

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Pelaksanaan pengujian secara keseluruhan dilaksanakan di laboratorium *Alfa Mix* milik PT. Sinar Matahari Abadi yang berada di Kecamatan Badau Kabupaten Belitung. Untuk mengetahui pengaruh diameter serat *polymer etilene braid* terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton mutu tinggi di lakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Analisa agregat halus, meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan air dan berat isi.
2. Analisa agregat kasar, meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan air, berat isi dan keausan dengan mesin *Los Angeles*.
3. Pengujian *slump test* untuk menentukan tingkat *workability*.
4. Pembuatan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm tinggi 300 mm.
5. Perawatan benda uji (*curing*)
6. Pengujian kuat tekan pada umur 3,7,14,21 dan 28 hari.
7. kuat tarik belah beton pada umur 28 hari.

5.2 Analisa Agregat Halus

Agregat halus untuk pengujian ini diambil dari lokasi tambang kaolin PT. Kaolin Belitung Utama yang berada di Kecamatan Badau Kabupaten Belitung, agregat halus tersebut merupakan sisa penambangan kaolin. Analisa agregat halus yang dilakukan adalah sebagai berikut :

A. Analisa Saringan Agregat Halus

Pada pengujian ini benda uji berupa agregat halus yang digunakan seberat 1000 gr, pelaksanaan pengujian berdasarkan SNI 03-1968-1990.

Perhitungan hasil pengujian analisa saringan agregat halus adalah sebagai berikut ini.

1. Perhitungan Persentase Tertahan

$$(\%) \text{ tertahan} = \frac{\text{Berat tertahan}}{\text{Berat total}} \times 100\%$$

$$\text{No.4, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{11,6}{998,4} \times 100\% = 1,16 \%$$

$$\text{No.8, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{52,5}{998,4} \times 100\% = 5,26 \%$$

$$\text{No.16, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{244,1}{998,4} \times 100\% = 24,45 \%$$

$$\text{No.30, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{235,8}{998,4} \times 100\% = 23,62 \%$$

$$\text{No.50, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{270,5}{998,4} \times 100\% = 27,09 \%$$

$$\text{No.100, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{183,9}{998,4} \times 100\% = 18,42 \%$$

$$\text{Pan, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{0}{499,6} \times 100\% = 0 \%$$

2. Perhitungan Persentase Lolos

$$(\%) \text{ lolos} = 100\% - \text{Persentase tertahan } (\%)$$

Langkah selanjutnya :

$$(\%) \text{ lolos} = \text{Berat lolos saringan } (\%) - \text{Persentase tertahan } (\%)$$

$$\text{No.4, } (\%) \text{ lolos} = 100 \% - 1,16 \% = 98,84\%$$

$$\text{No.8, } (\%) \text{ lolos} = 98,84 \% - 5,26 \% = 93,58\%$$

$$\text{No.16, } (\%) \text{ lolos} = 93,58 \% - 24,45 \% = 69,13\%$$

$$\text{No.30, } (\%) \text{ lolos} = 69,13 \% - 23,62 \% = 45,51\%$$

$$\text{No.50, } (\%) \text{ lolos} = 45,51\% - 27,09 \% = 18,42\%$$

$$\text{No.100, } (\%) \text{ lolos} = 18,42 \% - 18,42 \% = 0 \%$$

3. Perhitungan Persentase Berat Tertahan Kumulatif

$$(\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - \text{Persentase Lolos}$$

$$\text{No.4, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100\% - 98,84\% = 1,16\%$$

$$\text{No.8, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100\% - 93,58\% = 6,42\%$$

$$\text{No.16, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100\% - 69,13\% = 30,87\%$$

$$\text{No.30, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100\% - 45,51\% = 54,49\%$$

$$\text{No.50, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - 18,42\% = 81,58\%$$

$$\text{No.100, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - 0 \% = 100 \%$$

4. Perhitungan Modulus Kehalusan

$$\begin{aligned} \text{Modulus kehalusan} &= \frac{\text{Jumlah Berat tertahan komulatif}}{100 \%} \\ &= \frac{274,51\%}{100 \%} \\ &= 2,75 \end{aligned}$$

Data gradasi agregat halus dan modulus halus butir agregat halus pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 5.1.

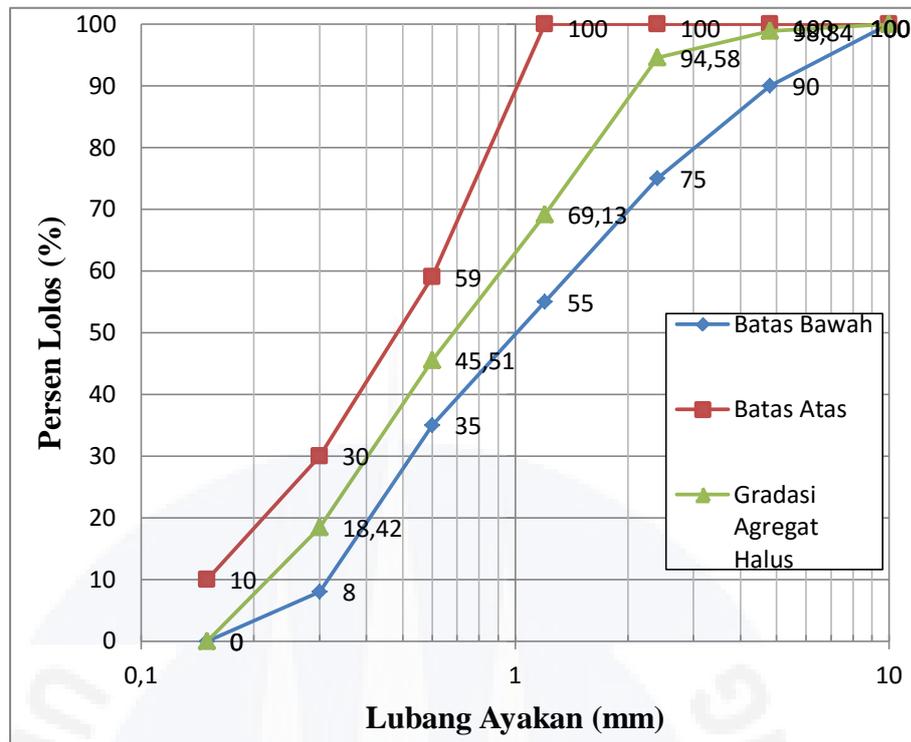
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Gradasi Agregat halus

Saringan		Berat Tertahan (gram)	Jumlah (%)		
Nomor	Ukuran (mm)		Tertahan	Lolos	Berat Tertahan Kumulatif
3/8	9,5	0	0	100	0
4	4,75	11,6	1,16	98,84	1,16
8	2,36	52,5	5,26	93,58	6,42
16	1,18	244,1	24,45	69,13	30,87
30	0,6	235,8	23,62	45,51	54,49
50	0,3	270,5	27,09	18,42	81,58
100	0,15	183,9	18,42	0,00	100,00
Pan		0	0	-	-
Jumlah		998,4			274,51
Modulus halus butir : $274,51 / 100 = 2,75$					

Sumber : Hasil Pengujian

Dari Tabel 5.1. hasil pengujian analisa saringan agregat halus yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa berat tertahan komulatif sebesar 274,51 sehingga didapat nilai modulus kehalusan halus butir sebesar 2,75, nilai tersebut memenuhi syarat untuk bahan beton sesuai dengan SNI S-04-1989-F dimana nilai modulus halus butir antara 1,50 – 3,80 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.

Persentase berat lolos hasil pengujian serta batas minimum dan maksimum gradasi agregat halus dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Analisa Saringan Agregat Halus Jenis Agak Kasar

Dari Gambar 5.1 hasil analisa saringan agregat halus dapat diketahui bahwa agregat halus yang digunakan dalam pembuatan adukan beton merupakan pasir jenis agak kasar dan memenuhi syarat analisa saringan sebagai bahan dalam campuran beton.

B. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu (*apparent*), dan penyerapan agregat halus. Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus berdasarkan SNI SNI 1969-2008.

Perhitungan hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah sebagai berikut ini.

1. Perhitungan berat jenis (*bulk*)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis (Bulk)} &= \frac{B_k}{B_a + B_j - B_t} \\
 &= \frac{496,9}{671,8 + 500 - 969,3} \\
 &= 2,5
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Berat jenis Jenuh Kering Permukaan (*SSD*)

$$\text{Berat jenis } SSD = \frac{B_j}{B_a + B_j - B_t}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis } SSD &= \frac{500}{671,8 + 500 - 969,3} \\ &= 2,5 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Berat Jenis Semu (*Apparent*)

$$\begin{aligned} \text{Berat jenis semu (Apparent)} &= \frac{B_k}{B_a + B_k - B_t} \\ &= \frac{496,9}{671,8 + 496,9 - 969,3} \\ &= 2,5 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Penyerapan

$$\begin{aligned} \text{Penyerapan (Absorption)} &= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \\ &= \frac{500 - 496,9}{496,9} \times 100\% \\ &= 0,62 \% \end{aligned}$$

Data-data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Pengujian	Simbol/Rumus	Hasil Pengujian
Berat benda uji kering permukaan jenuh (<i>SSD</i>)	B_j	500 gr
Berat benda uji kering oven	B_k	496,9 gr
Berat piknometer diisi air (250cc)	B	671,8 gr
Berat piknometer + benda uji (<i>SSD</i>) + air (250cc)	B_t	969,3 gr
Berat jenis (<i>bulk</i>)	$\frac{B_k}{B_a + B_j - B_t}$	2,5
Berat jenis jenuh kering permukaan (<i>SSD</i>)	$\frac{B_j}{B_a + B_j - B_t}$	2,5
Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	$\frac{B_k}{B_a + B_k - B_t}$	2,5
Penyerapan (<i>absorption</i>)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	0,62 %

Sumber : Hasil pengujian

Dari Tabel 5.2 di dapat nilai berat benda uji kering permukaan jenuh (B_j) sebesar 500 gr, berat benda uji kering oven (B_k) sebesar 496,9 gr, berat piknometer yang diisi air 250 cc sebesar 671,8 gr, berat piknometer yang telah diisi benda uji (SSD) dan air (250cc) sebesar 969,3 gr.

Data tersebut selanjutnya diolah sesuai dengan rumus yang tercantum dalam Tabel 5.2 sehingga dihasilkan nilai berat jenis *bulk* sebesar 2,45 gr, berat jenis jenuh kering permukaan sebesar 2,5 gr, dan berat jenis semu (*apparent*) sebesar 2,5 gr, nilai ini memenuhi spesifikasi nilai minimum yang telah ditetapkan menurut SNI 03-1970-2008 adalah 2,50. Nilai penyerapan agregat halus sebesar 0,62 % dan memenuhi spesifikasi nilai maksimum yang telah ditetapkan menurut SNI 03-1970-2008 adalah 3%. Maka agregat halus yang dipakai pada penelitian ini memenuhi syarat berat jenis dan penyerapan untuk dijadikan bahan dalam perencanaan campuran beton.

C. Berat Isi Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat halus mengacu kepada SNI 03-1973-2008, Perhitungan hasil pengujian berat isi agregat halus adalah sebagai berikut ini.

1. Perhitungan Berat Isi Kondisi Lepas

$$\begin{aligned} \text{Berat isi} &= \frac{(A - B)}{V} \\ &= \frac{(17830 - 11000)}{5301,4} \\ &= 1,29 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Berat Jenis Kondisi Padat

$$\begin{aligned} \text{Berat isi} &= \frac{(A - B)}{V} \\ &= \frac{(18760 - 11000)}{5301,4} \\ &= 1,46 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Data dari hasil pengujian berat isi untuk agregat halus dalam Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Uraian	Lepas/Gembur		Padat	
	Pengujian		Pengujian	
	I	II	I	II
Berat tempat + benda uji (gr)	17830	17830	18760	18760
Berat tempat (gr)	11000	11000	11000	11000
Berat benda uji (gr)(M)	6830	6830	7760	7760
Volume tempat (cm ³)(V)	5301,4	5301,4	5301,4	5301,4
Berat isi benda uji $M:V$ (kg/cm ³)	1,29	1,29	1,46	1,46
Berat isi rata2 (kg/cm ³)	1,29		1,46	

Sumber: Hasil Pengujian

Dari Tabel 5.3 didapat nilai berat isi untuk kondisi lepas/gembur adalah 1,29 kg/m³, sedangkan kondisi padat senilai 1,46 kg/m³. menurut SNI 03-1973-2008 batas minimum nilai berat isi untuk agregat halus 0,4-1,9 kg/m³, maka agregat halus dalam penelitian ini memenuhi syarat berat isi bahan campuran pengujian beton.

