1,75\%$
%Lolos Kumulatif = $100\% - 1,75\% = 98,25\%$
3. Nomor Saringan = 8
Ukuran Saringan = 2,36 mm
Berat Tertahan = 60 gr
% Tertahan = $\frac{60}{2000} \times 100\% = 3\%$
%Tertahan Kumulatif = $1,75\% + 3\% = 4,75\%$
%Lolos Kumulatif = $100\% - 4,75\% = 95,25\%$
4. Nomor Saringan = 16
Ukuran Saringan = 1,18 mm
Berat Tertahan = 465 gr



$$\begin{aligned}\% \text{ Tertahan} &= \frac{465}{2000} \times 100\% = 23,25\% \\ \% \text{ Tertahan Kumulatif} &= 4,75\% + 23,25\% = 28\% \\ \% \text{ Lolos Kumulatif} &= 100\% - 28\% = 72\%\end{aligned}$$

5. Nomor Saringan = 30
Ukuran Saringan = 600 mm
Berat Tertahan = 533 gr
 $\% \text{ Tertahan} = \frac{533}{2000} \times 100\% = 26,65\%$
 $\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 28\% + 26,65\% = 54,65\%$
 $\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 54,65\% = 45,35\%$

6. Nomor Saringan = 50
Ukuran Saringan = 300 mm
Berat Tertahan = 303 gr
 $\% \text{ Tertahan} = \frac{303}{2000} \times 100\% = 15,15\%$
 $\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 54,65\% + 15,15\% = 69,80\%$
 $\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 69,80\% = 30,20\%$

7. Nomor Saringan = 100
Ukuran Saringan = 150 mm
Berat Tertahan = 405 gr
 $\% \text{ Tertahan} = \frac{405}{2000} \times 100\% = 20,25\%$
 $\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 20,25\% + 69,80\% = 90,05\%$
 $\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 90,05\% = 9,95\%$

8. Nomor Saringan = 200
Ukuran Saringan = 75 mm
Berat Tertahan = 136 gr



$$\begin{aligned} \% \text{ Tertahan} &= \frac{136}{2000} \times 100\% = 6,8\% \\ \% \text{ Tertahan Kumulatif} &= 90,05\% + 6,8\% = 96,85\% \\ \% \text{ Lolos Kumulatif} &= 100\% - 96,85\% = 3,15\% \end{aligned}$$

9. PAN

$$\begin{aligned} \text{Berat Tertahan} &= 63 \text{ gr} \\ \% \text{ Tertahan} &= \frac{63}{2000} \times 100\% = 3,15\% \\ \% \text{ Tertahan Kumulatif} &= 96,85\% + 3,15\% = 100\% \\ \% \text{ Lolos Kumulatif} &= 100\% - 100\% = 0\% \\ \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\Sigma \% \text{ Tertahan Kumulatif (no 3/8-200)}}{2000} \\ &= \frac{1,75 + 4,75 + 28 + 54,65 + 69,80 + 90,05}{100} \\ &= 2,5 \end{aligned}$$

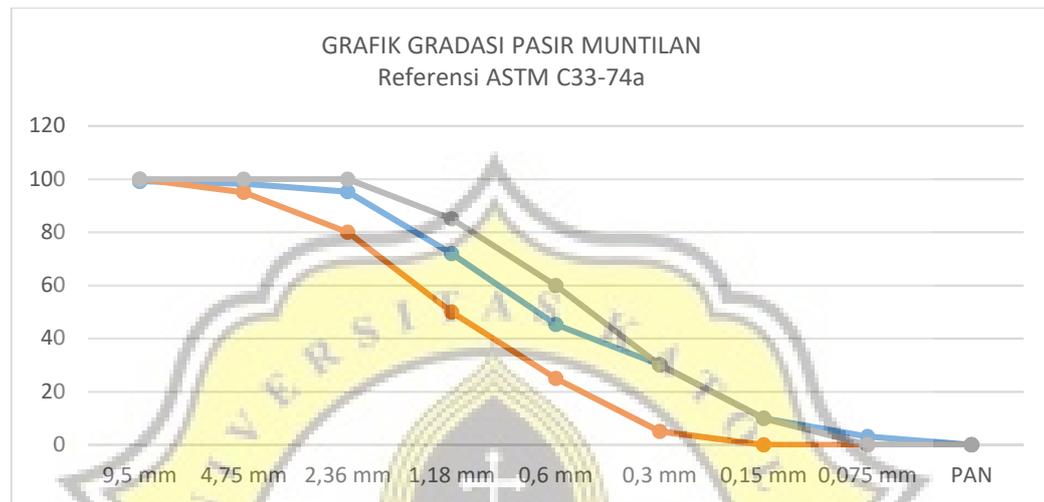
Tabel 4.2 Analisa Saringan (Agregat Halus Pasir Muntilan)
 (Reference : ASTM C33-39, ASTM C136, AS 1141-11)

UKURAN AYAKAN		BERAT TERTAHAN (GRAM)	KOMULATIF RATA RATA			GRADASI	
			TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN (%)	% LOLOS (%)	MINIMUM (%)	MAKSIMUM (%)
9,5 mm	3/8"	17	17	0,85	99,15	100	100
4,75 mm	No. 4	18	35	1,75	98,25	95	100
2,36 mm	No. 8	60	95	4,75	95,25	80	100
1,18 mm	No. 16	465	560	28	72	50	85
0,6 mm	No. 30	533	1093	54,65	45,35	25	60
0,3 mm	No. 50	303	1396	69,8	30,12	5	30
0,15 mm	No. 100	405	1801	90,05	9,95	0	10
0,075 mm	No. 200	136	1937	96,85	3,15	0	0



PAN	No. 500	63	2000	100	0	0	0
Modulus kehalusan		2,50					

Grafik 4.2 Gradasi Pasir Muntilan



Kesimpulan yang diperoleh dari pengujian analisa saringan agregat halus pasir muntilan yang didapatkan yaitu mempunyai modulus kehalusan sebesar 2,50 yang dapat dikategorikan sebagai pasir halus.

4.1.1.3 Percobaan 3 (Analisa Saringan Agregat Kasar)

Dari langkah pengujian sesuai dengan langkah tersebut, agregat kasar (Selo Arto 1x2) sebanyak 2000 gram didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

- Nomor Saringan = 1
 Ukuran Saringan = 25 mm
 Berat Tertahan = 0 gr
 $\% \text{ Tertahan} = \frac{0}{2000} \times 100\% = 0\%$
 $\% \text{ Tertahan Kumulatif} = 0\% + 0\% = 0\%$
 $\% \text{ Lolos Kumulatif} = 100\% - 0\% = 100\%$
- Nomor Saringan = 3/4
 Ukuran Saringan = 19 mm



Berat Tertahan	= 0 gr
% Tertahan	= $\frac{0}{2000} \times 100\% = 0\%$
%Tertahan Kumulatif	= $0\% + 0\% = 0\%$
%Lolos Kumulatif	= $100\% - 0\% = 100\%$
3. Nomor Saringan	= 1/2
Ukuran Saringan	= 12,5 mm
Berat Tertahan	= 1041 gr
% Tertahan	= $\frac{1041}{2000} \times 100\% = 52,05\%$
%Tertahan Kumulatif	= $0\% + 52,05\% = 52,05\%$
%Lolos Kumulatif	= $100\% - 52,05\% = 47,95\%$
4. Nomor Saringan	= 3/8
Ukuran Saringan	= 9,5 mm
Berat Tertahan	= 739 gr
% Tertahan	= $\frac{739}{2000} \times 100\% = 36,95\%$
%Tertahan Kumulatif	= $52,05\% + 36,95\% = 89\%$
%Lolos Kumulatif	= $100\% - 89\% = 11\%$
5. Nomor Saringan	= 4
Ukuran Saringan	= 4,75 mm
Berat Tertahan	= 198 gr
% Tertahan	= $\frac{198}{2000} \times 100\% = 9,9\%$
%Tertahan Kumulatif	= $89\% + 9,9\% = 98,9\%$
%Lolos Kumulatif	= $100\% - 98,9\% = 1,1\%$
6. Nomor Saringan	= 8
Ukuran Saringan	= 2,36 mm



$$\begin{aligned}\text{Berat Tertahan} &= 1 \text{ gr} \\ \text{\% Tertahan} &= \frac{1}{2000} \times 100\% = 0,05\% \\ \text{\%Tertahan Kumulatif} &= 98,9\% + 0,05\% = 98,95\% \\ \text{\%Lolos Kumulatif} &= 100\% - 98,95\% = 1,05\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}7. \text{ Nomor Saringan} &= 16 \\ \text{Ukuran Saringan} &= 1,18 \text{ mm} \\ \text{Berat Tertahan} &= 1 \text{ gr} \\ \text{\% Tertahan} &= \frac{1}{2000} \times 100\% = 0,05\% \\ \text{\%Tertahan Kumulatif} &= 98,95\% + 0,05\% = 99\% \\ \text{\%Lolos Kumulatif} &= 100\% - 99\% = 1\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}8. \text{ Nomor Saringan} &= 30 \\ \text{Ukuran Saringan} &= 0,6 \text{ mm} \\ \text{Berat Tertahan} &= 1 \text{ gr} \\ \text{\% Tertahan} &= \frac{1}{2000} \times 100\% = 0,05\% \\ \text{\%Tertahan Kumulatif} &= 99\% + 0,05\% = 99,05\% \\ \text{\%Lolos Kumulatif} &= 100\% - 99,05\% = 0,95\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}9. \text{ Nomor Saringan} &= 50 \\ \text{Ukuran Saringan} &= 0,3 \text{ mm} \\ \text{Berat Tertahan} &= 1 \text{ gr} \\ \text{\% Tertahan} &= \frac{1}{2000} \times 100\% = 0,05\% \\ \text{\%Tertahan Kumulatif} &= 99,05\% + 0,05\% = 99,10\% \\ \text{\%Lolos Kumulatif} &= 100\% - 99,10\% = 0,90\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}10. \text{ Nomor Saringan} &= 100 \\ \text{Ukuran Saringan} &= 0,15 \text{ mm}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Berat Tertahan} &= 1 \text{ gr} \\ \% \text{ Tertahan} &= \frac{1}{2000} \times 100\% = 0,05\% \\ \% \text{ Tertahan Kumulatif} &= 99,10\% + 0,05\% = 99,15\% \\ \% \text{ Lolos Kumulatif} &= 100\% - 99,15\% = 0,85\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}11. \text{ Nomor Saringan} &= 200 \\ \text{Ukuran Saringan} &= 0,075 \text{ mm} \\ \text{Berat Tertahan} &= 1 \text{ gr} \\ \% \text{ Tertahan} &= \frac{1}{2000} \times 100\% = 0,05\% \\ \% \text{ Tertahan Kumulatif} &= 99,15\% + 0,05\% = 99,20\% \\ \% \text{ Lolos Kumulatif} &= 100\% - 99,20\% = 0,80\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}12. \text{ PAN} \\ \text{Berat Tertahan} &= 16 \text{ gr} \\ \% \text{ Tertahan} &= \frac{16}{2000} \times 100\% = 0,8\% \\ \% \text{ Tertahan Kumulatif} &= 99,20\% + 0,8\% = 100\% \\ \% \text{ Lolos Kumulatif} &= 100\% - 100\% = 0\%\end{aligned}$$

$$\text{Modulus Kehalusan} = \frac{\sum \% \text{ Tertahan Kumulatif (no } 1/2 - 100)}{100}$$

$$= \frac{52,05 + 89,00 + 98,90 + 98,95 + 99,00 + 99,05 + 99,10 + 99,15}{100}$$

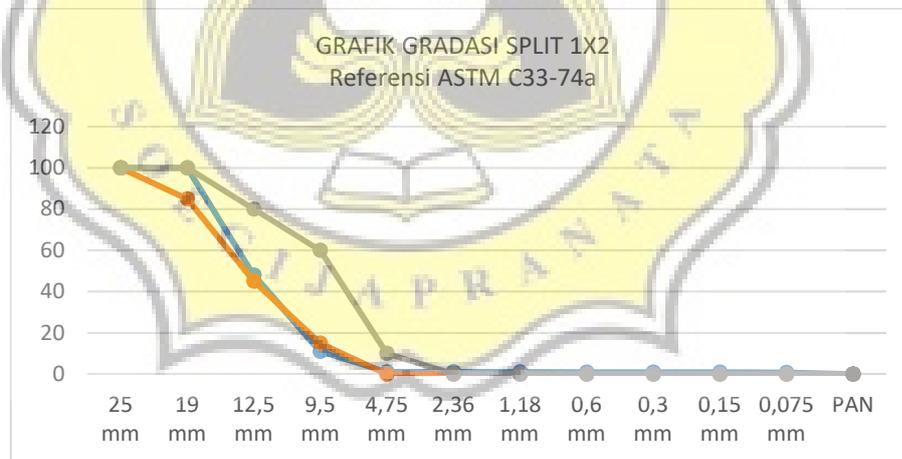
$$= 7,35$$



Tabel 4.3 Analisa Saringan (Agregat Kasar *Split 1×2*)
 (Reference : ASTM C33-39, ASTM C136, AS 1141-11)

UKURAN AYAKAN		BERAT TERTAHAN (GRAM)	KOMULATIF RATA RATA			GRADASI	
			TERTAHAN (GRAM)	% TERTAHAN (%)	% LOLOS (%)	MINIMUM (%)	MAKSIMUM (%)
25 mm	1"	0	0	0	100	100	
19 mm	3/4"	0	0	0	85	100	
12,5 mm	1/2"	1041	1041	52,05	47,95	45	
9,5 mm	3/8"	739	1780	89	11	15	
4,75 mm	No. 4	198	1978	98,9	1,1	0	
2,36 mm	No. 8	1	1979	98,95	1,05	0	
1,18 mm	No. 16	1	1980	99	1	0	
0,6 mm	No. 30	1	1981	99,05	0,95	0	
0,3 mm	No. 50	1	1982	99,1	0,9	0	
0,15 mm	No. 100	1	1983	99,15	0,85	0	
0,075 mm	No. 200	1	1984	99,2	0,8	0	
PAN	No. 500	16	2000	100	0	0	
Modulus kehalusan			7,35				

Grafik 4.3 Gradasi Split 1x2



Kesimpulan yang diperoleh dari pengujian analisa saringan agregat kasar (*Split 1×2*) yang didapatkan yaitu mempunyai modulus kehalusan sebesar 7,35.