D. Kadar Air Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar air agregat halus berdasarkan SNI 03-1971-1990, jenis pengujian yang dilakukan meliputi pengujian berat tempat, berat tempat dan contoh awal, berat tempat dan contoh kering, berat benda uji awal dan berat benda uji kering, hasil pengujian kadar air agregat halus dapat dilihat Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Berat tempat (W1) (gr)	309,2
Berat tempat + contoh awal (W2) (gr)	1309,2
Berat tempat + contoh kering (W4) (gr)	1253
Berat benda uji awal (W3=W2-W1) (gr)	1000
Berat benda uji kering (W5=W4-W1) (gr)	946,8
Kadar air (%) = $((W3-W5)/W5)) \times 100$	5,62

Sumber: Hasil Pengujian

Dari Tabel 5.4 didapat hasil perhitungan kadar air agregat halus sebesar 5,62%.

Hasil rekapitulasi pengujian yang telah dilakukan pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990	-	5	0	%
	- Lolos saringan no. 200		1,5	3,8	2,75	-
2.	Berat jenis	SNI 03-1969-2008	2,5	-	2,5	-
	- <i>Bulk</i>		2,5	-	2,5	-
	- SSD		2,5	-	2,5	-
	- <i>Apparent</i>		-	3	0,62	%
3.	Berat isi	SNI 03-1973-2008	0,4	1,9	1,29	gr/cm ³
	- Lepas (silinder)		0,4	1,9	1,46	gr/cm ³
4.	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	5,62	%

Sumber : hasil perhitungan

Dari Tabel 5.5 hasil rekapitulasi pengujian terhadap agregat halus telah memenuhi spesifikasi bahan campuran beton yang telah ditentukan.

5.3 Analisa Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan pada pengujian ini adalah agregat merak dengan ukuran maksimum 2 cm, analisa agregat kasar meliputi :

A. Analisa Saringan Agregat Kasar

Pengujian analisa saringan agregat kasar adalah untuk menentukan gradasi agregat kasar, hasil analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.6. Perhitungan hasil pengujian analisa saringan agregat kasar adalah sebagai berikut ini.

a. Perhitungan Persentase Tertahan

$$(\%) \text{ tertahan} = \frac{\text{Berat tertahan}}{\text{Berat total}} \times 100\%$$

$$\text{Saringan } 3/8'', (\%) \text{ tertahan} = \frac{1085,2}{1485} \times 100\% = 93,28 \%$$

$$\text{Saringan No.4, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{390,3}{1485} \times 100\% = 6,08 \%$$

$$\text{Saringan No.8, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{5,6}{1485} \times 100\% = 0,38 \%$$

$$\text{Saringan No.16, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{1,2}{1485} \times 100\% = 0,08 \%$$

$$\text{Saringan No.30, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{1,4}{1485} \times 100\% = 0,09 \%$$

$$\text{Saringan No.50, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{0,9}{1485} \times 100\% = 0,06 \%$$

$$\text{Saringan No.100, } (\%) \text{ tertahan} = \frac{0,04}{1485} \times 100\% = 0,03 \%$$

b. Perhitungan Persentase Lolos

$$\text{Saringan } 3/4'', (\%) \text{ lolos} = 100 \% - 93,28 \% = 26,92 \%$$

$$\text{Saringan } 3/8'', (\%) \text{ lolos} = 26,92 \% - 26,28\% = 0,64\%$$

$$\text{Saringan N0.4, } (\%) \text{ lolos} = 0,64\% - 0,38\% = 0,26\%$$

$$\text{Saringan N0.8, } (\%) \text{ lolos} = 0,26 \% - 0,08 \% = 0,18 \%$$

$$\text{Saringan N0.16, } (\%) \text{ lolos} = 0,18 \% - 0,09\% = 0,09\%$$

$$\text{Saringan N0.30, } (\%) \text{ lolos} = 0,09\% - 0,06 \% = 0,03 \%$$

$$\text{Saringan N0.50, } (\%) \text{ lolos} = 0,03\% - 0,03 \% = 0 \%$$

c. Perhitungan Persentase Berat Tertahan Kumulatif

$$(\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - \text{Persentase Lolos}$$

$$\text{Saringan } 3/4'', (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - 26,92 \% = 73,08\%$$

$$\text{Saringan } 3/8'', (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - 0,64\% = 99,36\%$$

$$\text{Saringan No.4, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - 0,26\% = 99,74\%$$

$$\text{Saringan No.8, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - 0,18 \% = 99,82\%$$

$$\text{Saringan No.16, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - 0,09\% = 99,91\%$$

$$\text{Saringan No.30, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - 0,03 \% = 99,97\%$$

$$\text{Saringan No.50, } (\%) \text{ Berat Tertahan Kumulatif} = 100 \% - 0 \% = 100 \%$$

d. Perhitungan Modulus Kehalusan

$$\begin{aligned} \text{Modulus kehalusan} &= \frac{\sum \text{tertahan kumulatif}}{100\%} \\ &= \frac{671,88}{100\%} = 6,72 \end{aligned}$$

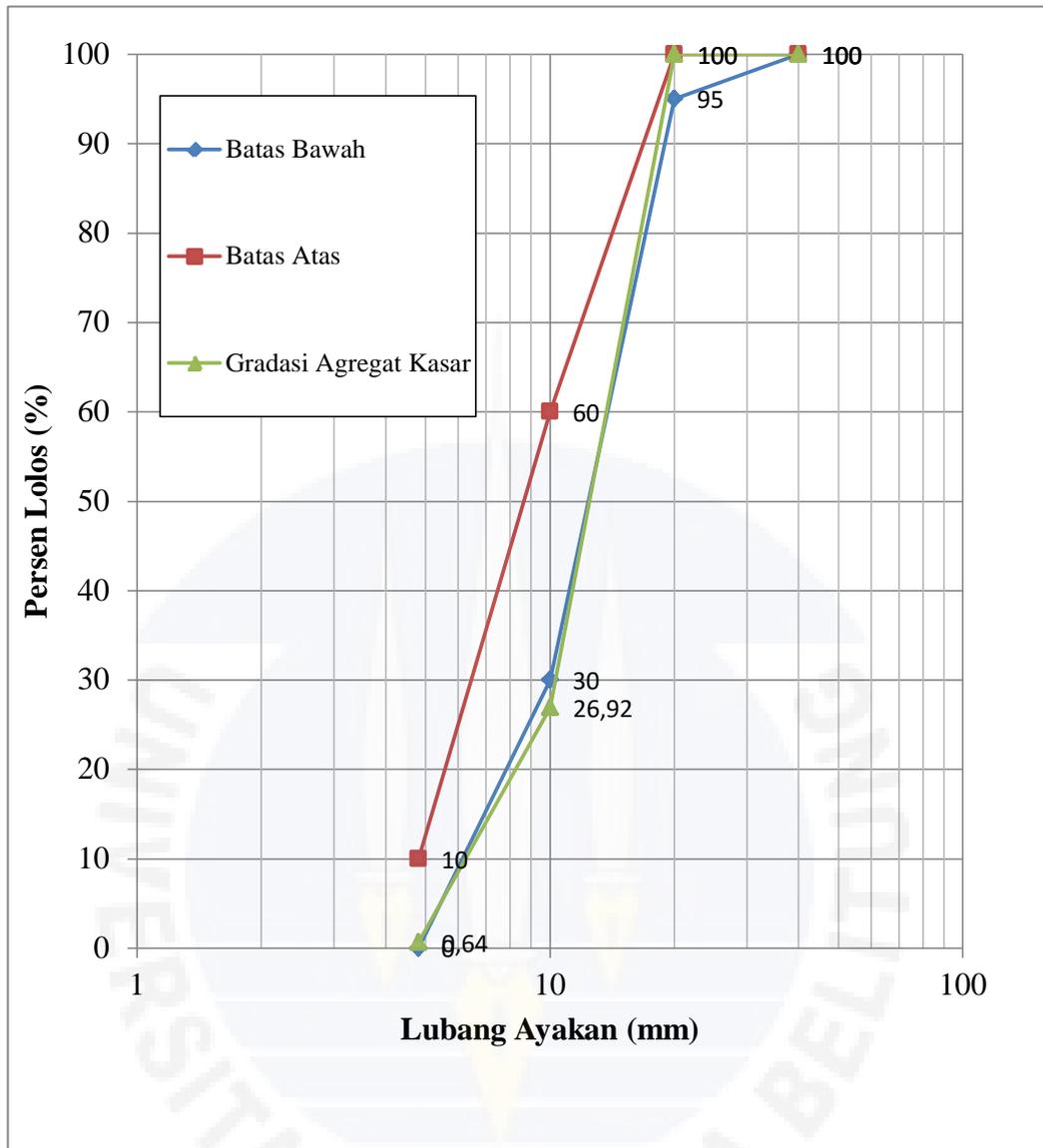
Tabel 5.6 Analisa Saringan Agregat Kasar

Saringan		Berat Tertahan (gram)	Jumlah (%)		
Nomor	Ukuran (mm)		Tertahan	Lolos	Berat Tertahan Kumulatif
1,5	37,5	0	0	100	0
3/4	19	0	0	100	0
3/8	9,5	1085,2	73,08	26,92	73,08
4	4,75	390,3	26,28	0,64	99,36
8	2,36	5,6	0,38	0,26	99,74
16	1,18	1,2	0,08	0,18	99,82
30	0,6	1,4	0,09	0,09	99,91
50	0,3	0,9	0,06	0,03	99,97
100	0,15	0,4	0,03	0,00	100,00
Pan		0	0	-	-
Jumlah		1485			671,88
Modulus halus butir : $671,88 / 100 = 6,72$					

Sumber : Hasil pengujian

Pada Tabel 5.6 didapat nilai modulus kehalusan agregat kasar sebesar 6,72 %, nilai ini memenuhi spesifikasi nilai maksimum yang telah ditetapkan SNI 03-1968-1990 sebesar 8%.

Persentase berat lolos hasil pengujian serta batas minimum dan maksimum gradasi agregat halus dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Analisa Saringan Agregat Kasar

Pada Gambar 5.2 terlihat persentase berat lolos agregat memenuhi standar dengan ketentuan ukuran maksimum agregat yang digunakan adalah 20 mm. Hal ini menunjukkan agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi syarat pada ketentuan gradasi agregat.

B. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Data dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian	Simbol/Rumus	Hasil Pengujian
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	B_j	2247 gr
Berat benda uji kering oven	B_k	2232,5 gr
Berat benda uji dalam air	B_a	1388 gr
Berat jenis (<i>bulk</i>)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,60
Berat jenis jenuh kering permukaan (SSD)	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,61
Berat jenis semu (<i>apparent</i>)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,64
Penyerapan (<i>absorption</i>)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	0,65 %

Sumber: Hasil Pengujian

Dari Tabel 5.7 hasil pengujian berat jenis *bulk* sebesar 2,60, Berat jenis jenuh kering permukaan sebesar 2,61, berat jenis semu permukaan (*apparent*) agregat kasar adalah 2,64, nilai ini memenuhi spesifikasi nilai minimum yang telah ditetapkan menurut SNI 03-1969-2008 adalah 2,5 .

Nilai penyerapan agregat kasar sebesar 0,65 % dan memenuhi spesifikasi nilai maksimum yang telah ditetapkan menurut SNI 03-1970-2008 adalah 3 %. Maka agregat kasar yang dipakai pada penelitian ini memenuhi syarat berat jenis dan penyerapan untuk dijadikan bahan campur dalam penelitian beton.

C. Keausan Agregat Kasar

Pengujian keausan agregat kasar menggunakan mesin abari *Los Angeles*, cara pelaksanaan pengujian keausan agregat berdasarkan SNI 03-2417-2008, data hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Keausan Agregat Kasar Dengan Mesin *Los Angeles*

Saringan		Berat contoh pengujian
Lewat	Tertahan	
1½	1	-
1	¾	500 gr
¾	½	500 gr
½	⅜	-
Total		1000 gr
Berat benda uji semula (<i>M</i>)		1000 gr
Berat benda uji tertahan saringan 12 (<i>N</i>)		788 gr
Keausan = $\frac{M-N}{M} \times 100\%$		21,2 %

Sumber: Hasil Pengujian

Dari Tabel 5.8 keausan agregat kasar sebesar 21,2%. Berdasarkan spesifikasi SNI 03-2417-2008, keausan agregat kasar yang ditentukan adalah maksimal 40%, dengan demikian agregat kasar pada penelitian ini telah memenuhi syarat keausan bahan untuk campuran beton .

D. Berat Isi Agregat Kasar

Data dari hasil pengujian berat isi untuk agregat kasar dalam Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Uraian	Lepas/Gembur		Padat	
	Pengujian		Pengujian	
	I	II	I	II
Berat tempat + benda uji (gr)	17850	17850	19200	19100
Berat tempat (gr)	11000	11000	11000	11000
Berat benda uji(gr)(<i>M</i>)	6850	6850	7450	7453
Volume tempat (cm ³)(<i>V</i>)	5301,4	5301,4	5301,4	5301,4
Berat isi benda uji <i>M:V</i> (kg/m ³)	1,29	1,29	1,41	1,41
Berat isi benda uji rata-rata (kg/m ³)	1,29		1,41	

Sumber: Hasil Pengujian

Dari Tabel 5.9 didapat nilai berat isi untuk keadaan lepas atau gembur adalah $1,29 \text{ kg/m}^3$, sedangkan untuk kondisi padat adalah $1,41 \text{ kg/m}^3$. Menurut SNI 03-1973-2008 batas minimum nilai berat isi untuk agregat halus maupun agregat kasar adalah $0,4-1,9 \text{ kg/m}^3$, maka agregat dalam penelitian ini memenuhi syarat berat isi bahan campuran pengujian beton.

E. Kadar Air Agregat

Dari hasil pengujian kadar air untuk agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Pengujian
Berat tempat (W1) (gr)	285,4
Berat tempat + contoh awal (W2) (gr)	1785,4
Berat tempat + contoh kering (W4) (gr)	1771
Berat benda uji awal (W3 = W2 - W1) (gr)	1500
Berat benda uji kering (W5 = W4 - W1) (gr)	1485,7
Kadar air (%) $((W3 - W5) / W5) \times 100$	0,96

Sumber: Hasil Pengujian

Dari Tabel 5.10 didapat nilai hasil pengujian kadar air agregat kasar yang akan digunakan dalam campuran beton mutu tinggi adalah sebesar 0,96 %.

Rekapitulasi hasil pengujian terhadap agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Kasar

No	Pengujian	Standar Pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	maks		
1.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990	-	1	0	%
	- Lolos saringan no. 200		6	8	6,72	-
2.	Berat jenis	SNI 03-1969-2008	2,5	-	2,60	-
	- <i>Bulk</i>		2,5	-	2,61	-
	- SSD		2,5	-	2,64	-
	- <i>Apparent</i>		-	3	0,65	%
3.	Berat isi	SNI 03-1973-1990	0,4	1,9	1,29	gr/cm ³
	- Lepas (silinder)		0,4	1,9	1,41	gr/cm ³
4.	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	0,96	%
5	Keausan agregat	SNI 03-2417-2008			21,2	%

Sumber : hasil pengujian

Dari Tabel 5.11 hasil semua pengujian terhadap agregat kasar telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

5.4 Campuran Beton (*Mix Design*)

Langkah-langkah perancangan proporsi campuran beton berdasarkan ketentuan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).

1. Menetapkan nilai standar deviasi (s)

Standar deviasi ditetapkan berdasarkan tingkat mutu, makin baik mutu pelaksanaan maka makin kecil nilai standar deviasi, nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3

Nilai standar deviasi diambil pada tingkat mutu pekerjaan baik maka ditetapkan nilai standar deviasi (s) = 5,7 MPa

2. Nilai tambah atau margin

Nilai tambah atau margin dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M &= k \times s \\ &= 1,34 \times 5,7 \\ &= 7,6 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= 2,33 \times s - 3,5 \\ &= (2,33 \times 5,7) - 3,5 \\ &= 9,89 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Keterangan :

M = Nilai tambah

k = 1,34

s = Standar deviasi

Maka nilai tambah atau margin diambil nilai yang paling besar yaitu 9,8 MPa

- Menetapkan kuat tekan beton yang diiyaratkan pada umur 28 hari ($f'c$)
Kuat tekan beton ditetapkan sesuai dengan persyaratan perencanaan beton yang digunakan adalah 50 N/mm².

- Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan

Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'c + M \\ &= 50 + 9,8 \\ &= 59,8 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Keterangan :

f'_{cr} = Tekan rata-rata yang ditargetkan

$f'c$ = Kuat tekan yang ditargetkan

M = Nilai tambah

- Penetapan jenis semen

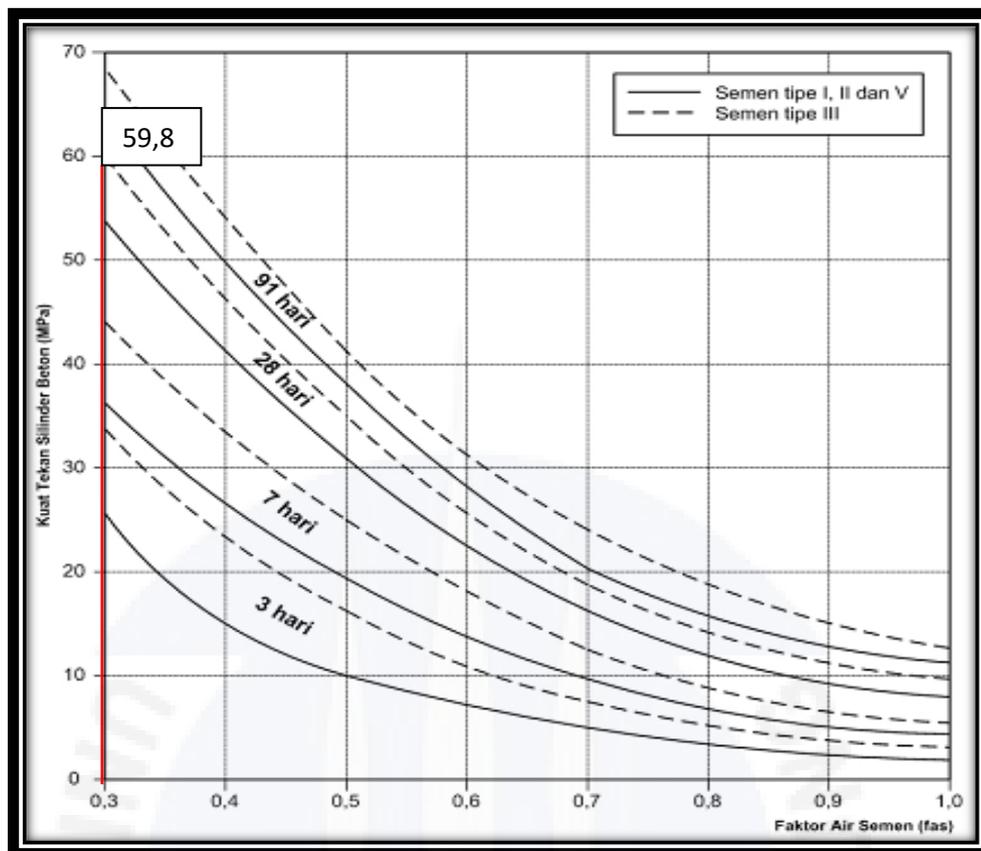
Semen yang digunakan semen *Portland* tipe *PCC* merk Tiga Roda.

- Penetapan jenis agregat

Jenis agregat pada campuran ini menggunakan agregat kasar batu pecah dan agregat halus batu tak dipecah (alami).

- Pemilihan Faktor Air Semen (f.a.s)

Penentuan nilai faktor air semen dilihat pada gambar 5.3.



Sumber: SNI. 03-2834-2000.

Gambar 5.3 Proses Menentukan Nilai f.a.s (Faktor Air Semen) dengan Berhubungan Nilai Kuat Tekan Beton

8. Penetapan nilai *slump*
Nilai *slump* yang digunakan yaitu 6 – 18 cm.
9. Penetapan besar butir agregat maksimum
Besar butir agregat maksimum pada beton yaitu 20 mm yang dihitung berdasarkan gradasi agregat agregat kasar.
10. Jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton
Jumlah air yang digunakan per meter kubik beton ditentukan berdasarkan penggunaan agregat yang dipecah atau agregat yang tidak dipecah menggunakan Tabel 5.14 dan agregat campuran dihitung sebagai berikut
 - a. Kadar air bebas = $0,67. W_h + 0,33. W_k$
 $= 0,67 (195) + 0,33 (225)$
 $= 204,9$ liter

$W_h = 195$ dan $W_k = 225$ didapat berdasarkan Tabel 5.14. Keterangan W_h dan W_k dapat dilihat pada daftar notasi.

Tabel 5.12 Nilai Perkiraan Kadar Air Bebas (kg/m^3) yang Dibutuhkan untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pekerjaan Adukan

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak dipecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecah	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Sumber: SNI. 03-2834-2000.

11. Berat semen yang diperlukan

Berat semen per meter kubik beton dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} W_{\text{smn}} &= \frac{1}{\text{f.a.s}} \cdot W_{\text{air}} \\ &= \frac{1}{0,3} \times 204,9 \\ &= 683 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan :

W_{smn} = berat semen yang diperlukan

f.a.s = nilai faktor air semen

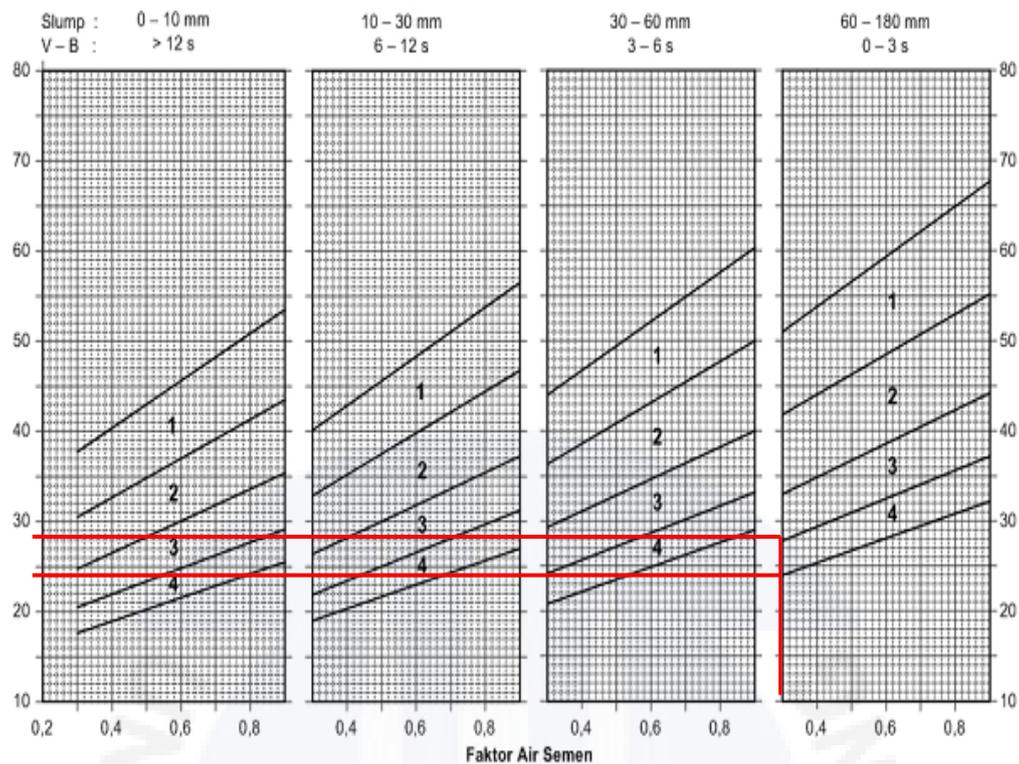
W_{air} = berat air per meter kubik

12. Penetapan jenis agregat halus

Dari Tabel 5.1 dan Gambar 5.1 batas gradasi agregat halus menunjukkan hasil analisa saringan agregat halus bahwa pasir yang digunakan dalam penelitian ini termasuk agregat halus jenis agak kasar sebagai bahan dalam campuran beton.

13. Proporsi besar agregat halus terhadap agregat campuran.

Perbandingan berat agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari gambar 5.4.