4.1.2 Pengujian Kadar Air Agregat Halus dan Agregat Kasar

Pada pengujian kadar air agregat halus dan agregat kasar ini dilakukan berdasarkan SNI 03-1971-1990. Berikut langkah kerja pengujian agregat halus dan agregat kasar:

1. Langkah pertama yaitu menimbang dan mencatat berat wadah atau pan (W_1). Gambar 4.10 menunjukkan proses penimbangan berat cawan/pan



Gambar 4.10 Penimbangan Berat Cawan/Pan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Menaruh agregat halus ke dalam wadah atau pan. Menimbang lalu mencatat berat benda uji + berat cawan (W_2).
3. Selanjutnya yaitu mengitung berat benda uji. ($W_3 = W_2 - W_1$)
4. Langkah selanjutnya yaitu agregat halus dan agregat kasar dikeringkan bersama wadah atau pan dengan pemanas suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ hingga agregat halus kering. Gambar 4.11 menunjukkan proses pengeringan agregat halus.



Gambar 4.11 Proses Pengeringan Agregat Halus

Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Setelah agregat halus sudah terlihat memutih tandanya sudah mengalami penyusutan air maka timbang dan catat benda uji + wadah/pan (W_4). Gambar 4.12 Penimbangan agregat halus setelah dikeringkan.



Gambar 4.12 Penimbangan Agregat Halus

Sumber : Dokumentasi Pribadi

6. Mengitung agregat halus kering ($W_5 = W_4 - W_1$)

4.1.2.1 Agregat Halus *Manufactur Sand* (*M-sand*)

Berdasarkan hasil penelitian kadar air agregat halus *M-sand* memiliki hasil yaitu:

- a. Berat Wadah = 355 gr



- b. Berat Wadah + Benda Uji = 855 gr
- c. Berat Benda Uji = 500 gr
- d. Berat Benda kering = 480 gr
- e. Kadar Air $(C-D)/D \times 100\% = \frac{500-480}{480} \times 100\%$
= 4,1 %

Kadar Air yang didapat dari pengujian kadar air agregat halus (*M-sand*) yang didapatkan yaitu 4,1 %.

4.1.2.2 Agregat Halus Pasir Muntlan

Berdasarkan hasil penelitian kadar air agregat halus (Pasir Muntlan) memiliki hasil yaitu:

- a. Berat Wadah = 355 gr
- b. Berat Wadah + Benda Uji = 855 gr
- c. Berat Benda Uji = 500 gr
- d. Berat Benda kering = 450 gr
- e. Kadar Air $(C-D)/D \times 100\% = \frac{500-480}{450} \times 100\%$
= 11,1 %

Kadar Air yang didapat dari pengujian kadar air agregat halus (Pasir Muntlan) yang didapatkan yaitu 11,1 %.

4.1.2.3 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar 1×2

Berdasarkan hasil penelitian kadar air agregat kasar (*Split 1×2*) memiliki hasil yaitu:

- a. Berat Wadah = 355 gr
- b. Berat Wadah + Benda Uji = 855 gr
- c. Berat Benda Uji = 500 gr
- d. Berat Benda kering = 485 gr
- e. Kadar Air $(C-D)/D \times 100\% = \frac{500-485}{485} \times 100\%$



$$= 3,09 \%$$

Kadar air yang didapat dari pengujian kadar air agregat kasar (*Split 1×2*) yang didapatkan yaitu 3,09 %.

4.1.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Langkah Kerja untuk melakukan pengujian kadar lumpur berdasarkan ASTM C33-39, ASTM C 142) adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus yang telah dikeringkan di dalam oven dimasukkan ke dalam gelas ukur setinggi 500 cc. Gambar 4.13 menunjukkan agregat halus yang dimasukkan ke dalam gelas ukur setinggi 500 cc.



Gambar 4.13 Memasukkan Agregat Halus ke Dalam Gelas Ukur

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Gelas ukur kemudian diisi dengan air garam hingga setinggi 350 cc lalu ditutup dengan plastik. Gambar 4.14 menunjukkan air garam yang dimasukkan pada pengujian ini.



Gambar 4.14 Air Garam

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Lakukan pengocokan campuran tersebut selama kurang lebih 30 menit, kemudian didiamkan minimal selama 5 jam. Gambar 4.15 menunjukkan bahwa agregat halus yang telah dikocok lalu didiamkan selama 5 jam.



Gambar 4.15 Agregat Halus Setelah Dikocok

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Mengukur tinggi pasir dan lumpurnya setelah didiamkan minimal 5 jam.



4.1.3.1 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus (*M-sand*)

Dari langkah pengujian kadar lumpur agregat halus (*M-sand*) tersebut, Perhitungan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Pasir + Lumpur = 150 ml
- b. Tinggi pasir = 143 ml
- c. Tinggi Lumpur = 7 ml
- d. Kandungan Lumpur = $\frac{C}{A} \times 100\%$
 $= \frac{7}{150} \times 100\%$
 $= 4,6 \%$

Kandungan lumpur pada agregat halus (*M-sand*) yang didapatkan dari hasil pengujian adalah sebesar 4,6 %. Untuk pembuatan beton kadar lumpur tersebut melebihi batas maksimum kadar lumpur agregat halus yang diperbolehkan untuk campuran beton yang hanya sebesar 5%. Oleh karena itu agregat halus harus dicuci terlebih dahulu jika akan digunakan untuk bahan pembuatan beton.

4.1.3.2 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir Muntlan)

Dari langkah pengujian kadar lumpur agregat halus (Pasir Muntlan) tersebut, Perhitungan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Pasir + Lumpur = 145 ml
- b. Tinggi pasir = 130 ml
- c. Tinggi Lumpur = 15 ml
- d. Kandungan Lumpur = $\frac{C}{A} \times 100\%$
 $= \frac{15}{145} \times 100\%$
 $= 10,34 \%$



Kandungan lumpur agregat halus (Pasir Muntilan) yang didapatkan dari hasil pengujian adalah sebesar 10,34%. Untuk pembuatan beton kadar lumpur tersebut melebihi batas maksimum kadar lumpur agregat halus yang diperbolehkan untuk campuran beton yang hanya sebesar 5%. Oleh karena itu agregat halus harus dicuci terlebih dahulu jika akan digunakan untuk bahan pembuatan beton.

4.1.4 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pada pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus menggunakan manufacturer sand (*M-sand*) dan pasir muntilan. Berdasarkan SNI-1969-2008 mengenai cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus, langkah langkah yang dilakukan untuk pengujian adalah sebagai berikut :

1. Mengambil contoh agregat halus sebanyak 500 gr kemudiam dimasukan kedalam pan atau wadah. Gambar 4.16 menunjukan agregat halus yang dimasukan kedalam pan atau wadah.



Gambar 4.16 Agregat Halus Dalam Pan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Merendam agregat halus dan menimbang sampel uji dalam air dengan cara menggantungkan kawat wadah atau pan sampel uji ke timbangan. Gambar 4.17 menunjukkan gambar perendaman agregat halus dan penimbangan uji agregat halus.



Gambar 4.17 Perendaman Agregat Halus

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Langkah selanjutnya yaitu pengeringan sampel uji agregat halus sampai berat tetap dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$

3. Mendinginkan sampel uji agregat halus pada suhu kamar
4. Menghitung sampel uji agregat halus kering

4.1.4.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (*M-sand*)

Berdasarkan langkah langkah pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (*M-sand*) di Laboratorium Jati Kencana Beton maka didapatkan hasil :

- | | |
|---|-----------|
| a. Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD) | = 500 gr |
| b. Berat benda uji kering oven (BK) | = 496 gr |
| c. Berat picnometer diisi air air T : 25°C (B) | = 1288 gr |
| d. Berat picnometer + benda uji SSD + air T : 25°C (BT) | = 1604 gr |



1. Berat Jenis (*Bulk*) $\frac{BK}{(B+500-BT)}$
 $= \frac{496}{(1288+500-1604)}$
 $= 2,696 \text{ gr/cm}^3$
2. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*SSD*) $\frac{500}{(B+500-BT)}$
 $= \frac{500}{(1288+500-1604)}$
 $= 2,717 \text{ gr/cm}^3$
3. Berat Jenis Semu (*Apparent*) $\frac{BK}{(B+BK-BT)}$
 $= \frac{496}{(1288+496-1604)}$
 $= 2,756 \text{ gr/cm}^3$
4. Penyerapan (*Absorbtion*) $\frac{(500-BK)}{BK} \times 100\%$
 $= \frac{(500-496)}{496} \times 100\%$
 $= 0,806 \%$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan dan dirangkum pada Tabel 4.3

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan *M-sand*

Jenis Percobaan	Hasil Percobaan
Berat Jenis (<i>Bulk</i>) (gr/cm^3)	2,696 gr/cm^3
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (<i>SSD</i>) (gr/cm^3)	2,717 gr/cm^3
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) (gr/cm^3)	2,756 gr/cm^3
Penyerapan (<i>Absorbtion</i>) (%)	0,806 %

Berdasarkan percobaan di laboratorium Jati Kencana Beton maka dapat menarik kesimpulan agregat halus (*M-sand*) mempunyai berat jenis (*Saturated Surface*



Dry) yaitu $2,717 \text{ gr/cm}^3$. Untuk penyerapan (*absorbtion*) Agregat halus (*M-sand*) yaitu $0,806 \%$

4.1.4.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir Muntlan)

Berdasarkan langkah langkah pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus (Pasir Muntlan) di Laboratorium Jati Kencana Beton maka didapatkan hasil:

- Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD) = 500 gr
- Berat benda uji kering oven (BK) = 495 gr
- Berat picnometer diisi air air T : 25°C (B) = 1290 gr
- Berat picnometer + benda uji SSD + air T : 25°C (BT) = 1603 gr

Perhitungan :



- Berat Jenis (*Bulk*)
$$\frac{\text{BK}}{(\text{B}+500-\text{BT})}$$
$$= \frac{495}{(1290+500-1603)}$$
$$= 2,647 \text{ gr/cm}^3$$
- Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*SSD*)
$$\frac{500}{(\text{B}+500-\text{BT})}$$
$$= \frac{500}{(1290+500-1603)}$$
$$= 2,674 \text{ gr/cm}^3$$
- Berat Jenis Semu (*Apparent*)
$$\frac{\text{BK}}{(\text{B}+\text{BK}-\text{BT})}$$
$$= \frac{495}{(1290+495-1603)}$$
$$= 2,720 \text{ gr/cm}^3$$
- Penyerapan (*Absorbtion*)
$$\frac{(500-\text{BK})}{\text{BK}} \times 100\%$$
$$= \frac{(500-495)}{495} \times 100\%$$
$$= 1,010\%$$



Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan dan dirangkum pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir Muntilan)

Jenis Percobaan	Hasil Percobaan
Berat Jenis (<i>Bulk</i>) (gr/cm^3)	2,647 gr/cm^3
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (<i>SSD</i>) (gr/cm^3)	2,674 gr/cm^3
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) (gr/cm^3)	2,720 gr/cm^3
Penyerapan (<i>Absorbtion</i>) (%)	1,010 %

Berdasarkan percobaan di laboratorium Jati Kencana Beton maka dapat menarik kesimpulan agregat halus (Pasir Muntilan) mempunyai berat jenis (*Saturated Surface Dry*) yaitu 2,674 gr/cm^3 . Untuk penyerapan (*absorbtion*) Agregat halus (Pasir Muntilan) yaitu 1,010 %

4.1.5 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (*split 1×2*)

Pada pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar menggunakan *split 1×2*. Berdasarkan SNI-1969-2008 mengenai cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, langkah langkah yang dilakukan untuk pengujian adalah sebagai berikut :

1. Mengambil contoh agregat halus sebanyak 3000 gr kemudiam dimasukan kedalam pan atau wadah. Gambar 4.18 menunjukan agregat halus yang dimasukan kedalam pan atau wadah.



Gambar 4.18 Agregat Kasar Dalam Pan atau Wadah

Sumber : Dokumentasi Pribadi



2. Merendam agregat kasar dan menimbang sampel uji dalam air dengan cara menggantungkan kawat wadah atau pan sampel uji ke timbangan. Gambar 4.19 menunjukkan gambar perendaman agregat halus dan penimbangan uji agregat kasar.



Gambar 4.19 Perendaman Agregat Kasar

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Langkah selanjutnya yaitu pengeringan sampel uji agregat kasar sampai berat tetap dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.
4. Mendinginkan sampel uji agregat kasar pada suhu kamar.
5. Menghitung sampel uji agregat kasar kering.