Gambar 5.4 Proses menentukan persen Agregat Halus Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm

Batas bawah = 24 %

Batas atas = 28 %

Persen agregat halus = $(24 + 28)/2 = 26 \%$

Persen agregat kasar = $100 \% - 26 \%$
= 74 %

14. Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan (SSD))

$$= \frac{Kh}{100} \times bj.AH + \frac{Kk}{100} \times bj.AK$$

$$= \frac{26}{100} \times 2,5 + \frac{74}{100} \times 2,61 = 2,58$$

Keterangan :

Kh = Persentase berat agregat halus terhadap campuran

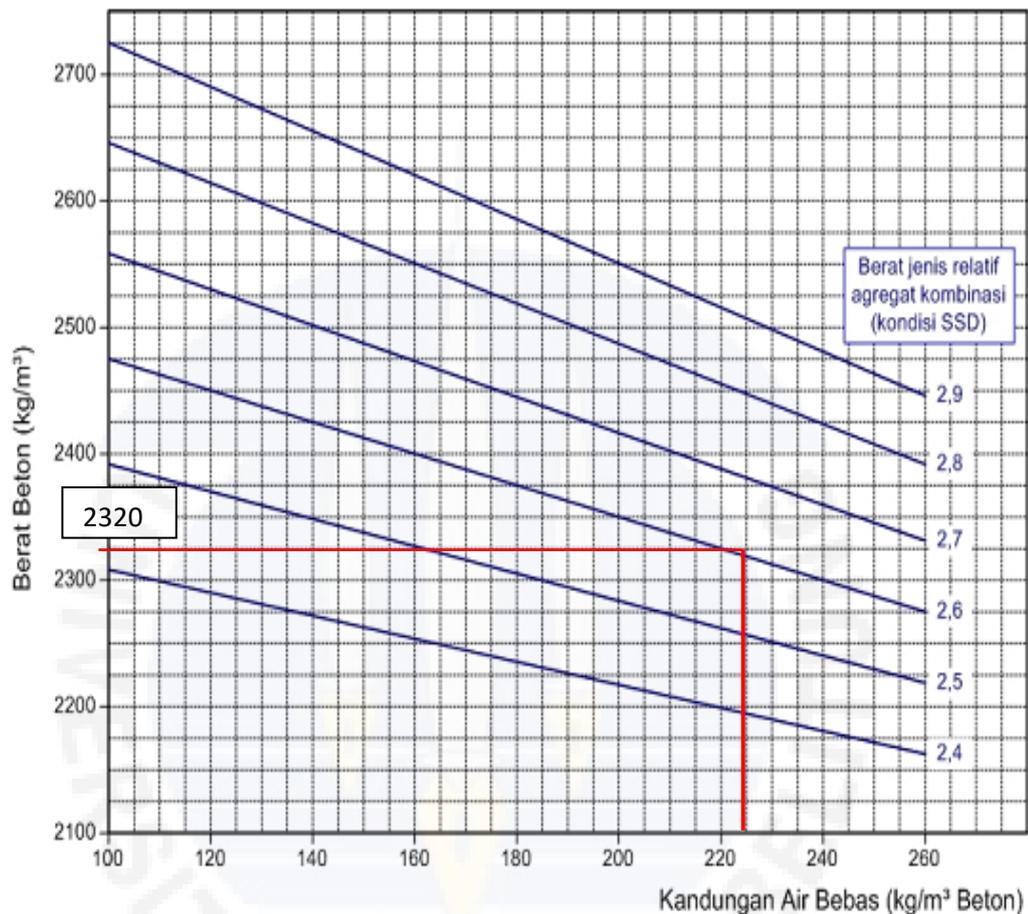
Kk = Persentase berat agregat kasar terhadap campuran

$bj.AH$ = Berat jenis agregat halus

$bj.AK$ = Berat jenis agregat kasar

15. Perkiraan berat beton

Perkiraan berat beton di tentukan melalui Grafik hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran, dan berat beton yang terlihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 Proses Menentukan Perkiraan Berat Isi Beton Basah Telah Dipadatkan

Dari Gambar 5.5 perkiraan berat isi beton basah yang telah dipadatkan didapat berat beton yaitu 2320 kg/m^3 .

16. Dihitung kebutuhan berat agregat campuran

$$\begin{aligned}
 W_{\text{agr.camp}} &= W_{\text{btn}} - W_{\text{air}} - W_{\text{smn}} \\
 &= 2320 - 205 - 683 \\
 &= 1432 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Keterangan :

$$W_{\text{agr.camp}} = \text{Kebutuhan berat agregat campuran (kg/m}^3\text{)}$$

$$W_{\text{btn}} = \text{Berat beton (kg/m}^3\text{)}$$

$$W_{\text{air}} = \text{Berat air (kg/m}^3\text{)}$$

$$W_{\text{snn}} = \text{Berat semen (kg/m}^3\text{)}$$

17. Dihitung berat agregat halus yang diperlukan

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} W_{\text{agr.h}} &= K_h \times W_{\text{agr.camp}} \\ &= 26\% \times 1432 \\ &= 372,32 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan :

$$W_{\text{agr.h}} = \text{Kebutuhan agregat halus (kg/m}^3\text{)}$$

$$K_h = \text{Persentase berat agregat halus terhadap campuran}$$

$$W_{\text{agr.camp}} = \text{Kebutuhan berat agregat campuran (kg/m}^3\text{)}$$

18. Dihitung berat agregat kasar yang diperlukan

Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} W_{\text{agr.k}} &= K_k \times W_{\text{agr.camp}} \\ &= 74 \% \times 1432 \\ &= 1059,68 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan :

$$W_{\text{agr.k}} = \text{Kebutuhan agregat kasar (kg/m}^3\text{)}$$

$$K_k = \text{Persentase berat agregat kasar terhadap campuran}$$

$$W_{\text{agr.camp}} = \text{Kebutuhan berat agregat campuran (kg/m}^3\text{)}$$

19. Proporsi Campuran

Dari hasil perhitungan proporsi campuran beton didapatkan susunan campuran beton secara teoritis untuk tiap m^3 , yaitu sebagai berikut:

- a. Semen Portland = 683 kg
- b. Air = 205 lt
- c. Agregat halus = 372,32 kg
- d. Agregat kasar = 1059,68 kg

Data hasil perhitungan campuran beton (*Mix Design*) dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Perhitungan Campuran Beton (*Mix Design*)

No	Uraian	Tabel/Grafik Perhitungan/Rumus	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan ($f'c$)	Ditetapkan	50 MPa (umur 28 hari)
2	<i>Deviasi standard</i> (s)	Tabel 3.3 Lampiran C	5,7 N/mm ²
3	Nilai tambah (m)	1,34 x (s) Atau 2,33 x (s) - 3,5	1,34 x 5,7 = 7,64 atau (2,33x5,7) - 3,5 = 9,8 Diambil nilai yang terbesar
4	Kuat tekan rata-rata yang diperlukan ($f'cr$)	(1+3)	50+9,8=59,8 MPa
5	Jenis semen	Ditetapkan	<i>PCC</i>
6	Jenis agregat a. Jenis agregat halus b. Jenis agregat kasar	Ditetapkan	Alami Batu pecah
7	Faktor air semen	Gambar 5.3	0,3
8	Nilai <i>slump</i>	SNI 03-3834-2000	60-180 mm
9	Besar butir agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
10	Jumlah air yang diperlukan per meter kubik beton	$0,67 W_h + 0,33 W_k$	204,9 lt
11	Berat semen yang diperlukan	$\frac{1}{f_{as}} W_{air}$	683 kg
12	Jenis agregat halus	Tabel 3.3	Daerah gradasi susunan butir agak kasar
13	Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran	Gambar 5.4	26 %
14	Berat jenis campuran	$((kh/100) \times b_{jh}) + ((kk/100) \times b_{jk})$	2,58
15	Perkiraan berat beton	Gambar 5.5	2320 kg/m ³
16	Berat agregat campuran	(15)-(10)-(11)	1432 kg
17	Berat agregat halus	$kh \times (16)$	372,32 kg
18	Berat agregat kasar	$kk \times (16)$	1059,68 kg
19	<i>Superplastisizer</i>	0,3% x Berat semen	2,049 lt

Sumber: Hasil Perhitungan

20. Koreksi proporsi campuran

Untuk mendapatkan campuran sebenarnya yaitu campuran yang dipakai pada campuran uji, angka-angka tersebut dikoreksi kembali dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam masing-masing agregat yang digunakan dalam campuran beton.

a. Kebutuhan air di lapangan

$$\begin{aligned} W_{a.lap} &= W_a - \frac{A_h - A_{jpk.h}}{100 + A_{jpk.h}} \times W_{agr.h} - \frac{A_k - A_{jpk.k}}{100 + A_{jpk.k}} \times W_{agr.k} \\ &= 205 - \frac{5,62 - 0,62}{100 + 1,2} \times 372,32 - \frac{0,96 - 0,65}{100} \times 1059,68 \\ &= 183,32 \text{ lt/m}^3 \end{aligned}$$

b. Kebutuhan agregat halus di lapangan

$$\begin{aligned} W_{agr.h.lap} &= W_{agr.h} + \frac{A_h - A_{jpk.h}}{100} \times W_{agr.h} \\ &= 372,33 + \frac{5,62 - 0,62}{100} \times 372,33 \\ &= 390,94 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan agregat kasar di lapangan

$$\begin{aligned} &= W_{agr.k} + \frac{A_k - A_{jpk.k}}{100} \times W_{agr.k} \\ &= 1059,68 + \frac{0,96 - 0,65}{100} \times 1059,68 \\ &= 1062,96 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan :

$W_{a.lap}$ = Jumlah kebutuhan air di lapangan (liter/m³)

W_a = Jumlah kebutuhan air menurut hasil hitungan (kg/m³)

$W_{agr.h.lap}$ = Jumlah kebutuhan agregat halus di lapangan (kg/m³)

$W_{agr.h}$ = Jumlah kebutuhan agregat halus menurut hasil hitungan (kg/m³)

$W_{agr.k.lap}$ = Jumlah kebutuhan agregat kasar di lapangan (kg/m³)

$W_{agr.k}$ = Jumlah kebutuhan agregat kasar menurut hasil hitungan (kg/m³)

- A_h = Kadar air agregat halus di lapangan (%)
 A_k = Kadar air agregat kasar di lapangan (%)
 $A_{j_{kp.h}}$ = Kadar air jenuh kering permukaan agregat halus (%)
 $A_{j_{kp.k}}$ = Kadar air jenuh kering permukaan agregat kasar (%)

d. Kebutuhan serat *polymer etilene braid* di lapangan

Serat *polymer etilene braid* yang digunakan dalam penelitian ini sebelumnya dipotong-potong berdasarkan aspek rasio $l/d=90$,

Panjang serat yang digunakan dapat dilihat pada tabel 5.14.

Tabel 5.14 Panjang Serat *Polymer Etilene Braid*
Berdasarkan Aspek Rasio

\varnothing 0,80 mm	\varnothing 1,00 mm	\varnothing 1,20 mm
$l/d = 90$	$l/d = 90$	$l/d = 90$
$l=0,80.90$	$l=1,00.90$	$l=1,20.90$
$l = 72$ mm	$l = 90$ mm	$l = 108$ mm

Dari Tabel 5.14 diketahui diameter 0,8 mm panjang serat yang digunakan 7,2 cm, diameter 1,00 mm panjang serat 9,0 cm dan 1,2 mm panjang serat 10,8 cm. Untuk berat yang diperlukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.15.

Tabel 5.15 Pemakaian *polymer etilene braid*
untuk berbagai campuran

<i>Pe Braid</i> (kg)	Tanpa Serat	\varnothing 0,8 mm (kg)		\varnothing 1,0 mm (kg)		\varnothing 1,2 mm (kg)	
	0%	0,3%	0,4%	0,3%	0,4%	0,3%	0,4%
Tiap 0,0053 m ³ (1 silinder)	0	0,011	0,015	0,011	0,015	0,011	0,015
Tiap 0,0159 m ³ (3 silinder)	0	0,033	0,045	0,033	0,045	0,033	0,045
Tiap 0,0330 m ³ (6 silinder)	0	0,066	0,09	0,066	0,09	0,066	0,09

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 5.15 presentasi serat yang digunakan adalah sebesar 0,3% dan 0,4% dari berat semen, untuk persentasi serat 0,3% serat yang digunakan sejumlah 0,011 kg dan persentasi 0,4% serat yang digunakan sebesar 0,015 kg.

e. Kebutuhan *superplasticizer* di lapangan

Superplasticizer yang digunakan merk sikka, bahan tersebut diperoleh dari persediaan *alfa mix*, volume yang digunakan dapat di lihat pada Tabel 5.16

Tabel 5.16 Pemakaian *superplasticizer* untuk berbagai campuran

Benda Uji	<i>Superplasticizer</i> (kg)
Tiap 0,0053 m ³ (1 silinder)	0,011
Tiap 0,0159 m ³ (3 silinder)	0,033
Tiap 0,0330 m ³ (6 silinder)	0,066

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 5.15 penambahan *superplasticizer* di tetapkan sebesar 0,3% dari berat semen, untuk setiap silinder dibutuhkan sebesar 0,011 kg.

Hasil akhir proporsi campuran setelah dikoreksi dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini :

Tabel 5.17 Hasil akhir proporsi campuran

Rencana Pembuatan Beton	Semen (kg)	Air (lt)	<i>Superplasticizer</i> (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)
Tiap m ³	683	183,32	2,049	390,94	1062,96
Proporsi campuran	1	0,27	0,003	0,57	1,56
Tiap 0,0053 m ³ (1 silinder)	3,76	0,97	0,011	2,08	5,63
Tiap 0,0159 m ³ (3 silinder)	11,28	2,91	0,033	6,24	16,89
Tiap 0,0330 m ³ (6 silinder)	22,56	5,82	0,066	12,48	33,72

Sumber : Hasil Perhitungan

5.5 Pengadukan Campuran Beton

Pelaksanaan pengadukan beton mesin molen (*concrete mixer*) karena dengan mesin tersebut diharapkan akan hasilkan campuran yang homogen, bahan-bahan yang akan digunakan berupa agregat kasar, agregat halus, semen *Portland*,

air, *superplasticizer* dan serat *polymer etilene braid* di timbang untuk kebutuhan 3 cetakan silender. Benda uji dibuat sebanyak 126 buah selama enam hari berturut-turut.

Paramater yang digunakan pada pengadukan beton dengan *concrete mixer* dengan pengamatan visual ditandai dengan tidak tampaknya butir-butir pasir atau waktu mengaduk dengan *concrete mixer* sekitar dari 2 menit.

Bahan-bahan berupa semen Portland seberat 11,28 kg, agregat kasar seberat 16,89 kg dan agregat halus seberat 6,24 kg dimasukkan secara bertahap ke dalam *concrete mixer* kemudian diberi air sebanyak 2,91 liter, air yang sebelumnya telah ditakar menggunakan gelas takar di tuang perlahan ke dalam concrete mixer, setelah campuran teraduk rata kemudian ditambahkan *superplasticizer* 0,033 liter.

Pada campuran beton tanpa serat adukan terlihat baik, untuk pencampuran serat menggunakan metoda pencampuran basah, yakni serat dicampurkan kedalam adukan beton yang telah diberikan air, ketika dicampurkan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm panjang serat 7,2 cm persentasi serat 0,3 % dan 0,4 % adukan terlihat tercampur rata / homogen.

Pada penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,0 mm panjang serat 9 cm dan diameter 1,2 mm panjang serat 10,8 cm terlihat pembentukan gumpalan serat (*balling effect*) di dalam *concrete mixer*, penggumpalan tersebut terjadi pada persentasi serat 0,3% dan 0,4%.

5.6 Analisa Slump Beton

Cara pelaksanaan pengujian *slump* agregat berdasarkan SNI 03-1972-2008, pengujian dilakukan pada beton tanpa serat, beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm, 1,00 mm dan 1,20 mm dengan persentase serat 0,3% dan 0,4 %.

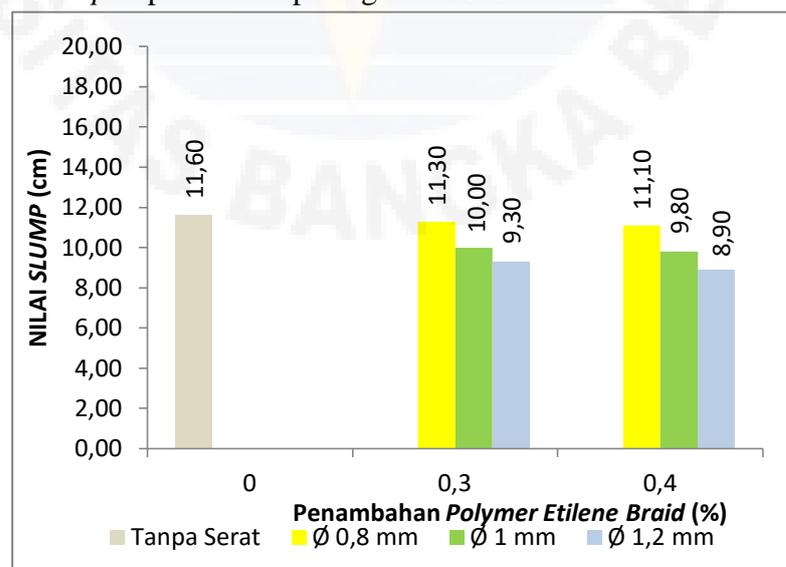
Hasil pengujian *slump* yang dilakukan beton dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini:

Tabel 5.18 Hasil Pengujian *Slump*

Penambahan Serat <i>Pe Braid</i>		<i>Slump</i> rencana (cm)	<i>Slump</i> yang didapatkan (cm)
Tanpa Serat	0 %	6-18	11,6
Ø 0,8 mm	0,3%	6-18	11,3
	0,4%	6-18	11,1
Ø 1,0 mm	0,3%	6-18	10
	0,4%	6-18	9,8
Ø 1,2 mm	0,3%	6-18	9,3
	0,4%	6-18	8,9

Sumber: Hasil Pengujian

Dari Tabel 5.18 di atas dapat dilihat bahwa nilai *slump test* memenuhi yang disyaratkan yaitu berada diantara *slump* rencana 6-18 cm. Pada campuran beton tanpa serat nilai *slump* diperoleh sebesar 11,6 cm. Sedangkan pada penambahan serat *polymer etilene* diameter 0,8 mm panjang serat berdasarkan aspek rasio ($l/d=90$) sebesar 7,2 cm dengan persentase campuran 0,3% dari berat semen di peroleh nilai *slump* sebesar 11,30 cm, nilai *slump* mengalami penurunan menjadi 11,10 cm pada persentase serat 0,4%. Hubungan antara peningkatan diameter dan persentase penambahan *polymer etilene braid* pada campuran beton dengan nilai *Slump* dapat di lihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Hubungan antara diameter dan persentase *polymer etilene braid* pada campuran beton dengan nilai *Slump*

Pada Gambar 5.6 nilai *slump* beton tanpa serat adalah 11,60 cm, pada pencampuran serat *polymer etilene braid* diameter 1,0 mm panjang serat 9 cm dengan persentase campuran serat 0,3% nilai *slump* mengalami penurunan menjadi 10 cm dan pada persentase serat 0,4% nilai *slump* menjadi 9,80 cm. Penurunan nilai *slump* juga terjadi pada penambahan serat berdiameter 1,20 mm dengan panjang serat 10,8 cm persentase serat 0,3% nilai *slump* menjadi 9,30 cm dan pada persentase campuran serat 0,4% nilai *slump* menjadi 8,90 cm.

Pembuatan benda uji beton mutu tinggi menggunakan proporsi campuran agregat, semen, air *superplasticizer* yang sama, pemberian bahan tambah berupa serat *polymer etilene braid* memberikan pengaruh penurunan nilai *slump*. Semakin besar diameter maka semakin panjang serat yang digunakan dan semakin kecil nilai uji *slump* nya. Nilai *slump* tertinggi didapat pada pengujian *slump* beton tanpa serat dan nilai terendah terdapat pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,20 mm dengan kadar 0,4%.

Penambahan serat dengan diameter 1,0 mm panjang serat 9 cm dan penambahan serat 1,20 mm panjang serat 10,8 cm pada persentase 0,3% dan 0,4% terjadi penggumpalan serat pada saat pengadukan bahan dengan *concrete mixer*. Penggumpalan serat tersebut mempengaruhi *workability* sehingga serat tidak tercampur merata pada adukan dan mempersulit pengerjaan.

5.7 Analisa Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dimaksudkan untuk mengetahui besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dilakukan pada umur 4, 7, 14, 21 dan 28 hari dengan tujuan untuk mendapatkan gambaran perkembangan kekuatan tekan beton dengan menggunakan bahan tambah serat *polymer etilene braid* dan hasilnya dibandingkan dengan beton tanpa serat.

Perhitungan nilai kuat tekan beton dihitung menggunakan rumus 4.13 dan hasil pengujian kuat tekan beton umur 4 hari pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 4 hari

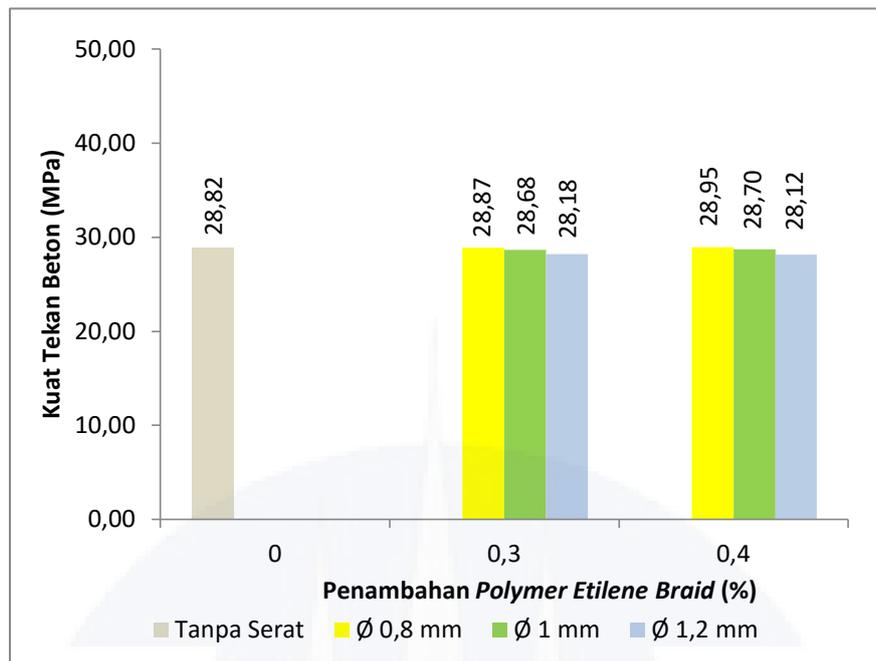
PE Braid		Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (mm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan	Kuat Tekan	Kuat tekan Rata-rata
			Pembuatan	Pengujian				N	MPa	
Tanpa Serat	0%	BN 1	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,45	512000	28,83	28,82
		BN 2	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,10	510000	28,72	
		BN 3	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,30	513000	28,89	
Ø0,80 mm	0,30%	B 0,8(0,3) 1	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,15	505000	28,44	28,87
		B 0,8(0,3) 2	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,10	517000	29,12	
		B 0,8(0,3) 3	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,20	516000	29,06	
	0,40%	B 0,8(0,4) 1	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,25	515000	29,00	28,95
		B 0,8(0,4) 2	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,25	511000	28,78	
		B 0,8(0,4) 3	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,30	516000	29,06	
Ø1,00 mm	0,30%	B 1,0(0,3) 1	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,00	508000	28,61	28,68
		B 1,0(0,3) 2	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,00	510000	28,72	
		B 1,0(0,3) 3	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,10	510000	28,72	
	0,40%	B 1,0(0,4) 1	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,00	512000	28,83	28,70
		B 1,0(0,4) 2	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,00	502000	28,27	
		B 1,0(0,4) 3	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,10	515000	29,00	
Ø1,20 mm	0,30%	B 1,2(0,3) 1	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,15	499000	28,10	28,18
		B 1,2(0,3) 2	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,25	501000	28,21	
		B 1,2(0,3) 3	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,15	501000	28,21	
	0,40%	B 1,2(0,4) 1	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,30	501000	28,21	28,12
		B 1,2(0,4) 2	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,20	498000	28,05	
		B 1,2(0,4) 3	16/06/2016	20/06/2016	4	17756,8	12,35	499000	28,10	

Sumber : Hasil Pengujian

Pada Tabel 5.19 didapat hasil kuat tekan beton pada umur 4 hari dengan beton tanpa serat sebesar 28,82 MPa, beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8mm persentase campuran 0,3 % sebesar 28,87 MPa dan diameter 0,8mm 0,4 %, sedangkan pada sebesar 28,95 MPa, diameter 1,0 mm 0,3 % sebesar 28,68 MPa, diameter 1,0 mm 0,4 % sebesar 28,70 MPa, diameter 1,2 mm 0,3 % sebesar 28,18 MPa dan diameter 1,2 mm 0,4 % sebesar 28,12 MPa.