Berdasarkan langkah langkah pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar (*Split 1* × 2) di Laboratorium Jati Kencana Beton maka didapatkan hasil :

- a. Berat benda uji kering oven (BK) = 2965 gr
- b. Berat benda uji kering permukaan jenuh (BJ) = 3000 gr
- c. Berat benda uji dalam air (BA) = 1890 gr

Perhitungan :

$$1. \text{ Berat Jenis (Bulk)} \frac{BK}{(BJ-BA)}$$
$$= \frac{2965}{(3000-1890)}$$



$$= 2,671 \text{ gr/cm}^3$$

$$2. \text{ Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD)} \frac{BJ}{(BJ-BA)}$$

$$= \frac{3000}{(3000-1890)}$$

$$= 2,703 \text{ gr/cm}^3$$

$$3. \text{ Berat Jenis Semu (Apparent)} \frac{BK}{(BK-BA)}$$

$$= \frac{2965}{(3000-1890)}$$

$$= 2,758 \text{ gr/cm}^3$$

$$4. \text{ Penyerapan (Absorbtion)} \frac{(BJ-BK)}{BK} \times 100\%$$

$$= \frac{(3000-2965)}{2965} \times 100\%$$

$$= 1,18\%$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan dan dirangkum pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (*Split 1×2*)

Jenis Percobaan	Hasil Percobaan
Berat Jenis (<i>Bulk</i>) (gr/cm^3)	2,671 gr/cm^3
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (<i>SSD</i>) (gr/cm^3)	2,703 gr/cm^3
Berat Jenis Semu (<i>Apparent</i>) (gr/cm^3)	2,758 gr/cm^3
Penyerapan (<i>Absorbtion</i>) (%)	1,18%

Berdasarkan percobaan di laboratorium Jati Kencana Beton maka dapat menarik kesimpulan agregat kasar (*Split 1×2*) mempunyai berat jenis (*Saturated Surface Dry*) yaitu 2,703 gr/cm^3 . Untuk penyerapan (*absorbtion*) Agregat halus (Pasir Muntilan) yaitu 1,18 %

4.1.6. Berat Isi Agregat Kasar dan Halus

Langkah pengujian berat isi agregat kasar dan halus menurut SNI 1973:2008 yaitu:



1. Melakukan penimbangan serta mencatat berat dan dimensi wadah (W1). Gambar 4.20 merupakan proses penimbangan wadah.



Gambar 4.20 Penimbangan Wadah

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Gunakan sekop untuk memasukkan benda uji. Masukkan benda uji sampai 1/3 bagian wadah kemudian dipadatkan dengan alat pemadat. Lakukan proses tersebut sampai semua bagian wadah terisi penuh dengan benda uji. Gambar 4.21 menunjukkan proses pemadatan benda uji.



Gambar 4.21 Pemadatan Benda Uji

Sumber : Dokumentasi Pribadi



3. Kemudian jika wadah sudah terisi penuh dengan benda uji, timbang berat wadah dan agregat kasar (W_2). Gambar 4.22 menunjukkan penimbangan berat wadah dan agregat kasar dan halus.



Gambar 4.22 Menimbang Wadah dan Agregat

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Menghitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$)

Berdasarkan langkah pengujian, didapatkan hasil sebagai berikut:

4.1.6.1 Perhitungan Pengujian Berat isi Agregat Kasar

- I. Percobaan I Pengujian Agregat Kasar (*Split* $1 \times 2 = 19 \text{ mm} = 3/4''$)

- a. Volume Container = $0,00507 \text{ dm}^3$
- b. Berat Container = $5,970 \text{ Kg}$
- c. Berat Container + Split = $13,58 \text{ Kg}$
- d. Berat Split (C-B) = $13,58 - 5,970$
= $7,610 \text{ Kg}$
- e. Berat Isi Split (D/A) = $\frac{7,610}{0,00507} = 1501 \text{ Kg/dm}^3$

- II. Percobaan II Pengujian Agregat Kasar (*Split* $1 \times 2 = 19 \text{ mm} = 3/4''$)

- a. Volume Container = $0,00507 \text{ dm}^3$
- b. Berat Container = $5,970 \text{ Kg}$
- c. Berat Container + Split = $13,64 \text{ Kg}$



$$\begin{aligned} \text{d. Berat Split (C-B)} &= 13,64 - 5,970 \\ &= 7,670 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\text{e. Berat Isi Split (D/A)} = \frac{7,670}{0,00507} = 1513 \text{ Kg/dm}^3$$

III. Percobaan III Pengujian Agregat Kasar (Split 1 x 2 = 19 mm = 3/4")

$$\text{a. Volume Container} = 0,00507 \text{ dm}^3$$

$$\text{b. Berat Container} = 5,970 \text{ Kg}$$

$$\text{c. Berat Container + Split} = 13,58 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Berat Split (C-B)} &= 13,58 - 5,970 \\ &= 7,610 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\text{e. Berat Isi Split (D/A)} = \frac{7,610}{0,00507} = 1501 \text{ Kg/dm}^3$$

Rata – Rata pengujian Split 1 x 2 = 19 mm = 3/4" berdasarkan volumenya:

$$= \frac{1501 + 1513 + 1501}{3} = 1505 \text{ Kg/dm}^3$$

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar (*Split 1 x 2*)

Percobaan	I	II	III
Berat Container + Split (A)	13,580 Kg	13,640 Kg	13,580 Kg
Berat Container (B)	5,970 Kg	5,970 Kg	5,970 Kg
Berat Split (C)	7,610 Kg	7,670 Kg	7,610 Kg
Volume Container (D)	0,00507 dm ³	0,00507 dm ³	0,00507 dm ³
Berat Isi Split (C/D)	1501 Kg/dm ³	1513 kg/dm ³	1501 Kg/dm ³
Rata – Rata	1505 Kg/dm ³		

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat kasar (Split 1 x 2 – 19 mm = 3/4") ini dapat menyimpulkan bahwa berat isi agregat tersebut yaitu sebesar 1505 Kg/dm³

4.1.6.2 Perhitungan Pengujian Berat isi Agregat Halus (*M-sand*)

Sedangkan untuk pengujian agregat halus (*Manufacture Sand*) pada percobaan ini adalah sebagai berikut:



I. Percobaan I Pengujian Agregat Halus (*Manufacture Sand*)

- a. Volume Container = 0,00507 dm³
b. Berat Container = 5,980 Kg
c. Berat Container + *M-sand* = 14,68 Kg
d. Berat *M-sand* (C-B) = 14,68 – 5,980
= 8,7 Kg
e. Berat Isi *M-sand* (D/A) = $\frac{8,7}{0,00507} = 1716 \text{ Kg/dm}^3$

II. Percobaan II Pengujian Agregat Halus (*Manufacture Sand*)

- a. Volume Container = 0,00507 dm³
b. Berat Container = 5,980 Kg
c. Berat Container + *M-sand* = 14,58 Kg
d. Berat *M-sand* (C-B) = 14,58 – 5,980
= 8,6 Kg
e. Berat Isi *M-sand* (D/A) = $\frac{8,6}{0,00507} = 1696 \text{ Kg/dm}^3$

III. Percobaan I Pengujian Agregat Halus (*Manufacture Sand*)

- a. Volume Container = 0,00507 dm³
b. Berat Container = 5,980 Kg
c. Berat Container + *M-sand* = 14,78 Kg
d. Berat *M-sand* (C-B) = 14,78 – 5,980
= 8,8 Kg
e. Berat Isi *M-sand* (D/A) = $\frac{8,8}{0,00507} = 1736 \text{ Kg/dm}^3$

Rata – Rata pengujian Agregat halus *manufacture sand* berdasarkan volumenya:

$$= \frac{1716+1696+1736}{3}$$



$$= 1716 \text{ Kg/dm}^3$$

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat halus (*M-sand*)

Percobaan	I	II	III
Berat Container + <i>M-sand</i> (A)	14,680 Kg	14,580 Kg	14,780 Kg
Berat Container (B)	5,980 Kg	5,980 Kg	5,980 Kg
Berat <i>M-sand</i> ©	8,700 Kg	8,600 Kg	8,800 Kg
Volume Container (D)	0,00507 dm ³	0,00507 dm ³	0,00507 dm ³
Berat Isi <i>M-sand</i> (C/D)	1716 Kg/dm ³	1696 kg/dm ³	1736 Kg/dm ³
Rata – Rata	1716 Kg/dm ³		

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat Halus (*Manufacture Sand*) dapat disimpulkan bahwa berat isi agregat tersebut yaitu sebesar 1716 Kg/dm³

4.1.6.3 Perhitungan Pengujian Berat isi Agregat Halus (Pasir Muntlan)

Untuk pengujian agregat halus Pasir Muntlan pada percobaan ini adalah sebagai berikut:

I. Percobaan I Pengujian Agregat Halus Pasir Muntlan

- Volume Container = 0,00507 dm³
- Berat Container = 5,980 Kg
- Berat Container + Pasir = 14,68 Kg
- Berat Pasir (C-B) = 14,68 – 5,980
= 8,7 Kg
- Berat Isi Pasir (D/A) = $\frac{8,7}{0,00507} = 1716 \text{ Kg/dm}^3$

II. Percobaan II Pengujian Agregat Halus Pasir Muntlan

- Volume Container = 0,00507 dm³
- Berat Container = 5,980 Kg
- Berat Container + Pasir = 14,54 Kg
- Berat Pasir (C-B) = 14,54 – 5,980
= 8,56 Kg



$$e. \text{ Berat Isi Pasir (D/A)} = \frac{8,56}{0,00507} = 1688 \text{ Kg/dm}^3$$

III. Percobaan I Pengujian Agregat Halus Pasir Muntlan

- a. Volume Container = 0,00507 dm³
- b. Berat Container = 5,980 Kg
- c. Berat Container + Pasir = 14,44 Kg
- d. Berat Pasir (C-B) = 14,44 – 5,980
= 8,46 Kg

$$e. \text{ Berat Isi Pasir (D/A)} = \frac{8,46}{0,00507} = 1669 \text{ Kg/dm}^3$$

Rata – Rata pengujian Agregat halus Pasir Muntlan berdasarkan volumenya:

$$= \frac{1716+1688+1669}{3}$$

$$= 1691 \text{ Kg/dm}^3$$

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus (Pasir Muntlan)

Percobaan	I	II	III
Berat Container + Pasir	14,680 Kg	14,540 Kg	14,440 Kg
Berat Container (B)	5,980 Kg	5,980 Kg	5,980 Kg
Berat Pasir (C)	8,700 Kg	8,560 Kg	8,460 Kg
Volume Container (D)	0,00507 dm ³	0,00507 dm ³	0,00507 dm ³
Berat Isi Pasir (C/D)	1716 Kg/dm ³	1688 kg/dm ³	1669 Kg/dm ³
Rata – Rata	1691 Kg/dm ³		

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat halus Pasir Muntlan ini dapat menyimpulkan bahwa berat isi agregat tersebut yaitu sebesar 1691 Kg/dm³

4.1.7. Pengujian Semen

4.1.7.1 Pengujian Daya Ikat Semen

Untuk pengujian semen pada penelitian ini menggunakan SNI-15-2049-2004 tentang semen portland. Tujuan dari pengujian bahan semen ini adalah untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan semen untuk mengeras dari mulai air bercampur semen. Untuk pengujian bahan semen ini ini lakukan di



Laboratorium Bahan bangunan Universitas Katolik Soegijapranata. Berikut langkah langkah pengujian daya ikat semen:

1. Langkah pertama yaitu mempersiapkan alat yang akan digunakan seperti alat uji vicat dengan jarum \varnothing 1mm. Gambar 4.23 menunjukkan alat vicat yang digunakan pada pengujian ini.



Gambar 4.23 Alat Vicat yang Digunakan \varnothing 1mm

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Selanjutnya yaitu menimbang semen dengan berat 650gr dengan presentase air 25% dari berat semen yang digunakan dalam pengujian ini. Gambar 4.24 Penimbangan bahan semen dan air.



Gambar 4.24 Penimbangan Semen yang Digunakan

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.25 Takaran Air yang digunakan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Berikutnya campurkan semen dan air agar menjadi adonan yang plastis dan bisa dibentuk bola, selanjutnya tempatkan adonan pada cincin ebonit yang sudah dioles oli terlebih dahulu. Gambar 4.24 merupakan bentuk dari adonan semen yang sudah dicampur air



Gambar 4.26 Adonan Semen yang Dicampur Air

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.27 Adonan Semen yang Dibentuk Bola

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Persiapkan alat vicat dalam kondisi jarum penunjuk di angka 0 dan kencangkan batang dengan skrup pengencang sehingga jarum vicat mudah dijatuhkan
5. Berikut langkah pembacaan vicat sebagai berikut:
 - a. Saat menit pembacaan ke-5 buka skrup pengunci maka jarum akan terjatuh dan menusuk ke adonan campuran semen dan air dan disaat bersamaan nyalakan stopwatch selama 10 detik,
 - b. Setelah 10 detik skrup pengunci dikencangkan dan lakukan pembacaan dari penurunan yang terjadi lalu catat hasil dari penurunannya,
 - c. Setelah melakukan pembacaan angkat jarum lalu atur pada posisi 0,
 - d. Selanjutnya yaitu geser cincin ebonit yang berisi adonan dan plat kaca dari lubang vicat pertama sejauh 5 mm. Untuk percobaan selanjutnya menggunakan jenis adonan yang sama,
6. Untuk percobaan ini dilakukan berulang sampai menit ke 60 menit sampai menunjukkan angka penurunan dibawah 25 mm. Gambar 4.28 merupakan salah satu percobaan pada menit ke 15



Gambar 4.28 Pengukuran Pada Menit ke 15

Sumber : Dokumentasi Pribadi

7. Untuk menghindari getaran meja, hembusan angin yang cukup kencang maka menggunakan standart SNI

Dari percobaan ini maka didapatkan hasil percobaan seperti tabel 4.10 berikut:

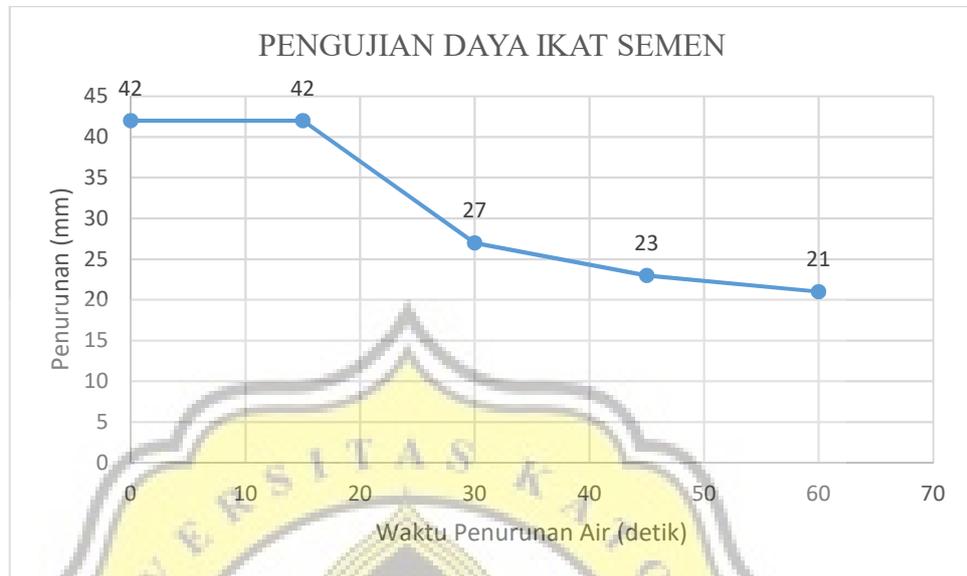
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Daya Ikat Semen

Waktu (Menit)	Penurunan (mm)
0	42
15	42
30	27
45	23
60	21

Selanjutnya data yang didapat dari pengujian daya ikat semen ini digambarkan dalam grafik yang menunjukkan Grafik 4.4 seperti dibawah ini



Grafik 4.4 Pengujian Daya Ikat Semen



Dari data pengujian daya ikat semen yang sudah didapatkan dan juga grafik yang sudah ditampilkan (Grafik 4.4) maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu yang diperlukan maka adonan semen akan mulai mengeras. Pada percobaan pengujian daya ikat semen ini dapat dilihat dari jarum vicat yang mulai semakin sulit ditembuskan kedalam adonan semen tersebut.