Hubungan antara diameter dan persentasi serat *polymer etilene braid* dengan kuat tekan beton yang dicapai pada pengujian umur 4 hari dapat dilihat pada Gambar 5.7.

Pada umur 4 hari kuat tekan tertinggi dicapai pada pengujian beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm persentasi serat 0,4% dengan nilai kuat tekan sebesar 29,95 MPa, sedangkan kuat tekan terendah dicapai pada beton yang ditambahkan serat *polymer etilene braid* diameter 1,20 mm persentasi serat 0,4% dengan nilai kuat tekannya sebesar 28,12 MPa.



Gambar 5.7 Hubungan antara diameter dan persentase serat *polymer etilene braid* pada beton dengan kuat tekan beton pada umur 4 hari

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.20.

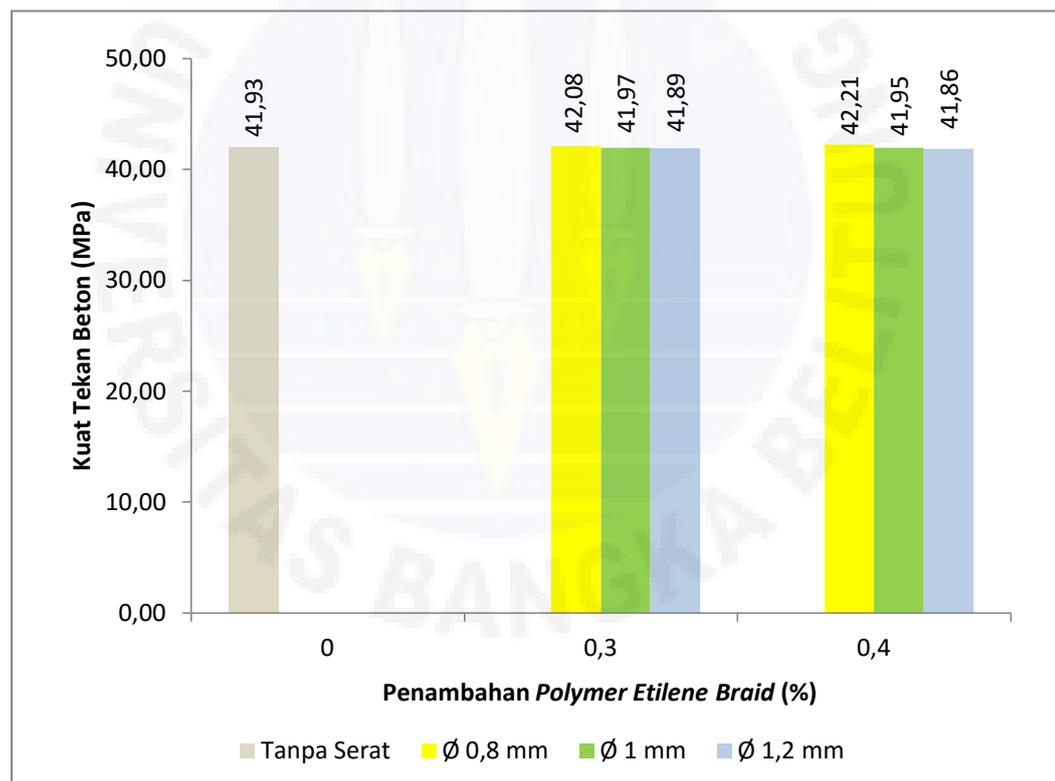
Tabel 5.20 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 7 hari

PE Braid	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (mm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan	Kuat Tekan	Kuat tekan Rata-rata	
		Pembuatan	Pengujian				N	MPa	MPa	
Tanpa Serat	0%	BN 1	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,45	741000	41,93	41,93
		BN 2	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,10	744000	42,10	
		BN 3	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,30	738000	41,76	
Ø0,80 mm	0,30%	B 0,8(0,3) 1	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,15	740000	41,87	42,08
		B 0,8(0,3) 2	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,10	745000	42,16	
		B 0,8(0,3) 3	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,20	746000	42,21	
	0,40%	B 0,8(0,4) 1	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,25	745000	42,16	42,21
		B 0,8(0,4) 2	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,25	745000	42,16	
		B 0,8(0,4) 3	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,30	748000	42,33	
Ø1,00 mm	0,30%	B 1,0(0,3) 1	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,00	746000	42,21	41,97
		B 1,0(0,3) 2	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,00	741000	41,93	
		B 1,0(0,3) 3	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,10	738000	41,76	
	0,40%	B 1,0(0,4) 1	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,00	736000	41,65	41,95
		B 1,0(0,4) 2	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,00	744000	42,10	
		B 1,0(0,4) 3	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,10	744000	42,10	
Ø1,20 mm	0,30%	B 1,2(0,3) 1	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,15	747000	42,27	41,89
		B 1,2(0,3) 2	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,25	731000	41,37	
		B 1,2(0,3) 3	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,15	743000	42,04	
	0,40%	B 1,2(0,4) 1	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,30	741000	41,93	41,86
		B 1,2(0,4) 2	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,20	740000	41,87	
		B 1,2(0,4) 3	17/06/2016	24/06/2016	7	17671,9	12,35	738000	41,76	

Sumber : Hasil Pengujian

Pada Tabel 5.20 didapat hasil kuat tekan beton umur 7 hari pada beton tanpa serat nilai kuat tekan sebesar 41,93 MPa, beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8mm persentase campuran 0,3 % diperoleh nilai kuat tekan sebesar 42,08 MPa dan persentase campuran 0,4 % diperoleh nilai kuat tekan sebesar 42,21 MPa, sedangkan pada penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,0 mm persentase 0,3 % nilai kuat tekan yang diperoleh sebesar 41,97 MPa dan persentase 0,4 % nilai kuat tekan sebesar 41,95 MPa, untuk penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm persentase 0,3 % nilai kuat tekan sebesar 41,89 MPa dan 0,4 % nilai kuat tekan sebesar 41,86 MPa.

Hubungan antara diameter dan persentase serat *polymer etilene braid* dengan kuat tekan beton yang dapat dicapai pada pengujian umur 7 hari seperti yang terlihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Hubungan antara diameter dan persentase serat *polymer etilene braid* pada beton dengan kuat tekan beton pada umur 7 hari

Pada Gambar 5.8, pada umur 7 hari kuat tekan benda uji menunjukkan peningkatan, kuat tekan tertinggi dicapai pada pengujian beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm persentase serat 0,4%

dengan nilai kuat tekan sebesar 42,21 MPa, sedangkan kuat tekan terendah dicapai pada beton yang ditambahkan serat *polymer etilene braid* diameter 1,20 mm persentasi serat 0,4% dengan nilai kuat tekannya sebesar 41,86 MPa.

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 14 hari pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan hubungan antara diameter dan persentasi serat *polymer etilene braid* dengan kuat tekan beton yang dapat dicapai pada pengujian umur 14 hari seperti yang terlihat pada Gambar 5.9 .

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 14 hari

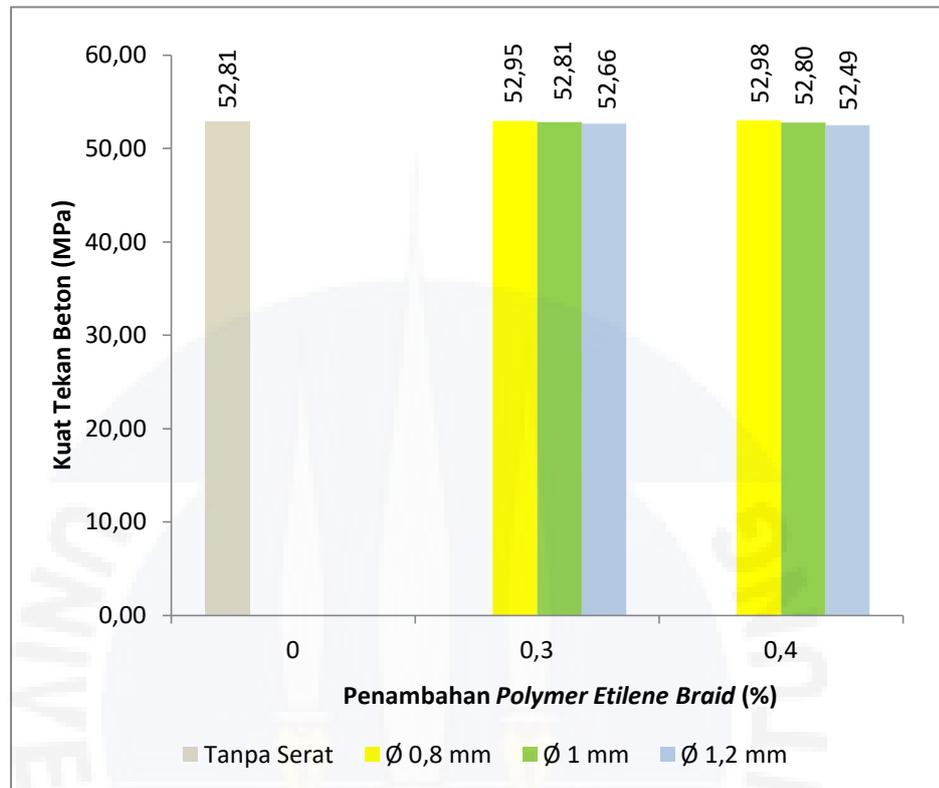
PE Braid	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (mm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan	Kuat Tekan	Kuat tekan Rata-rata	
		Pembuatan	Pengujian				N	MPa	MPa	
Normal	0%	BN 1	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,32	932000	52,74	52,81
		BN 2	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,18	935000	52,91	
		BN 3	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,2	933000	52,80	
Ø0,80 mm	0,30%	B 0,8(0,3) 1	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,21	937000	53,02	52,95
		B 0,8(0,3) 2	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,18	932000	52,74	
		B 0,8(0,3) 3	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,2	938000	53,08	
	0,40%	B 0,8(0,4) 1	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,20	936000	52,97	52,98
		B 0,8(0,4) 2	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,25	936000	52,97	
		B 0,8(0,4) 3	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,15	937000	53,02	
Ø1,00 mm	0,30%	B 1,0(0,3) 1	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,15	929000	52,57	52,81
		B 1,0(0,3) 2	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,15	938000	53,08	
		B 1,0(0,3) 3	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,14	933000	52,80	
	0,40%	B 1,0(0,4) 1	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,21	930000	52,63	52,80
		B 1,0(0,4) 2	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,22	936000	52,97	
		B 1,0(0,4) 3	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,15	933000	52,80	
Ø1,20 mm	0,30%	B 1,2(0,3) 1	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,18	928000	52,51	52,66
		B 1,2(0,3) 2	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,25	934000	52,85	
		B 1,2(0,3) 3	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,17	930000	52,63	
	0,40%	B 1,2(0,4) 1	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,25	915000	51,78	52,49
		B 1,2(0,4) 2	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,18	938000	53,08	
		B 1,2(0,4) 3	18/06/2016	02/07/2016	14	17671,9	12,21	930000	52,63	

sumber : Hasil Pengujian

Pada Tabel 5.21 diperoleh hasil kuat tekan beton umur 14 hari pada beton tanpa serat sebesar 52,81 MPa, pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8mm persentase serat 0,3 % nilai kuat tekan yang diperoleh sebesar 52,95 MPa dan persentase 0,4 % sebesar 52,98 MPa.

Pada penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,0 mm 0,3 % nilai kuat tekan yang diperoleh sebesar 52,81 MPa dan persentase 0,4 % sebesar 52,80 MPa,

Penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm persentase 0,3 % nilai kuat tekannya sebesar 52,66 MPa dan persentase 0,4 % nilai kuat tekannya sebesar 52,49 MPa.



Gambar 5.9 Hubungan antara diameter dan persentase serat *polymer etilene braid* pada beton dengan kuat tekan beton pada umur 14 hari

Pada Gambar 5.9, pada umur 14 hari kuat tekan benda uji sudah mencapai mutu tinggi namun masih bawah mutu beton rencana. Kuat tekan tertinggi dicapai pada pengujian beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm persentasi serat 0,4% dengan nilai kuat tekan sebesar 52,98 MPa, sedangkan kuat tekan terendah dicapai pada beton yang ditambahkan serat *polymer etilene braid* diameter 1,20 mm persentasi serat 0,4% dengan nilai kuat tekannya sebesar 52,48 MPa.

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 21 hari pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.21 dan hubungan antara diameter dan persentasi pada serat *polymer etilene braid* terhadap kuat tekan beton yang dapat dicapai pada pengujian umur 21 hari dapat dilihat pada Gambar 5.10.

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 21 hari

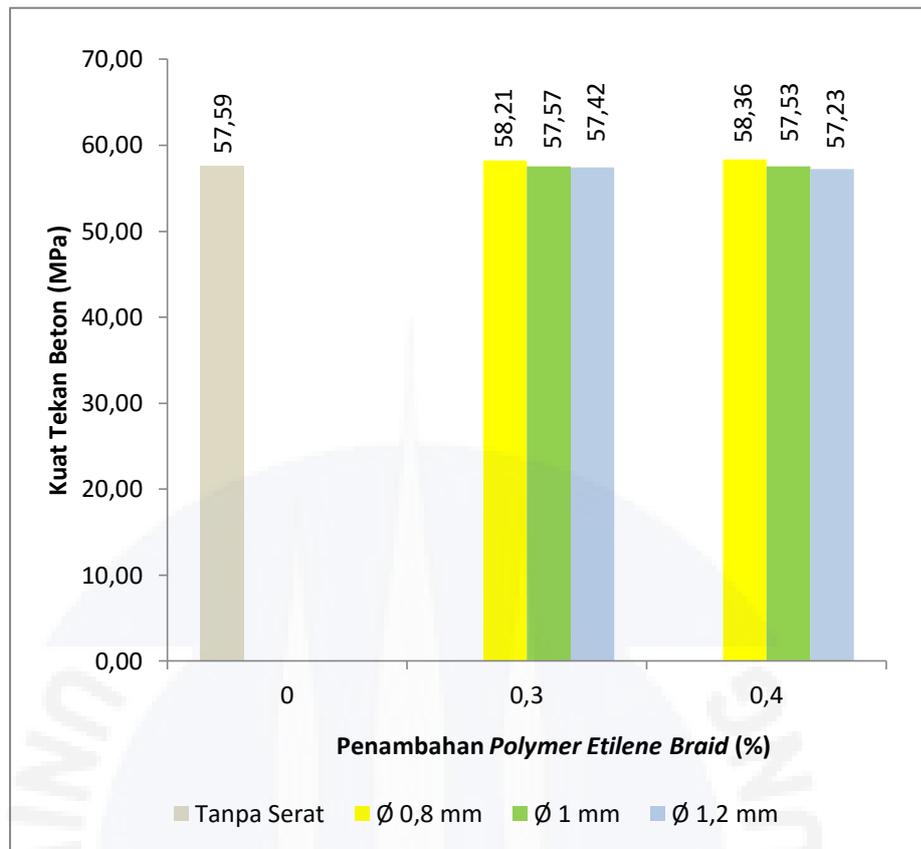
PE Braid	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (mm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan	Kuat Tekan	Kuat tekan	
		Pembuatan	Pengujian				N	MPa	MPa	
Tanpa Serat	0%	BN 1	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,35	998000	56,47	57,59
		BN 2	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,10	1030000	58,28	
		BN 3	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,30	1025000	58,00	
Ø0,80 mm	0,30%	B 0,8(0,3) 1	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,15	1022000	57,83	58,21
		B 0,8(0,3) 2	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,25	1033000	58,45	
		B 0,8(0,3) 3	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,20	1031000	58,34	
	0,40%	B 0,8(0,4) 1	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,20	1032000	58,40	58,36
		B 0,8(0,4) 2	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,25	1029000	58,23	
		B 0,8(0,4) 3	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,15	1033000	58,45	
Ø1,00 mm	0,30%	B 1,0(0,3) 1	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,00	1018000	57,61	57,57
		B 1,0(0,3) 2	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,25	1019000	57,66	
		B 1,0(0,3) 3	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,10	1015000	57,44	
	0,40%	B 1,0(0,4) 1	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,00	1009000	57,10	57,53
		B 1,0(0,4) 2	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,25	1021000	57,78	
		B 1,0(0,4) 3	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,10	1020000	57,72	
Ø1,20 mm	0,30%	B 1,2(0,3) 1	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,15	1005000	56,87	57,42
		B 1,2(0,3) 2	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,23	1017000	57,55	
		B 1,2(0,3) 3	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,15	1022000	57,83	
	0,40%	B 1,2(0,4) 1	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,21	998000	56,47	57,23
		B 1,2(0,4) 2	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,25	1017000	57,55	
		B 1,2(0,4) 3	21/06/2016	12/07/2016	21	17671,9	12,25	1019000	57,66	

Sumber : Hasil Pengujian

Pada Tabel 5.21 didapat hasil kuat tekan beton umur 21 hari, pada beton tanpa serat nilai kuat tekan yang dicapai sebesar 57,59 MPa, pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8mm persentase serat 0,3 % nilai kuat tekan yang dicapai sebesar 58,21 MPa dan persentase serat 0,4 % nilai kuat tekan yang dicapai sebesar 58,36 MPa.

Pada penambahan serat *polymer etilena braid* diameter 1,0 mm persentase serat 0,3 % nilai kuat tekan diperoleh sebesar 57,57 MPa dan persentase 0,4 % nilai kuat tekannya sebesar 57,53 MPa.

Penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm persentase serat 0,3 % nilai kuat tekan yang diperoleh sebesar 57,42 MPa dan persentase serat 0,4 % nilai kuat tekannya sebesar 57,23 MPa.



Gambar 5.10 Hubungan antara diameter dan persentase serat *polymer ethilene braid* pada beton dengan kuat tekan beton pada umur 21 hari

Pada Gambar 5.10, pada umur 21 hari kuat tekan tertinggi dicapai pada pengujian beton dengan penambahan serat *polymer ethilene braid* diameter 0,8 mm persentasi serat 0,4% dengan nilai kuat tekan sebesar 58,36 MPa, sedangkan kuat tekan terendah dicapai pada beton yang ditambahkan serat *polymer ethilene braid* diameter 1,20 mm persentasi serat 0,4% dengan nilai kuat tekannya sebesar 57,23 MPa.

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan hubungan diameter dan persentasi serat *polymer ethilene braid* terhadap kuat tekan beton yang dapat dicapai pada pengujian umur 28 hari dapat dilihat pada Gambar 5.11.

Tabel 5.22 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 28 hari

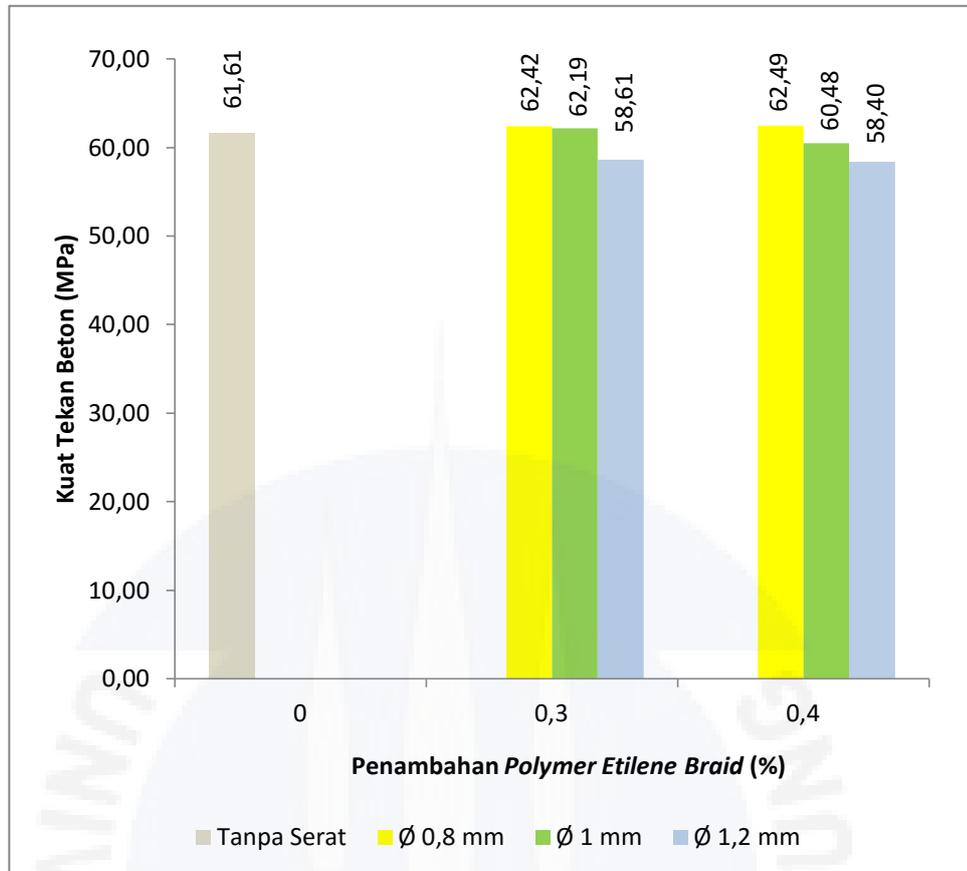
PE Braid		Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (mm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan	Kuat Tekan	Kuat tekan Rata-rata
			Pembuatan	Pengujian				N	MPa	MPa
Tanpa Serat	0%	BN 1	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,35	1089000	61,33	61,61
		BN 2	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,10	1081000	60,88	
		BN 3	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,30	1112000	62,62	
Ø0,80 mm	0,30%	B 0,8(0,3) 1	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,15	1110000	62,51	62,42
		B 0,8(0,3) 2	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,10	1112000	62,62	
		B 0,8(0,3) 3	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,20	1103000	62,12	
	0,40%	B 0,8(0,4) 1	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,20	1110000	62,51	
		B 0,8(0,4) 2	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,25	1106000	62,29	
		B 0,8(0,4) 3	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,15	1113000	62,68	
Ø1,00 mm	0,30%	B 1,0(0,3) 1	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,00	1111000	62,57	62,19
		B 1,0(0,3) 2	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,12	1093000	61,55	
		B 1,0(0,3) 3	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,10	1109000	62,45	
	0,40%	B 1,0(0,4) 1	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,09	1021000	57,50	
		B 1,0(0,4) 2	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,19	1101000	62,00	
		B 1,0(0,4) 3	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,10	1100000	61,95	
Ø1,20 mm	0,30%	B 1,2(0,3) 1	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,15	999000	56,26	58,61
		B 1,2(0,3) 2	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,22	1121000	63,13	
		B 1,2(0,3) 3	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,15	1002000	56,43	
	0,40%	B 1,2(0,4) 1	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,19	1108000	62,40	
		B 1,2(0,4) 2	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,20	1002000	56,43	
		B 1,2(0,4) 3	22/06/2016	20/07/2016	28	17756,8	12,25	1001000	56,37	

Sumber : Hasil Pengujian

Pada Tabel 5.22 dan Gambar 5.11 pengujian pada umur 28 hari diperoleh hasil kuat tekan pada beton tanpa serat sebesar 61,61 MPa, pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8mm 0,3 % kuat tekan yang tercapai sebesar 62,42 MPa dan persentase serat 0,4 % kuat tekannya sebesar 62,49 MPa.

Pada penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,0 mm persentase serat 0,3 % diperoleh kuat tekan 62,19 MPa dan persentase serat 0,4 % kuat tekannya sebesar 60,48 MPa.

Penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm persentase serat 0,3 % dicapai kuat tekan sebesar 58,61 MPa dan persentase serat 0,4 % kuat tekannya sebesar 58,40 MPa.