4.1.7.2. Pengujian Konsistensi Normal Semen

Pada pengujian semen yang selanjutnya yaitu pengujian konsistensi normal semen yang berdasarkan pada SNI-15-2049-2004 tentang semen portland. Tujuan dari pengujian konsistensi semen ini adalah memenuhi kadar air yang dibutuhkan untuk memperoleh adukan semen dengan kekentalan normal air dengan perbandingan dengan berat semen yang digunakan. Untuk pengujian bahan semen ini lakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Universitas Katolik Soegijapranata. Berikut langkah langkah pengujian konsistensi normal semen :

1. Persiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengujian konsistensi normal semen. Untuk jarum vicat menggunakan ukuran \varnothing 10mm. Gambar 4.29 menunjukkan bahan yang digunakan dalam penelitian konsistensi normal semen.



Gambar 4.29 Alat dan Bahan yang Digunakan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Selanjutnya yaitu pengolesan oli di cincin ebonite dan meletakkannya di bagian atas kaca.
3. Timbang semen seberat 650 gr dengan presentase air 25%-30% dari total berat semen.



Gambar 4.30 Pencampuran Semen dan Air

Sumber : Dokumentasi Pribadi



4. Berikutnya campurkan semen dan air agar menjadi adonan yang plastis dan bisa dibentuk bola, selanjutnya tempatkan adonan pada cincin ebonit yang sudah dioles oli terlebih dahulu.



Gambar 4.31 Proses Pencampuran Semen dan Air

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.32 Pembuatan Bola dari Semen dan Air

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.33 Cincin Ebonite yang Dimasukkan Adonan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

5. Siapkan alat vicat dengan kondisi jarum yang mengarah angka 0, lalu kencangkan batang jarum dengan skrup pengunci sehingga jarum vicat siap untuk dijatuhkan.
6. Lakukan pembacaan vicat dengan cara membuka skrup pengunci dan dibiarkan jarum jatuh ke adonan. Pada saat bersamaan nyalakan stopwatch dan dibiarkan 5 detik



Gambar 4.34 Pencampuran Semen dan Air

Sumber : Dokumentasi Pribadi



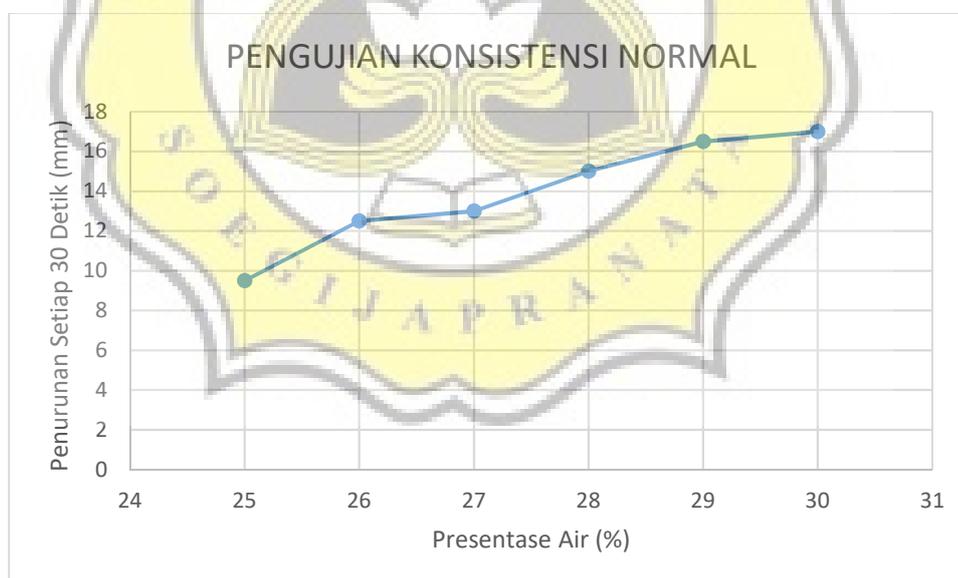
7. Selanjutnya setelah 5 detik kencangkan skrump dan baca penurunan yang terjadi.
8. Ulangi percobaan ini sampai dengan penurunan ± 10 mm yang menunjukkan konsistensi semen telah tercapai.

Dari percobaan diatas maka didapatkan hasil percobaan yang diringkas pada tabel 4.11 ini:

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Konsistensi Normal semen

Semen (gr)	Presentase Air (%)	Penurunan Setiap 30 detik (cm)
300	25	9,5
300	26	12,5
300	27	13
300	28	15
300	29	16,5
300	30	17

Grafik 4.5 Konsistensi Normal Semen



Konsistensi normal semen adalah suatu kondisi perbandingan antara air dan semen telah mencapai kondisi tepat untuk membentuk adonan. Untuk nilai konsistensi normal semen memiliki persen air di antara 24% - 33%. Pada percobaan ini



didapatkan data bahwa semen yang akan digunakan mencapai kondisi plastis saat persentase air adalah 25% pada saat penurunan pada saat 9,5 mm.

4.1.8. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Menurut SNI 03-2417-2008 pengujian keausan agregat kasar ini menggunakan mesin abrasi *Los Angeles* dan bola baja. Pengujian keausan agregat kasar ini bertujuan untuk mendapatkan angka keausan dari agregat kasar. Agregat kasar di uji terlebih dahulu menggunakan mesin *Los Angeles*. Setelah itu Agregat kasar yang telah di uji disaring kedalam saringan no 12. Jika agregat kasar lolos dari saringan no 12 tidak lebih dari 50% maka agregat kasar yang telah di uji tersebut lolos sesuai standard yang telah ditetapkan. Berikut adalah tahap pengujian keausan agregat kasar yaitu:

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan, yaitu agregat kasar kering, 1 set alat *Los Angeles*, cawan, kunci pas, timbangan, saringan no 12. Pada gambar 4.35 menunjukkan alat abrasi *Los Angeles*



Gambar 4.35 Mesin Abrasi *Los Angeles*.

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Selanjutnya, menyiapkan agregat kasar kering yang akan diuji sebesar 1000 gr. Pada gambar 4.34 menunjukkan agregat kasar yang disiapkan untuk pengujian keausan agregat kasar.



Gambar 4.36 Penimbangan Agregat Kasar

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Kemudian memasukkan agregat kasar kedalam mesin abrasi *Los Angeles*, selanjutnya masukkan bola baja yang berjumlah 11 butir kedalam mesin abrasi *Los Angeles*. Gambar 4.37 menunjukkan bola baja yang digunakan untuk pengujian keausan agregat kasar.



Gambar 4.37 Bola Baja

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Kemudian mesin abrasi *Los Angeles* diputar dengan kecepatan 30 rpm dan atur tombol pada mesin abrasi hingga 500 kali. Gambar 4.36 agregat kasar dan bola baja berada di mesin *Los Angeles*.



Gambar 4.38 Agregat Kasar dan Bola Baja

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- Setelah 500 kali putaran, bola baja dan agregat kasar dikeluarkan dari mesin *Los Angeles*. Gambar 4.37 menunjukkan keadaan agregat kasar dan bola baja yang sudah diputar 500 kali.



Gambar 4.39 Agregat Kasar dan Bola Baja Setelah di Putar 500 Kali

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- Setelah itu mengeluarkan agregat kasar dari mesin *Los Angeles* kemudian disaring menggunakan saringan no 12 dan pan. Gambar 4.38 menunjukkan keadaan agregat kasar di dalam pan.



Gambar 4.40 Agregat Kasar di Pan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

7. Selanjutnya, agregat kasar yang tertahan pada saringan no 12 dan pan ditimbang. Berdasarkan pengujian keausan diatas, maka hasil pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Berat agregat kasar (W_1) = 647,5 gr
- b. Berat saringan no 12. = 352,9 gr
- c. Berat benda uji dan saringan = 1000,4 gr
- d. Berat benda uji tidak lolos saringan (W_2) = 431,5 gr
- e. Keausan = $\frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$
= $\frac{647,5 - 431,5}{647,5} \times 100$
= 33,35%

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui nilai keausan total dari agregat kasar sebanyak 33,35%. Artinya agregat kasar memenuhi syarat untuk digunakan. Karena berdasarkan PUBLI 1982 pasal 12 “ syarat fisik kerikil bagian yang hancur bila diuji memakai mesin *Los Angeles* tidak lebih dari 50% berat”.

4.1.9. Pengujian Jenis Kandungan *AA* (*Accelerating Admixture*)

Jenis bahan ini dapat mempercepat waktu hidrasi dari penggunaan semen. Beton yang menggunakan *accelerating admixture* ini lebih cepat mengikat serta lebih



cepat mencapai kuat tekannya. Dalam hal ini *accelerating admixture* dibagi beberapa jenis dalam hal kandungannya:

1. Calsium chlorida

Dengan penggunaan 1,5% CaCl_2 di dalam beton akan mengalami penambahan kekuatan 30% dalam 3 hari dan 20% dalam jangka waktu 28 hari. Pada umumnya akselerator tidak boleh digunakan dalam pembetonan yang dilakukan secara bersamaan atau masal, karena dapat mengakibatkan retak retak akibat panas hidrasi yang dapat menjalar secara cepat.

2. Alumunium chlorida

Alumunium chlorida merupakan akselerator yang sangat kuat. Karena dengan menambahkan 1% alumunium chlorida akan menaikkan kuat tekannya mencapai 50%-170%.

3. Natrium sulfat

Natrium sulfat dapat mempercepat pengerasan semen yang tidak menyebabkan berkaratnya tulangan dari beton. Bahan tambahan ini dianjurkan untuk digunakan bersama calsium chlorida.

4. Alumunium sulfat

Dengan menggunakan alumunium sulfat dapat menambah kekuatan 20%-50% untuk beton yang berumur 1 hari.

Pada pengujian dengan metode *AAS* (*Atomic Absorbption Spektrophotometri*) adalah suatu alat yang digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur unsur logam dan metaloid yang berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi atom bebas. Pengujian ini dilakukan di PT Sucofindo dan mendapatkan hasil:

Tabel 4.12 Hasil Pengujian *Accelerating Admixture*

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode
Alumunium Chloride	%	0,04	AAS
Natrium Sulfat	%	0,52	AAS

Maka kandungan yang dominan pada *accelerating admixture Viscocrete 3115* N adalah Natrium Sulfat.



4.2. Perhitungan *Mix Design*

Pada perhitungan *mix design* ini langkah perencanaan dalam pencampuran beton pada yang dibahas pada sub bab ini. Untuk perhitungannya ini menggunakan metode sesuai dengan perhitungan SNI 7656:2012 dan dimodifikasi oleh CV.Jati Kencana Beton selaku pembimbing lapangan saat melakukan *mix design* di Laboratorium Jati Kencana beton. Berikut langkah langkah perhitungan perencanaan *mix design* ini yang direncanakan seperti berikut ini :

1. Menetapkan mutu beton pada penelitian ini yang direncanakan.

Mutu beton yang ini rencanakan = f'_c 35 Mpa

$$\text{Konversi ke K} = \frac{(35 \times 10)}{0,83} = 421,68 \text{ kg/cm}^2$$

2. Menetapkan nilai standar deviasi

Pada perencanaan *mix design* beton yang ini lakukan menggunakan jumlah data produksi setiap m^3 yang dianggap mencukupi menurut tabel 4.13.

Tabel 4.13 Tabel Standar Deviasi dan Nilai Tambah

Jumlah Data Produksi (m^3)	Faktor Cacat (%)	Faktor Cacat (Desimal)	Faktor Cacat (Bilangan)
Sempurna	0,00	0,75	0,00
Sangat Baik	1,00	1,34	40,00
Baik	2,50	1,45	47,33
Cukup	5,00	1,64	60,00
Kurang Baik	7,50	1,96	78,55
Tidak Baik	10,00	2,33	100,00

(Sumber : Jati Kencana Beton , 2019)

Seperti tabel diatas ini menggunakan:

- a) Faktor cacat (%) = 5,00
- b) Faktor cacat (desimal) = 1,64
- c) Faktor cacat (bilangan) = 60,00

Nilai standar deviasi yang ini gunakan dalam perhitungan *mix design* adalah faktor cacat (bilangan) = 60,00



3. Menentukan nilai tambah pada perencanaan mix design sesuai dengan tabel 4.12. Nilai tambah yang ini gunakan adalah hasil dari perkalian faktor cacat (bilangan) dengan aktor cacat (desimal). Dalam perencanaan mix design ini jumlah data produksi setiap m^3 beton dianggap mencukupi sehingga didapatkan faktor cacat (desimal) yaitu sebesar 1,64

$$\begin{aligned}\text{Nilai Tambah} &= \text{Faktor cacat bilangan} \times \text{faktor cacat desimal} \\ &= 60,00 \times 1,64 \\ &= 98,40\end{aligned}$$

4. Menetapkan kuat tekan yang direncanakan sehingga dapat dicapai dengan menjumlahkan mutu beton dengan nilai tambah yang sudah didapatkan diatas.

$$\begin{aligned}\text{Kuat tekan yang dicapai} &= \text{Mutu beton rencana} + \text{Nilai tambah} \\ &= 421,68 + 98,40 \\ &= 520,08 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

5. Memilih jenis agregat yang digunakan:
- Agregat Halus : Pasir Muntilan dan Manufacture Sand (M-Sand)
 - Agregat Kasar : Batu Pecah Seloarto (*Split*) ukuran 1×2
6. Memilih jenis semen yang akan digunakan. Semen yang digunakan yaitu semen 3 roda *Ordinary Portland Cement* (OPC) yang merupakan semen Portland tipe 1.
7. Langkah selanjutnya yaitu menentukan *slump* ang direncanakan. Jenis benda uji yang direncanakan yaitu untuk pekerjaan rigid pavement sehingga direncanakan didapat nilai *slump* maksimum 5 cm sesuai dengan Tabel 4.14 mengenai nilai *slump* yang direncanakan untuk berbagai konstruksi.

Tabel 4.14. Nilai *Slump* yang Sering digunakan pada Proyek

Jenis Konstruksi	<i>Slump</i> (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding fondasi, <i>footing</i>, sumuran, dinding basement, rigid pavement	5	2,5



Dinding balok dan kolom	10	2,5
Perkerasan dan lantai, beton dalam jumlah yang besar (seperti dam)	7,5	2,5

(Sumber : Jati Kencana Beton , 2019)

Untuk penggunaan kadar akselerator maka akan diuji dengan menggunakan persebaran *slump* yang direncanakan adalah Ø 60- Ø 50 dalam waktu 2- 5 detik ketika beton ditumpahkan.

- Menentukan jenis ukuran diameter agregat kasar maksimum yang akan digunakan dalam mix design pada penelitian ini. Pada penelitian ini menggunakan diameter agregat kasar beton yaitu 19 mm dan tanpa menggunakan penambahan udara sesuai dengan Tabel 4.15 kebutuhan air pencampur dan udara untuk berbagai nilai *slump* dan ukuran maksimal agregat yang digunakan.

Tabel 4.15 Kebutuhan Air Pencampur dan Udara

Jenis Beton	<i>Slump</i> (cm)	Air (kg/m ³)			
		12,5 mm	19,5 mm	25 Mm	37 mm
Tanpa Penambahan Udara	4 sampai 6	204	195	183	171
	6 sampai 8	211	201	189	177
	8 sampai 10	218	207	194	183
	10 sampai 12	220	209	196	184
	12 sampai 14	223	212	198	186
	14 sampai 16	226	215	201	189
	16 sampai 18	230	217	203	191
	18 sampai 20	233	220	206	194
Kandungan Udara yang Tersekap (%)		2,5	2	1,5	1
Dengan Penambahan Udara	4 sampai 6	180	173	165	155
	6 sampai 8	188	179	171	161
	8 sampai 10	195	186	177	167
	10 sampai 12	197	188	178	168
	12 sampai 14	200	192	180	170
	14 sampai 16	203	195	183	173
	16 sampai 18	207	199	185	175
	18 sampai 20	210	202	188	178
Kandungan Udara yang Disarankan (%)		7	6	6	5,5

(Sumber : Jati Kencana Beton , 2019)

- Tahapan selanjutnya yaitu menentukan kadar air bebas yang akan digunakan pada penelitian ini. Dari nilai maksimum *slump* yaitu 5 cm dan



diameter yang digunakan yaitu 19,5 mm, maka dari Tabel 4.14 mengenai kebutuhan air adalah 195 kg/cm². Maka kadar air yang digunakan adalah :

$$\text{Kadar Air Bebas} = 0,94 \times 195 \text{ kg/cm}^2.$$

$$= 183,3 \text{ kg}$$

10. Setelah mengetahui kadar air bebas maka selanjutnya yaitu menentukan faktor air semen (Fas). Faktor air semen adalah perbandingan antara air yang digunakan untuk campuran beton dan semen yang akan digunakan sehingga membentuk suatu pasta untuk campuran pembuatan beton. Pada Tabel 4.16 kuat tekan pada umur 28 hari direncanakan yaitu 520,08 kg/cm² dan tanpa penambahan makan menggunakan faktor air semen 0,30 karena pertimbangan dari berbagai hal dan direkomendasikan oleh pihak CV. Jati Kencana Beton. Namun berhubung dalam tabel tidak terdapat bilangan kuat tekan, maka diambil untuk kuat tekan 525 kg/cm² menggunakan rasio air dan semen terhadap kuat tekan beton.

Tabel 4.16 Hubungan Rasio Air dan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton
Umur 28 hari

Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (kg/cm ²)	Rasio Air Semen (Dalam Berat)	
	Tanpa Penambahan Udara	Dengan Penambahan Udara
100	0,89	0,80
125	0,84	0,75
150	0,79	0,70
175	0,74	0,65
200	0,69	0,60
225	0,65	0,56
250	0,61	0,52
275	0,58	0,49
300	0,54	0,45
325	0,51	0,42
350	0,47	0,39
275	0,45	0,37
400	0,42	0,34
425	0,40	0,32
450	0,37	0,29
475	0,35	0,27
500	0,32	0,24
525	0,30	0,22



550	0,27	0,19
575	0,25	0,17
650	0,17	0,09

(Sumber : Jati Kencana Beton , 2019)

- Selanjutnya menetapkan jumlah presentase semen yang digunakan dalam perencanaan *mix design*. Dalam perencanaan *mix design* ini menggunakan suatu akselerator maka presentase semen yang digunakan dianggap 100%.
- Jika sudah mengetahui presentase semen maka selanjutnya menentukan banyaknya jumlah semen yang dibutuhkan dalam penelitian ini

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \times \frac{\text{Presentase Semen}}{100} \\
 &= \frac{183,3}{0,30} \times \frac{100}{100} \\
 &= 611 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- Pada langkah selanjutnya adalah menentukan suatu volume agregat kasar dengan melihat Tabel 4.16. Pada langkah ini pengujian analisa agregat halus yang didapat modulus pasir sebesar untuk m-sand sebesar 3,25% dan untuk pasir muntlan sebesar 2,50% dan ukuran maksimum agregat yang digunakan adalah 19,5 mm. Jadi dapat dilihat pada Tabel 4.17 diperoleh volume agregat kasar untuk m-sand adalah 0,60 dan untuk pasir muntlan 0,65.

Tabel 4.17 Volume Agregat Kasar Untuk *Slump*

Ukuran Maksimum	Volume Agregat Kasar (Berat Isi Kering) Persatuan Volume Beton Untuk Berbagai Nilai			
	Modulus Kehalusan Pasir			
	2,4	2,6	2,8	3
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19,5	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37	0,75	0,73	0,71	0,69

(Sumber : Jati Kencana Beton , 2019)

- Selanjutnya adalah menentukan faktor koreksi dari tabel 4.17 yang telah ditetapkan pada langkah sebelumnya bahwa nilai *slump* sesuai dengan rencana adalah 4 cm sampai 8 cm dan menggunakan ukuran diameter



agregat kasar sebesar 25 mm. Maka dari Tabel 4.18 diperoleh faktor koreksi sebesar 1,028.

Tabel 4.18 Faktor Koreksi Untuk Nilai *Slump* Beton

<i>Slump</i> (cm)	Faktor Koreksi Untuk Berbagai Ukuran Maksimum Agregat			
	12,5 mm	19,5 mm	25 mm	37 mm
4 sampai 6	1,402	1,028	1,042	1,603
6 sampai 8	1,018	1,012	1,018	1,027
8 sampai 10	0,994	0,996	0,994	0,991
10 sampai 12	0,993	1,000	1,000	1,000
12 sampai 14	0,988	1,000	1,000	1,000
14 sampai 16	0,983	1,000	1,000	1,000
16 sampai 18	0,977	1,000	1,000	1,000
18 sampai 20	0,972	1,000	1,000	1,000

(Sumber : Jati Kencana Beton , 2019)

15. Tahapan selanjutnya adalah menghitung berat agregat yang akan digunakan untuk mix design.

1. Menggunakan Pasir Muntilan

$$\begin{aligned}\text{Berat Agregat Kasar} &= \text{Volume Agregat Kasar} \times \text{Faktor Koreksi} \times \text{Berat Isi} \\ &= 0,65 \times 1,028 \times 1505 \\ &= \mathbf{1005 \text{ kg/m}^3}\end{aligned}$$

2. Menggunakan pasir *M-sand*

$$\begin{aligned}\text{Berat Agregat Kasar} &= \text{Volume Agregat Kasar} \times \text{Faktor Koreksi} \times \text{Berat Isi} \\ &= 0,60 \times 1,028 \times 1505 \\ &= \mathbf{928 \text{ kg/m}^3}\end{aligned}$$

16. Menghitung kebutuhan volume air yang akan digunakan untuk mix design

$$\begin{aligned}\text{Volume Air} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Berat Jenis Air}} \\ &= \frac{183,3}{1000} \\ &= 0,1833 \text{ m}^3\end{aligned}$$

17. Selanjutnya menghitung kebutuhan volume semen yang akan dibutuhkan untuk mix design

$$\text{Volume Semen} = \frac{\text{Jumlah Semen}}{\text{Berat Jenis Semen}}$$



$$\begin{aligned} &= \frac{611}{3100} \\ &= 0,197 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

18. Selanjutnya adalah menghitung volume agregat kasar yang dibutuhkan untuk mix design

1. Untuk Pasir Muntilan

$$\begin{aligned} \text{Volume Agregat Kasar} &= \frac{\text{Berat agregat Kasar}}{\text{Berat jenis Agregat Kasar}} \\ &= \frac{1005}{2700} \\ &= 0,372 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Untuk Pasir *M-sand*

$$\begin{aligned} \text{Volume Agregat Kasar} &= \frac{\text{Berat agregat Kasar}}{\text{Berat jenis Agregat Kasar}} \\ &= \frac{928}{2700} \\ &= 0,343 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

19. Tahapan selanjutnya yaitu menentukan volume udara yang tersekap dalam pembuatan campuran beton atau mix design. Pada tabel 4.15 dapat dilihat untuk agregat kasar dengan ukuran 19,4 mm udara yang tersekap sebesar 2% atau 0,020 m³

20. Tahapan selanjutnya yaitu menghitung volume agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Volume Agregat Halus Pasir Muntilan} &= 1 - (\text{Volume Air} + \text{Volume Semen} \\ &+ \text{Volume Agregat kasar} + \text{Volume Udara}) \\ &= 1 - (0,1833 + 0,197 + 0,372 + 0,020) \\ &= 0,228 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Agregat Halus Pasir M-Sand} &= 1 - (\text{Volume Air} + \text{Volume Semen} + \\ &+ \text{Volume Agregat kasar} + \text{Volume Udara}) \\ &= 1 - (0,1833 + 0,197 + 0,343 + 0,020) \\ &= 0,257 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



21. Tahapan ini yaitu menghitung agregat halus yang dibutuhkan dalam pembuatan mix design

Berat Agregat halus (Pasir Muntilan) = Volume Agregat Halus × Berat Jenis Pasir

$$= 0,228 \times 2674$$

$$= 609,672 \text{ kg/m}^3$$

Berat Agregat halus (M-Sand) = Volume Agregat Halus × Berat Jenis Pasir

$$= 0,257 \times 2710$$

$$= 696,470 \text{ kg/m}^3$$

22. Tahapan yang terakhir adalah menghitung total dari berat beton segar

Berat Beton Segar = Kadar Air Bebas + Berat Agregat kasar + Berat Agregat Halus + Jumlah Semen

$$= 183,3 + 1005 + 609,672 + 524$$

$$= 2396,3 \text{ kg/m}^3$$

Berat Beton Segar = Kadar Air Bebas + Berat Agregat kasar + Berat Agregat Halus + Jumlah Semen

$$= 183,3 + 928 + 696,470 + 524$$

$$= 2331,770 \text{ kg/m}^3$$

Tabel 4.19 Tabel Rangkuman *Mix Design* Menggunakan Pasir Muntilan

<i>Material</i>	<i>Weight/m³ of</i>	<i>Actual , kg</i>
	<i>Concrete , kg</i>	
<i>Water</i>	183	12,609
<i>Cement</i>	611	42,098
<i>Natural Sand (Pasir Muntilan)</i>	684	47,128
<i>Split 19,5 mm</i>	1005	69,245
<i>Air Volume</i>	-	-
<i>Accelerating Admixture</i>	-	0,361

*) untuk 12 buah benda uji silinder



Tabel 4.20 Tabel Rangkuman *Mix Design* Menggunakan *Manufacture Sand* (*M-sand*)

<i>Material</i>	<i>Weight/m³ of</i>	<i>Actual , kg</i>
	<i>Concrete , kg</i>	
<i>Water</i>	183	12,609
<i>Cement</i>	611	42,098
<i>Natural Sand (M-sand)</i>	771	53,122
<i>Split 19,5 mm</i>	928	63,939
<i>Air Volume</i>	-	-
<i>Accelerating Admixture</i>	-	0,361

*) untuk 12 buah benda uji silinder

4.3. Pembuatan Benda Uji

Pada pembuatan benda uji dilaksanakan di Laboratorium Jati Kencana Beton (JKB). Pada pembuatan benda uji dilakukan selama 2 hari dengan variabel sesuai dengan perencanaan penelitian ini.

4.3.1 Pembuatan Benda Uji Silinder

Pada pelaksanaan pembuatan silinder cetakan yang digunakan menggunakan cetakan dengan Ø15 cm dan tinggi 30cm. Pada pelaksanaannya direncanakan 2 variabel kadar yaitu 0% dan 1% sedangkan untuk pengujiannya kuat tekan ini melaksanakan pada 7 hari, 14 hari, 28 hari, dan 56 hari. Jadi untuk total benda uji pada penelitian ini membuat 48 benda uji silinder. Berikut merupakan tahapan tahapan dalam pembuatan benda uji silinder:

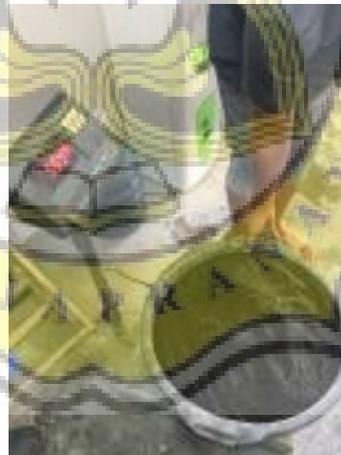
1. Tahap pertama yaitu menyiapkan alat alat yang digunakan dalam pembuatan benda uji. Alat alat tersebut antara lain alat *slump*, cetakan silinder, sekop dan beberapa peralatan lainnya. Pada SNI 1972:2008 mengenai alat *slump test* yang digunakan dalam pembuatan beton , untuk alat *slump* yang digunakan antara lain alat *slump* yang terdiri dari kerucut abrams. Untuk kerucut abrams sendiri memiliki ukuran pada bagian bawah Ø203 mm dan bagian atas memiliki Ø102 mm , memiliki tinggi 305 mm serta memiliki ketebalan 1,5 mm. Untuk alat lainnya seperti batang penusuk



yang memiliki panjang 60 cm dan palu pukul untuk mempermudah pelaksanaan dalam pembuatan beton, sedangkan peralatan lain seperti sekop, gerobak material, dan ember. Gambar 4.41 Merupakan gerobak material untuk pengambilan agregat halus.



Gambar 4.41 Gerobak Material
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.42 Ember Untuk Penakaran Bahan Penyusun Beton

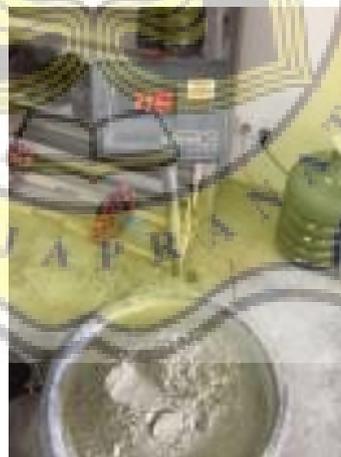
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.43 Alat *Slump test*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan. Pada persiapannya maka menggunakan takaran seperti ember untuk agregat halus, agregat kasar dan semen. Untuk penakaran air dan *accelerating admixture* menggunakan gelas ukur dan ember sesuai dengan ukuran takarannya. Gambar 4.44 Merupakan penakaran pada semen menggunakan ember.



Gambar 4.44 Penimbangan Semen Untuk Campuran Beton

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3. Setelah semen sudah ditakar sesuai dengan *mix design* yang direncanakan, tahapan selanjutnya adalah memasukkan agregat kasar, agregat halus dan



semen ke dalam *concrete mixer* yang berada di Laboratorium Jati Kencana Beton. Gambar 4.45 Bahan agregat halus, agregat kasar dan semen dituang di *concrete mixer*.



Gambar 4.45 *Concrete Mixer*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Memasukan takaran air sesuai dengan *mix design*. Pada tahapan masuknya air ini setelah agregat kasar, agregat halus dan semen masuk ke dalam *concrete mixer* dan diaduk agar beton merata. Gambar 4.46 Proses penimbangan air sebelum dimasukkan di *mixer concrete*.



Gambar 4.46 Penimbangan Air Untuk Campuran Beton

Sumber : Dokumentasi Pribadi



5. Tahapan selanjutnya yaitu penakaran *accelerating admixture* sesuai dengan variabel yang sesuai rencana. Pada penelitian ini menggunakan kadar 0% dan 1% sesuai dengan berat semen yang digunakan. Gambar 4.47 *Accelerating admixture* untuk bahan beton.



Gambar 4.47 *Accelerating Admixture* 1%

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.48 *Accelerating Admixture*

Sumber : Dokumentasi Pribadi



6. Setelah campuran beton merata dari semua bahan yang digunakan selanjutnya melakukan pemeriksaan *slump test* dan *slump flow test*. Menurut dari SNI 1972:2008, *slump test* adalah suatu teknik untuk memantau homogenitas dan kemudahan pekerjaan (*workability*) adukan beton segar dengan suatu kekentalan tertentu yang dapat dinyatakan dalam satu nilai *slump*.

Tahapan dari *slump test* adalah :

- Mempersiapkan alat *slump* yang akan digunakan dan dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan,
- Beton segar yang berasal dari *concrete mixer* dimasukkan kedalam kerucut abrams dan dipadatkan dengan batang penusuk,
- Adukan beton yang berasal dari *concrete mixer* dimasukkan dalam 3 lapis, setiap lapis memiliki ketinggian $\frac{1}{3}$ dari kerucut abrams. Setiap lapisan di tusuk tusuk menggunakan batang penusuk sebanyak 25 kali. Gambar 4.48 Menunjukkan proses *slump test* yang lapisannya ditusuk sebanyak 25 kali,



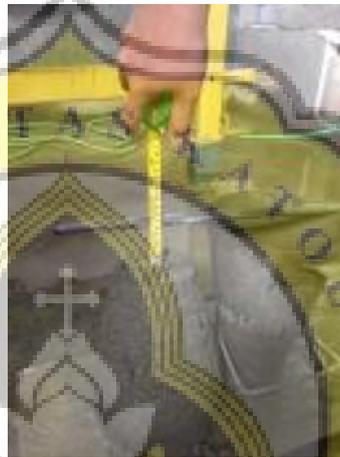
Gambar 4.49 Proses *Slump Test*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

- Tahapan selanjutnya meratakan bagian atas kerucut abrams,



- e. Selanjutnya mengangkat cetakan dan dibiarkan beberapa saat sampai terjadi penurunan pada permukaan bagian atas beton,
- f. Tahap akhir yaitu mengukur penurunan yang terjadi dengan meteran. Nilai *slump* beton didapatkan dari tinggi alat *slump* dikurangi dengan tinggi beton setelah terjadi penurunan. Pada beton yang penelitian ini hasil *slump* yaitu 60 mm Pada gambar 4.49 Menunjukkan pengukuran nilai *slump test*.



Gambar 4.50 Pengukuran *Slump Test* Menggunakan Meteran

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Tahapan Pengujian *Slump Flow Test* :

- a. Untuk pengujian *slump flow test* hampir sama dengan *slump test* tetapi yang membedakan yaitu jika *slump test* menggunakan tinggi jatuh beton tetapi jika *slump flow test* menggunakan persebaran jadi yang dipakai adalah diameter persebaran.

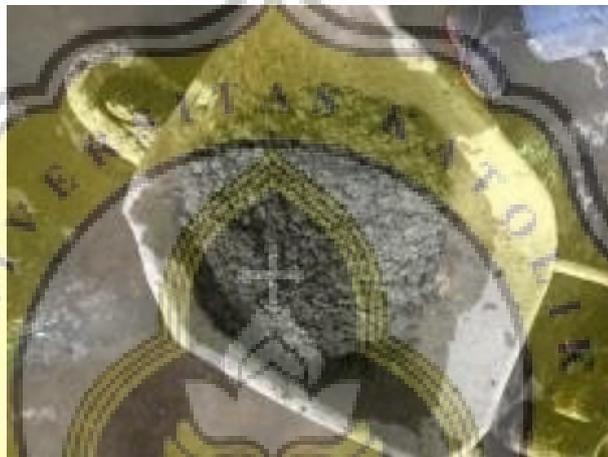
Tabel 4.21 Hasil dari *Slump Test* dan *Slump Flow Test*

Jenis Agregat Halus	<i>Slump Test</i> (mm)	<i>Slump Flow Test</i> (cm)
Pasir Muntilan 0%	60 mm	-
Manufactured Sand (M-Sand) 0%	60 mm	-



Pasir Muntlan 1%	-	Ø 60
Manufactured Sand (M-Sand) 1%	-	Ø 53

7. Setelah pengujian *slump test* maka selanjutnya beton segar di tempatkan di gerobak material untuk tahapan selanjutnya memasukan beton ke cetakan silinder. Gambar 4.51 Beton segar yang ditempatkan di gerobak material.



Gambar 4.51 Beton Segar di Gerobak Material

Sumber : Dokumentasi Pribadi

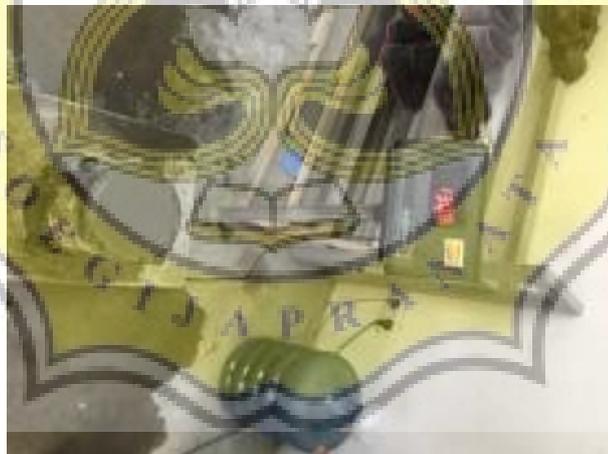
8. Setelah dimasukan di gerobak material maka tahapan selanjutnya dimasukan di silender dengan ukuran Ø15 cm dan Tinggi 30 cm. Gambar 4.52 Beton segar dari gerobak material dimasukan di cetakan silinder.



Gambar 4.52 Memasukan Beton Segar ke Cetakan Silinder

Sumber : Dokumentasi Pribadi

9. Setelah beton sudah dimasukan semua ke cetakan silinder maka tahapan selanjutnya penimbangan beton saat terisi adukan beton segar. Gambar 4.53 Menimbang beton segar



Gambar 4.53 Penimbangan Beton Segar

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.54 Beton Segar dan Cetakan Silinder

Sumber : Dokumentasi Pribadi

10. Setelah selesai maka diberi tanda atau nama pada permukaan beton sehingga beton tidak tertukar dengan beton lain.



Gambar 4.55 Penamaan Beton

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.4. Perawatan Benda Uji (Curing)

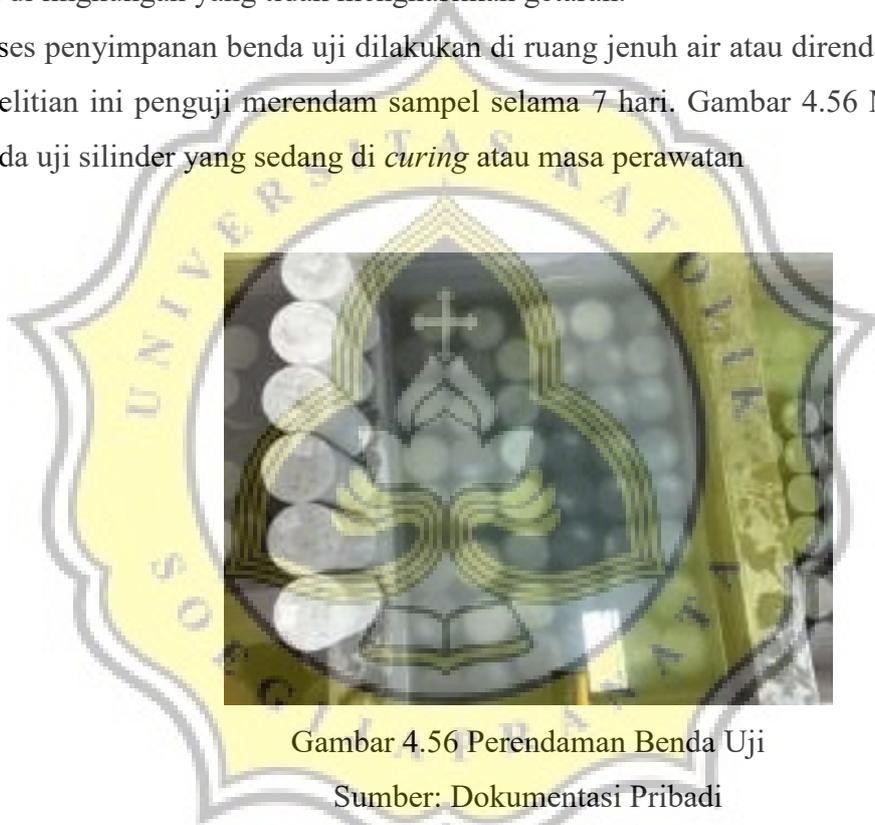
Curing / perawatan benda uji adalah proses merawat beton setelah selesai dicetak. Tujuan dari perawatan beton ini adalah untuk mengetahui reaksi hidrasi dari senyawa semen dengan seluruh material yang digunakan secara maksimal, jadi



tidak akan mengurangi dari mutu yang ingin dicapai dan juga menjaga kesusutan beton agar nilainya tidak terlalu tinggi.

Standard pelaksanaan pelaksanaan beton mengacu pada SNI 03-2493-2011 tentang tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium. yaitu setelah 24 jam \pm 8 jam setelah dilakukan pekerjaan pengecoran. Benda uji harus dibuka dan harus dirawat basah di suhu $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$. Perawatan dilakukan minimal 48 jam di lingkungan yang tidak menghasilkan getaran.

Proses penyimpanan benda uji dilakukan di ruang jenuh air atau direndam. Dalam penelitian ini pengujian merendam sampel selama 7 hari. Gambar 4.56 Merupakan benda uji silinder yang sedang di *curing* atau masa perawatan



Gambar 4.56 Perendaman Benda Uji

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4.5. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini melakukan pengujian kuat tekan *beton* secara langsung yang kemudian dapat memberikan hasil nilai kuat tekan benda uji dengan cara pembacaan skala pada alat kuat tekan beton. Pengujian ini dilakukan pada umur 7,14,28 dan 56 hari di Laboratorium Jati Kencana Beton (JKB). Gambar 4.56 Menunjukkan alat kuat tekan beton di Laboratorium Jati Kencana Beton (JKB).



Gambar 4.57 Alat Kuat Tekan Beton

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.5.1. Tahapan Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada tahapan pengujian kuat tekan beton ini mengacu pada SNI 03-6815-2002 arti dari pengujian kuat tekan beton adalah untuk terpenuhinya spesifikasi kekuatan beton dan mengukur variabilitas beton. Variabilitas dalam karakteristik beton dan setiap bahan penyusun dari beton dapat menyebabkan variasi pada beton. Variasi dalam kekuatan beton dapat diterima dengan cara pembuatan benda uji beton yang berkualitas cukup dapat mengontrol yang baik dan hasil uji diinterpretasikan dengan akurat agar pembuatan beton berkualitas cukup baik, berikut merupakan tahapan tahapan dalam pengujian kuat tekan beton yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Setelah tahapan *curing* atau perawatan maka beton diangkat atau dijemur terlebih dahulu agar beton tidak basah saat pengujian kuat tekan beton. Gambar 4.57 menunjukkan penjemuran beton agar air yang didalam beton kering.



Gambar 4.58 Beton yang Dikeringkan

Sumber : Dokumentasi Pribadi

2. Menimbang berat benda uji silinder sebelum melakukan pengujian. Gambar 4.58 penimbangan benda uji silinder.



Gambar 4.59 Menimbang Benda Uji Silinder

Sumber : Dokumentasi Pribadi



3. Selanjutnya melapisi permukaan atas benda menggunakan belerang. Pelapisan ini menggunakan alat *vertical cylinder capping concrete*. Gambar 4.60 menunjukkan alat untuk membuat lapisan belerang



Gambar 4.60 Alat *Vertical Cylinder Capping Concrete*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4. Setelah tahapan capping selesai yaitu meletakkan benda uji di alat kuat tekan. Untuk pengujian benda uji sesuai dengan kode yang ini buat. Gambar 4.61 menunjukkan benda uji yang diletakan di alat kuat tekan.



Gambar 4.61 Pengujian Kuat Tekan

Sumber : Dokumentasi Pribadi



5. Menghidupkan mesin kuat tekan, selanjutnya menjalankan mesin kuat tekan dengan penambahan beban secara konstan.
6. Melakukan pembebanan sampai dengan benda uji runtuh atau pecah dan mencatat kuat tekan yang sesuai dengan pembacaan. Gambar 4.62 pengujian yang mengakibatkan beton pecah dan runtuh.



Gambar 4.62 Keretakan Pada Beton Saat Pengujian

Sumber : Dokumentasi Pribadi

4.5.2. Berat Dari Massa Volume Beton (Benda Uji Silinder)

Berat massa volume beton adalah perbandingan antara berat benda uji silinder beton yang ditimbang pada saat umur 28 hari dengan volume benda uji.

Contoh perhitungan berat massa volume beton benda uji silinder sebagai berikut:

1. Berat benda uji silinder Normal 1 = 12,9 kg

2. Perhitungan volume benda uji silinder

$$= \pi \times r^2 \times t$$

$$= \pi \times 0,075^2 \times 0,3$$

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

3. Perhitungan berat massa volume beton

$$= \frac{\text{Berat Benda Uji Silinder}}{\text{Volume Benda Uji Silinder}}$$



$$\begin{aligned} &= \frac{12,9}{0,0053} \\ &= 2433,962 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan berat massa volume beton tersebut, maka untuk perhitungan lainnya dapat dilihat pada Table 4.22.

Tabel 4.22 Berat Massa Volume Beton

No	Umur Beton (Hari)	Normal/Viscocrete	Berat benda Uji (Kg)	Volume Benda Uji (m ³)	Berat Massa Volume Beton (Kg/m ³)	Berat Massa Volume Beton Rata Rata (Kg/m ³)
1	28 Hari	Normal 1 (MU)	12,9	0,0053	2433,962	2423,899
2		Normal 2 (MU)	12,87	0,0053	2428,302	
3		Normal 1 (MU)	12,77	0,0053	2409,434	
4		Normal 4 (MS)	13,07	0,0053	2466,038	2462,893
5		Normal 5 (MS)	13,1	0,0053	2471,698	
6		Normal 6 (MS)	12,99	0,0053	2450,943	
7		Viscocrete 1 (MU)	13,7	0,0053	2584,906	2552,830
8		Viscocrete 2 (MU)	13,5	0,0053	2547,170	
9		Viscocrete 3 (MU)	13,39	0,0053	2526,415	
10		Viscocrete 4 (MS)	13,19	0,0053	2488,679	2464,780
11		Viscocrete 5 (MS)	13,1	0,0053	2471,698	
12		Viscocrete 6 (MS)	12,9	0,0053	2433,962	

Berdasarkan Tabel 4.22 berat massa rata rata dapat dilihat di pojok kanan pada Tabel 4.22 dan dapat disimpulkan jenis beton pada penelitian ini adalah beton normal karena berat massa volume beton tersebut berada diantara 2200 kg/m³ - 2500 kg/m³.



4.5.3. Hasil Dari Pengujian Kuat Tekan Beton

Dari hasil pengujian kuat tekan dalam penelitian ini menggunakan alat Universal Testing Machine yang dilakukan di Laboratorium Jati Kencana Beton. Pada kuat tekan beton ini didapatkan beban maksimum yaitu pada saat benda uji mengalami keruntuhan akibat penerimaan beban. Tahapan tahapan dalam perhitungan hasil kuat tekan seperti di bawah ini

1. Beton Umur 7 Hari

a) Perhitungan luas penampang dari silinder (*A*)

$$\begin{aligned} A &= 0,25 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 150^2 \\ &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\ &= 176,71 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dengan Pengertian :

A = Luas Penampang Benda Uji (cm^2)

Π = Konstanta (3,14)

D = Diameter Benda Uji Silinder (mm)

b) Perhitungan Kuat Tekan Benda Uji Silinder

$$\begin{aligned} 1. \text{ Pasir Muntilan } 0\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{403,333 \times 100}{176,71} \\ &= 228,246 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Pasir Muntilan } 1\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{623,333 \times 100}{176,71} \\ &= 352,744 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ M-Sand } 0\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{526,667 \times 100}{176,71} \\ &= 298,040 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 4. \text{ M-Sand 1\%} &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\
 &= \frac{433,333 \times 100}{176,71} \\
 &= 245,223 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

c) Pengkorvesian Kuat Tekan dari Silinder ke Benda Uji Kubus

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Pasir Muntilan 0\%} &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\
 &= \frac{228,246}{0,83} \\
 &= 274,995 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Pasir Muntilan 1\%} &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\
 &= \frac{352,744}{0,83} \\
 &= 424,992 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ M-Sand 0\%} &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\
 &= \frac{298,040}{0,83} \\
 &= 359,084 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4. \text{ M-Sand 1\%} &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\
 &= \frac{245,223}{0,83} \\
 &= 295,449 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut maka diketahui rata rata kuat tekan dari 4 benda uji silinder dapat dilihat di Tabel 4.23

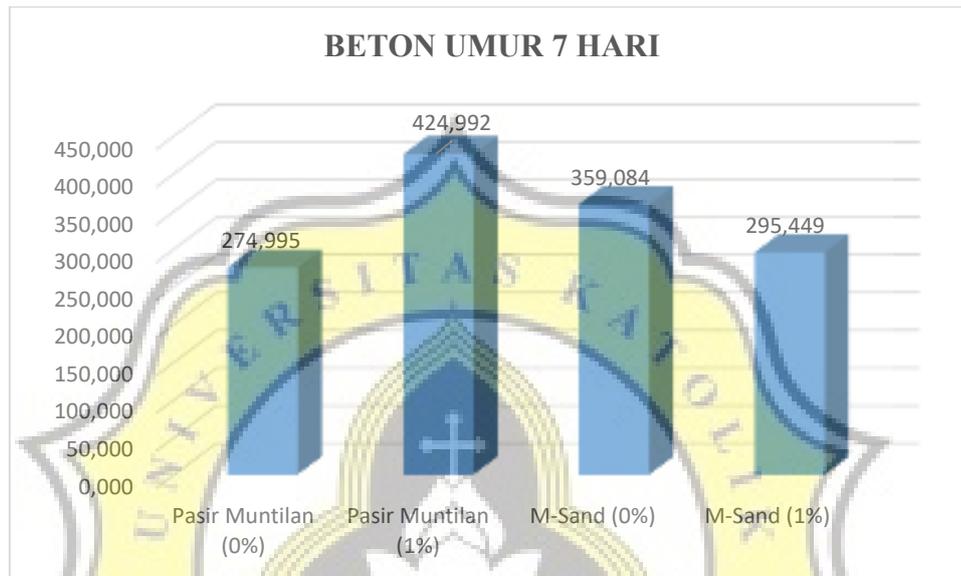
Tabel 4.23 Hasil Kuat Tekan Umur 7 hari

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	KUAT TEKAN	
						Silinder (kg/cm ²)	Kubus (kg/cm ²)
Pasir Muntilan (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	7	12,553	403,333	228,246	274,995
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	7	12,940	623,333	352,744	424,992
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	7	12,750	526,667	298,040	359,084
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	7	12,873	433,333	245,223	295,449



Berdasarkan Tabel 4.23, maka didapatkan grafik yang memperlihatkan masing masing kekuatan dari beton. Grafik 4.26 Menunjukkan grafik kuat tekan selama 7 hari.

Grafik 4.6 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari



2. Beton Umur 14 Hari

a) Perhitungan luas penampang dari silinder (A)

$$\begin{aligned} A &= 0,25 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 150^2 \\ &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\ &= 176,71 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dengan Pengertian :

A = Luas Penampang Benda Uji (cm²)

Π = Konstanta (3,14)

D = Diameter Benda Uji Silinder (mm)

b) Perhitungan Kuat Tekan Benda Uji Silinder

$$1. \text{ Pasir Muntilan } 0\% = \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A}$$



$$= \frac{463,333 \times 100}{176,71}$$

$$= 262,200 \text{ kg/cm}^2$$

2. Pasir Muntilan 1% = $\frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A}$

$$= \frac{626,667 \times 100}{176,71}$$

$$= 354,630 \text{ kg/cm}^2$$

3. M-Sand 0% = $\frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A}$

$$= \frac{563,333 \times 100}{176,71}$$

$$= 318,790 \text{ kg/cm}^2$$

4. M-Sand 1% = $\frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A}$

$$= \frac{523,333 \times 100}{176,71}$$

$$= 296,154 \text{ kg/cm}^2$$

c) Pengkorvesian Kuat Tekan dari Silinder ke Benda Uji Kubus

1. Pasir Muntilan 0% = $\frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83}$

$$= \frac{262,200}{0,83}$$

$$= 315,903 \text{ kg/cm}^2$$

2. Pasir Muntilan 1% = $\frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83}$

$$= \frac{354,630}{0,83}$$

$$= 427,265 \text{ kg/cm}^2$$

3. M-Sand 0% = $\frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83}$

$$= \frac{318,790}{0,83}$$

$$= 384,084 \text{ kg/cm}^2$$

4. M-Sand 1% = $\frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83}$

$$= \frac{296,154}{0,83}$$



$$= 356,812 \text{ kg/cm}^2$$

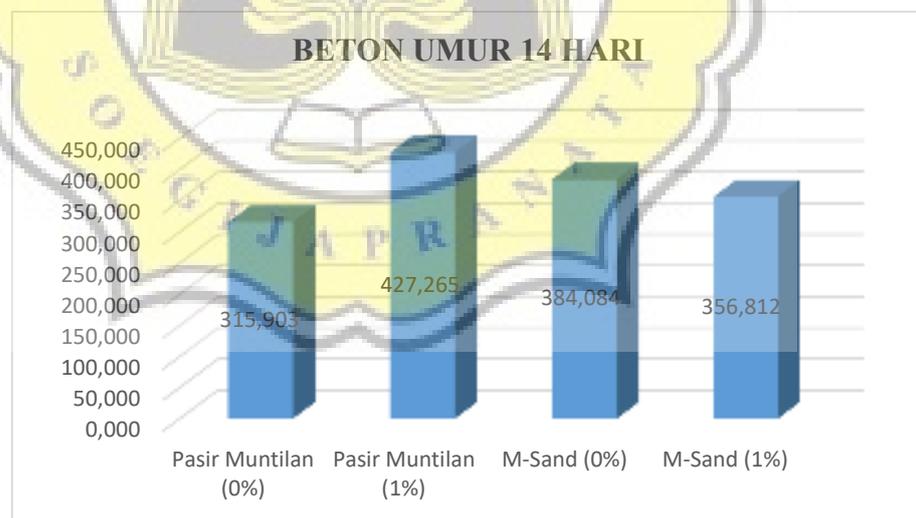
Dari perhitungan tersebut maka diketahui rata rata kuat tekan dari 4 benda uji silinder dapat dilihat di Tabel 4. 24

Tabel 4.24 Hasil Kuat Tekan Umur 14 hari

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	KUAT TEKAN	
						Silinder (kg/cm ²)	Kubus (kg/cm ²)
Pasir Muntilan (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	14	12,770	463,333	262,200	315,903
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	14	12,847	626,667	354,630	427,265
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	14	12,733	563,333	318,790	384,084
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	14	13,033	523,333	296,154	356,812

Berdasarkan Tabel 4.24, maka didapatkan grafik yang memperlihatkan masing masing kekuatan dari beton. Grafik 4.7 Menunjukkan grafik kuat tekan selama 14 hari.

Grafik 4.7 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari



3. Beton Umur 28 Hari

- Perhitungan luas penampang dari silinder (A)



$$\begin{aligned} A &= 0,25 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 150^2 \\ &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\ &= 176,71 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dengan Pengertian :

A = Luas Penampang Benda Uji (cm²)

Π = Konstanta (3,14)

D = Diameter Benda Uji Silinder (mm)

b) Perhitungan Kuat Tekan Benda Uji Silinder

$$\begin{aligned} 1. \text{ Pasir Muntilan } 0\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{466,667 \times 100}{176,71} \\ &= 264,086 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Pasir Muntilan } 1\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{683,333 \times 100}{176,71} \\ &= 386,698 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ M-Sand } 0\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{673,333 \times 100}{176,71} \\ &= 381,039 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ M-Sand } 1\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{533,333 \times 100}{176,71} \\ &= 301,813 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

d) Pengkorvesian Kuat Tekan dari Silinder ke Benda Uji Kubus

$$\begin{aligned} 1. \text{ Pasir Muntilan } 0\% &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\ &= \frac{264,086}{0,83} \\ &= 318,176 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} 2. \text{ Pasir Muntlan 1\%} &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\ &= \frac{386,698}{0,83} \\ &= 465,901 \text{ kg/cm}^2 \\ 3. \text{ M-Sand 0\%} &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\ &= \frac{381,039}{0,83} \\ &= 459,083 \text{ kg/cm}^2 \\ 4. \text{ M-Sand 1\%} &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\ &= \frac{301,813}{0,83} \\ &= 363,630 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut maka diketahui rata rata kuat tekan dari 4 benda uji silinder dapat dilihat di Tabel 4.25

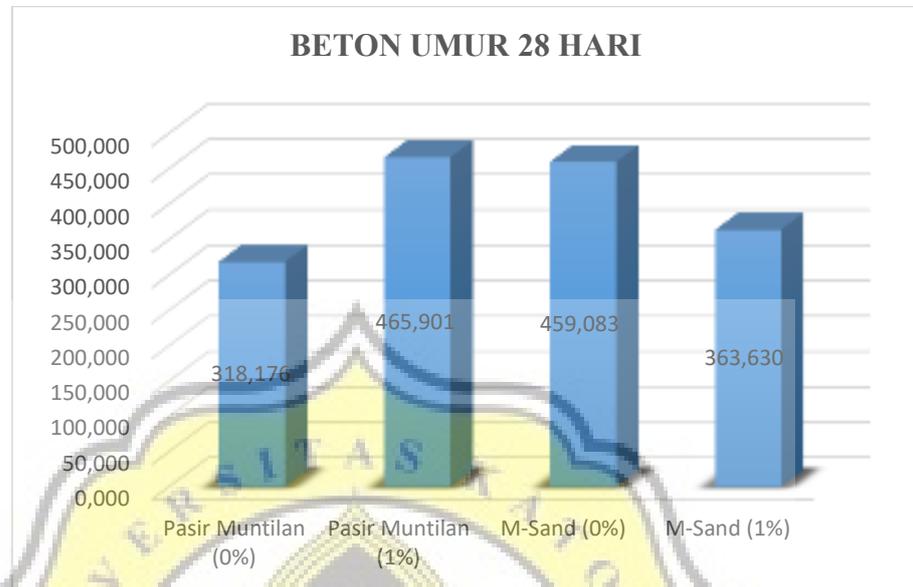
Tabel 4.25 Hasil Kuat Tekan Umur 28 hari

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	KUAT TEKAN	
						Silinder (kg/cm ²)	Kubus (kg/cm ²)
Pasir Muntlan (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	28	12,847	466,667	264,086	318,176
Pasir Muntlan (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	28	13,530	683,333	386,698	465,901
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	28	13,053	673,333	381,039	459,083
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	28	13,063	533,333	301,813	363,630

Berdasarkan Tabel 4.25, maka didapatkan grafik yang memperlihatkan masing masing kekuatan dari beton. Grafik 4.6 Menunjukkan grafik kuat tekan selama 28 hari.



Grafik 4.8 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari



4. Beton Umur 56 Hari

a) Perhitungan luas penampang dari silinder (A)

$$\begin{aligned} A &= 0,25 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 150^2 \\ &= 17671,46 \text{ mm}^2 \\ &= 176,71 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dengan Pengertian :

A = Luas Penampang Benda Uji (cm²)

π = Konstanta (3,14)

D = Diameter Benda Uji Silinder (mm)

b) Perhitungan Kuat Tekan Benda Uji Silinder

$$\begin{aligned} 1. \text{ Pasir Muntilan } 0\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{533,333 \times 100}{176,71} \\ &= 301,813 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} 2. \text{ Pasir Muntlan } 1\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{706,667 \times 100}{176,71} \\ &= 399,902 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ M-Sand } 0\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{736,667 \times 100}{176,71} \\ &= 416,879 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ M-Sand } 1\% &= \frac{\text{Gaya Tekan Maksimum} \times 100}{A} \\ &= \frac{521,667 \times 100}{176,71} \\ &= 295,211 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

c) Pengkorvesian Kuat Tekan dari Silinder ke Benda Uji Kubus

$$\begin{aligned} 1. \text{ Pasir Muntlan } 0\% &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\ &= \frac{301,813}{0,83} \\ &= 363,630 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Pasir Muntlan } 1\% &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\ &= \frac{399,902}{0,83} \\ &= 481,810 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ M-Sand } 0\% &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\ &= \frac{416,879}{0,83} \\ &= 502,264 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ M-Sand } 1\% &= \frac{\text{Kuat Tekan Benda Uji Silinder}}{0,83} \\ &= \frac{295,211}{0,83} \\ &= 355,675 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



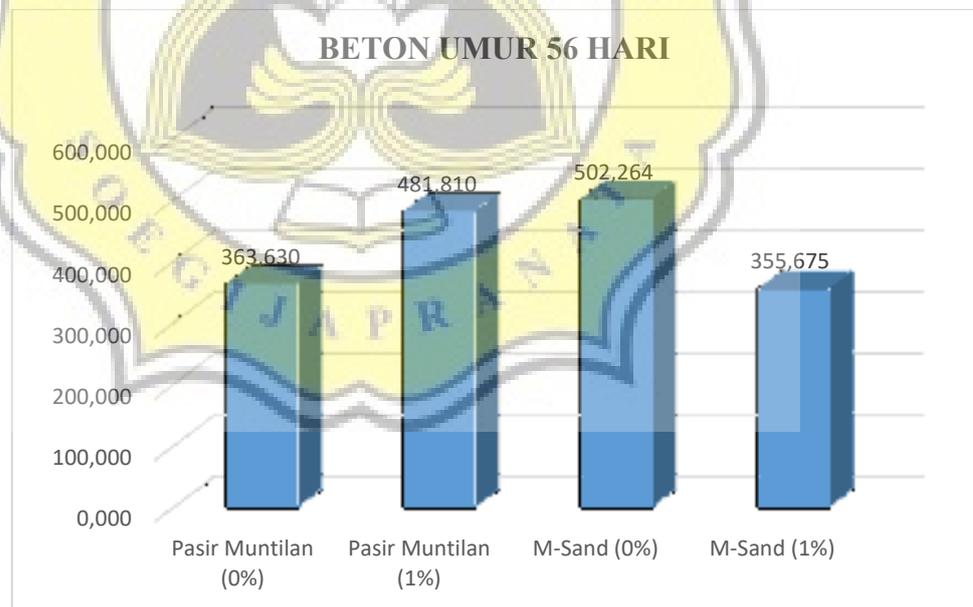
Dari perhitungan tersebut maka diketahui rata rata kuat tekan dari 4 benda uji silinder dapat dilihat di Tabel 4.26

Tabel 4.26 Hasil Kuat Tekan Umur 56 hari

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	KUAT TEKAN	
						Silinder (kg/cm ²)	Kubus (kg/cm ²)
Pasir Muntilan (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	56	12,963	533,333	301,813	363,630
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	56	12,927	706,667	399,902	481,810
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	56	13,543	736,667	416,879	502,264
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	56	13,087	521,667	295,211	355,675

Berdasarkan Tabel 4.26, maka didapatkan grafik yang memperlihatkan masing masing kekuatan dari beton. Grafik 4.9 Menunjukkan grafik kuat tekan selama 56 hari.

Grafik 4.9 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 56 Hari





4.5.4 Pengujian Beton Sesuai Jenis Agregat Halus yang Digunakan

Pada penelitian ini digunakan 2 jenis agregat halus yaitu pasir muntlan dan *M-sand* berikut hasil dari penelitian yang dilakukan.

1. Pasir Muntlan 0%

Tabel 4.27 Hasil Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Pasir (Muntlan 0%)

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	KUAT TEKAN	
						Silinder (kg/cm ²)	Kubus (kg/cm ²)
Pasir Muntlan (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	7 hari	12,553	403,333	228,246	274,995
Pasir Muntlan (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	14 hari	12,770	463,333	262,200	315,903
Pasir Muntlan (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	28 hari	12,847	466,667	264,086	318,176
Pasir Muntlan (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	56 hari	12,963	533,333	301,813	363,630

Grafik 4.10 Hasil Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Pasir (Muntlan 0%)



Kesimpulan dari kuat tekan beton menggunakan pasir muntlan 0% pada umur 7 hari sebesar K-274 kg/cm² dan pada umur 28 hari naik sebesar K-318 kg/cm².



Setelah diuji pada umur 56 hari tetap naik sebesar $K-363 \text{ kg/cm}^2$ tetapi tidak sesuai target yaitu $f_c'35$ atau $K-421 \text{ kg/cm}^2$.

2. Pasir Muntilan 1%

Tabel 4.28 Hasil Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Pasir (Muntilan 1%)

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	KUAT TEKAN	
						Silinder (kg/cm ²)	Kubus (kg/cm ²)
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	7 hari	12,940	623,333	352,744	424,992
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	14 hari	12,847	626,667	354,630	427,265
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	28 hari	13,530	683,333	386,698	465,901
Pasir Muntilan (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	56 hari	12,927	706,667	399,902	481,810

Grafik 4.11 Hasil Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Pasir (Muntilan 1%)



Kesimpulan dari kuat tekan beton menggunakan pasir muntilan 1% pada umur 7 hari sebesar $K-424 \text{ kg/cm}^2$ dan pada umur 28 hari naik sebesar $K-465 \text{ kg/cm}^2$. Setelah diuji pada umur 56 hari tetap naik sebesar $K-481 \text{ kg/cm}^2$. Untuk beton



percepatan maka percobaan ini berhasil karena pada umur 7 hari dapat menembus sesuai target yaitu $f_c' 35$ atau K- 421 kg/cm².

3. Pasir *Manufacture Sand* (M-Sand 0%)

Tabel 4.29 Hasil Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Pasir (*M-sand* 0%)

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	KUAT TEKAN	
						Silinder (kg/cm ²)	Kubus (kg/cm ²)
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	7 hari	12,750	526,667	298,040	359,084
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	14 hari	12,733	563,333	318,790	384,084
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	28 hari	13,053	673,333	381,039	459,083
M-Sand (0%)	176,71	Ø 15 , t = 30	56 hari	13,543	736,667	416,879	502,264

Grafik 4.12 Hasil Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Pasir (*M-sand* 0%)



Kesimpulan dari kuat tekan beton menggunakan *M-sand* 0% pada umur 7 hari sebesar K-359 kg/cm² dan pada umur 28 hari naik sebesar K-459 kg/cm². Setelah diuji pada umur 56 hari tetap naik menjadi sebesar K-502 kg/cm². Untuk beton



percobaan ini berhasil karena pada umur 28 hari dapat menembus sesuai target yaitu $f_c' 35$ atau K- 421 kg/cm².

4. Pasir *Manufacture Sand* (*M-sand* 1%)

Tabel 4.30 Hasil Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Pasir (*M-sand* 1%)

Jenis beton	Luas (cm ²)	Ukuran Silinder	Umur	Berat (kg)	Gaya Tekan (kN)	KUAT TEKAN	
						Silinder (kg/cm ²)	Kubus (kg/cm ²)
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	7 hari	12,873	433,333	245,223	295,449
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	14 hari	13,033	523,333	296,154	356,812
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	28 hari	13,063	533,333	301,813	363,630
M-Sand (1%)	176,71	Ø 15 , t = 30	56 hari	13,087	521,667	295,211	355,675

Grafik 4.13 Hasil Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Pasir (*M-sand* 1%)



Kesimpulan dari kuat tekan beton menggunakan *M-sand* 1% pada umur 7 hari sebesar K-295 kg/cm² dan pada umur 28 hari naik sebesar K-363 kg/cm². Setelah diuji pada umur 56 hari turun menjadi sebesar K-355 kg/cm². Untuk beton percobaan ini tidak berhasil karena pada umur 28 hari dapat menembus sesuai target



yaitu $f_c' 35$ atau K- 421 kg/cm². Untuk *M-sand* yang digunakan ini mengalami penurunan pada saat pengujian 56 hari karena berbagai faktor salah satunya karena jika *M-sand* dicampur menggunakan akselerator maka akan mengalami *bleeding* sehingga banyak rongga dan mengakibatkan penurunan kuat tekan.

4.6. Pola keretakan Pada Beton Setelah Pengujian

Pada pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji silinder maka dapat diketahui pola retak yang terjadi saat beton terkena gaya tekan aksial. Gambar 4.63 Menunjukkan pola retak yang terjadi pada benda uji silinder.



Gambar 4.63 Keretakan Benda Uji Pasir Muntlan 0% umur 7 Hari
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.64 Keretakan Benda Uji Pasir Muntlan 1% umur 14 Hari
Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.65 Keretakan Benda Uji *M-sand* 1% umur 14 Hari

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.66 Keretakan Benda Uji *M-sand* 0% umur 14 Hari

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.67 Keretakan Benda Uji Pasir Muntlan 1% umur 28 Hari

Sumber : Dokumentasi Pribadi



Gambar 4.68 Rongga Pada Benda Uji M-Sand 1%

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Berdasarkan pengujian yang dilakukan maka dapat disimpulkan pola keretakan yang terjadi hampir seragam pada bagian samping lalu secara diagonal membelah benda uji silinder. Untuk benda uji yang menggunakan pasir muntilan keretakan terjadi arah vertikal sedangkan untuk benda uji yang menggunakan *manufacture sand* (*M-sand*) keretakan terjadi pada banyak area di benda uji karena dikarenakan benda uji *manufacture sand* (*M-sand*) menggunakan kadar 1% mengalami *bleeding* dan banyak rongga di dalam benda uji.



Gambar 4.69 *Bleeding* Pada Benda Uji *M-sand* 1%

Sumber : Dokumentasi Pribadi