Gambar 5.11 Hubungan antara diameter dan persentase serat *polymer etilene braid* pada beton dengan kuat tekan beton pada umur 28 hari

Pada Gambar 5.11, pada umur 28 hari kuat tekan tertinggi dicapai pada pengujian beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm persentase serat 0,4% dengan nilai kuat tekan sebesar 62,42 MPa, sedangkan kuat tekan terendah dicapai pada beton yang ditambahkan serat *polymer etilene braid* diameter 1,20 mm persentase serat 0,4% dengan nilai kuat tekannya sebesar 58,40 MPa.

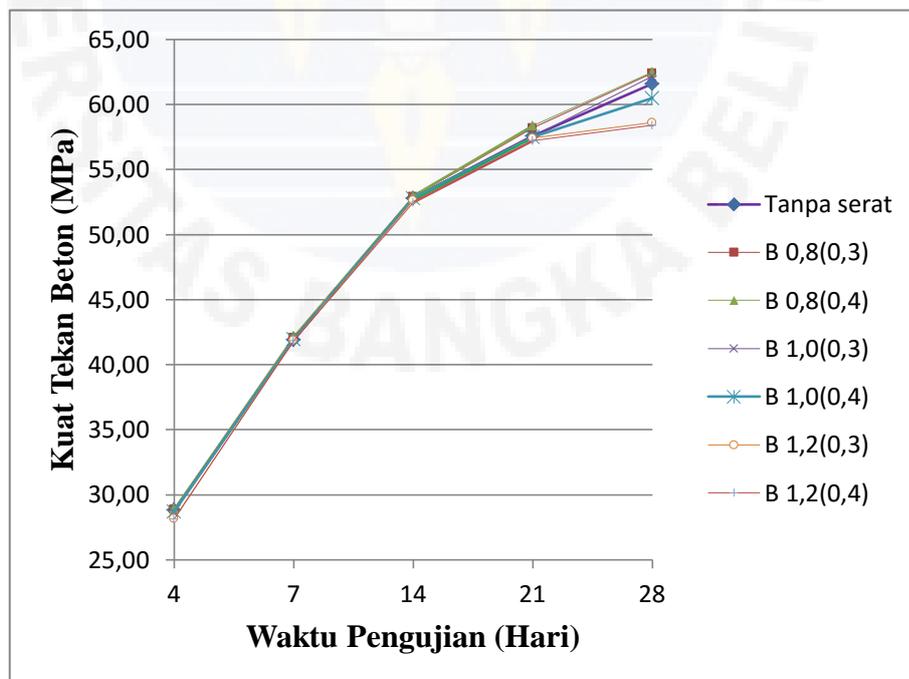
Rekapitulasi hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan serat *polymer etilena braid* pada umur 4, 7, 14, 21 dan 28 hari dapat dilihat pada tabel 5.24.

Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton umur 4,7,14,21 dan 28 hari

PE Braid		Kode Benda Uji	Kuat Tekan (MPa)				
			Umur (Hari)				
			4	7	14	21	28
Tanpa Serat	0%	Tanpa serat	28,82	41,93	52,81	57,59	61,61
Ø0,80 mm	0,30%	B 0,8(0,3)	28,87	42,08	52,95	58,21	62,42
	0,40%	B 0,8(0,4)	28,95	42,21	52,98	58,36	62,49
Ø1,00 mm	0,30%	B 1,0(0,3)	28,68	41,97	52,81	57,57	62,19
	0,40%	B 1,0(0,4)	28,70	41,95	52,80	57,53	60,48
Ø1,20 mm	0,30%	B 1,2(0,3)	28,18	41,89	52,66	57,42	58,61
	0,40%	B 1,2(0,4)	28,12	41,86	52,49	57,23	58,40

Sumber : Hasil Pengujian

Hubungan antara peningkatan diameter dan persentase penambahan serat *polymer etilene braid* terhadap dengan kuat tekan beton yang dapat dicapai pada pengujian umur 4,7,14,21,dan 28 hari seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12 Rekapitulasi hubungan diameter dan persentase serat *polymer etilene braid* dengan kuat tekan beton pada umur umur 4,7,14,21 dan 28 hari

Dari tabel 5.23 dan Gambar 5.12 menunjukkan peningkatan kuat tekan seluruh benda uji dari umur 4 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Penambahan serat *polymer etilene braid* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton mutu tinggi, pengujian di umur 28 hari kuat tekan tertinggi dicapai pada beton yang ditambahkan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm panjang 7,2 mm persentase serat 0,3% dengan nilai kuat tekan yang dicapai lebih besar 1,31 % dari beton tanpa serat, serta pada persentase serat 0,4% dimana kuat tekan yang dicapainya sebesar 1,43% dari beton tanpa serat.

Pada penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,00 mm panjang 9 cm persentase serat 0,3% dan 0,4% kuat tekan yang dicapai mengalami penurunan daripada beton yang ditambahkan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm.

Penurunan kuat tekan juga terjadi pada serat *polymer etilene braid* diameter 1,20 mm panjang 10,8 cm persentase serat 0,3 % sebesar 4,14 % dari beton tanpa serat dan pada persentasi 0,4% penurunan kuat tekan sebesar 5,2%.

Meski tidak memberikan pengaruh yang signifikan kepada kuat tekan, penambahan serat *polymer etilene braid* membuat beton mutu tinggi lebih daktil, pada beban maksimum beton tanpa serat nampak getas, pola retakan tanpa cabang dan lebih terbuka serta terjadi *spalling* yang lebih besar, berbeda dengan beton yang ditambahkan serat *polymer etilene braid* pada beban maksimum pola keretakan menyebar atau bercabang, *spalling* yang terjadi dalam bongkahan yang lebih kecil, dan beton nampak lebih daktil, perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut.



Gambar 5.13 Pola keretakan uji tekan beton tanpa serat dan beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid*.

5.8 Analisa Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah adalah salah satu parameter penting kekuatan beton. Nilai kuat tarik belah diperoleh melalui pengujian tekan di laboratorium dengan membebani setiap benda uji silinder secara lateral sampai pada kekuatan maksimumnya. Pengujian dapat dilakukan pada skala tertentu dengan berbagai kondisi, jenis, beban maupun ukuran benda uji, pelaksanaan pengujian berdasarkan SNI 03-2491-2002.

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari yang dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran kekuatan kuat tarik belah beton tanpa serat maupun terhadap beton yang ditambahkan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm, 1,00 mm dan 1,20 mm dengan persentase 0,3% dan 0,4% dari berat semen.

Perhitungan kuat tarik belah beton dihitung dengan menggunakan rumus 4.14 dan hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 5.24.

Tabel 5.24 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 hari

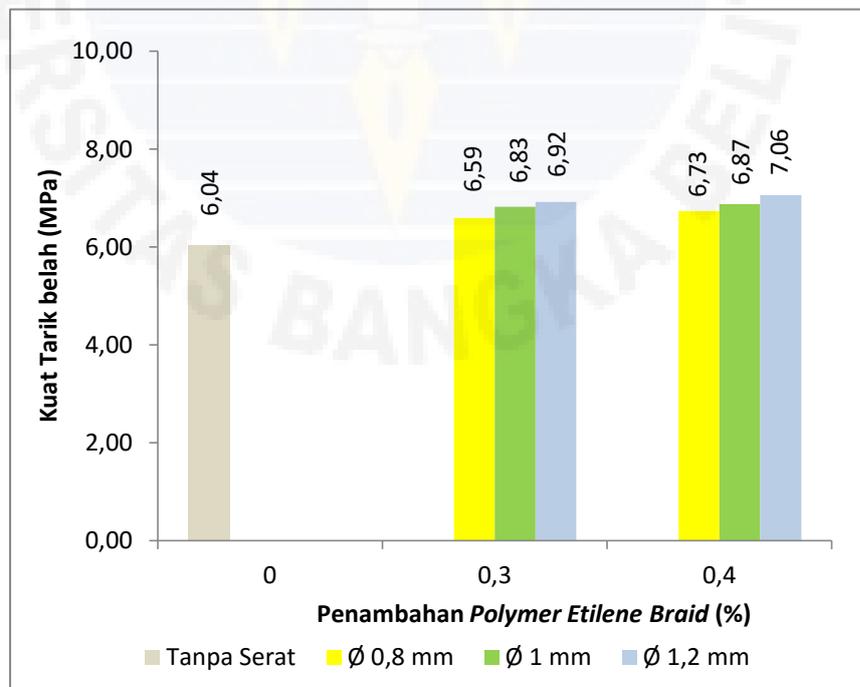
PE Braid	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	$\pi.L.D$ (cm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan	Kuat Tekan	Kuat Tarik Belah Rata-rata	
		Pembuatan	Pengujian				KN	MPa		
Tanpa Serat	0%	BN 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	43	5,99	6,04
		BN 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	42	5,85	
		BN 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,50	45	6,27	
Ø0,80 mm	0,30%	B 0,8(0,3) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,30	48	6,69	6,59
		B 0,8(0,3) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,05	49	6,83	
		B 0,8(0,3) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,15	45	6,27	
	0,40%	B 0,8(0,4) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	47	6,55	
		B 0,8(0,4) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,35	51	7,10	
		B 0,8(0,4) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,40	47	6,55	
Ø1,00 mm	0,30%	B 1,0(0,3) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,00	49	6,83	6,83
		B 1,0(0,3) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,00	48	6,69	
		B 1,0(0,3) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,15	50	6,97	
	0,40%	B 1,0(0,4) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,15	51	7,10	
		B 1,0(0,4) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	49	6,83	
		B 1,0(0,4) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,40	48	6,69	
Ø1,20 mm	0,30%	B 1,2(0,3) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	50	6,97	6,92
		B 1,2(0,3) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,35	52	7,24	
		B 1,2(0,3) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	47	6,55	
	0,40%	B 1,2(0,4) 1	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,10	49	6,83	
		B 1,2(0,4) 2	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,20	52	7,24	
		B 1,2(0,4) 3	23/06/2016	21/07/2016	28	1435,66	12,10	51	7,10	

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada Tabel 5.24 menunjukkan peningkatan kuat tarik belah beton, nilai terendah dicapai pada pengujian beton tanpa serat dengan nilai kuat tarik belah sebesar 6,04 MPa, pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm persentase serat 0,3% kuat tarik belah yang dicapai sebesar 6,59 MPa, kuat tarik belah tersebut lebih besar 9,11% dari beton tanpa serat dan pada persentase serat 0,4% kuat tarik belah beton bertambah sehingga menjadi sebesar 6,73 MPa atau naik sebesar 11,42%.

Nilai kuat tarik belah pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,0 mm persentase serat 0,3% sebesar 6,83 MPa, persentase serat 0,4% sebesar 6,87 MPa, sedangkan pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm persentase serat 0,3% nilai kuat tarik belahnya sebesar 6,92% dan persentase serat 0,4% nilai kuat tarik belah yang dicapai sebesar 7,06 MPa, kuat tarik belah tersebut melebihi sebesar 16,89% dari beton tanpa serat.

Hubungan antara penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm, 1,00 mm dan 1,20 mm, persentase 0,3% dan 0,4% dengan kuat tarik belah beton yang dapat dicapai dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut ini.



Gambar 5.14 Hubungan antara diameter dan persentase serat *polymer etilene braid* dengan kuat tarik belah beton pada umur 28 hari

Dari Gambar 5.14 penambahan serat *polymer etilene braid* berdasarkan ukuran diameternya, aspek rasio, dan persentase serat memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai kuat tarik belah. Nilai kuat tarik belah terendah terjadi pada beton tanpa serat sebesar 6,04 MPa dan nilai kuat tarik belah tertinggi dicapai pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm dengan persentase serat 0,4% dengan nilai kuat tarik belahnya sebesar 7,06 MPa atau meningkat sebesar 16,89%.

Peningkatan nilai kuat tarik belah pada beton mutu tinggi dalam pengujian ini selain dipengaruhi oleh diameter, panjang dan persentase serat juga disebabkan adanya perbedaan perlakuan pada saat pembuatan benda uji, dimana saat pembuatan benda uji, serat yang menggumpal di dalam *concrete mixer* diurai kembali secara manual dan diaduk rata didalam wadah penampungan, setelah dianggap cukup baru kemudian adukan beton segar di tuangkan kedalam cetakan silinder.

Penambahan serat *polymer etilene braid* selain menambah nilai kuat tarik belah beton juga memberi sifat daktil, hal ini ditunjukkan pada saat pengujian, pada beton tanpa serat mengalami retak dan terbelah beberapa bagian sedangkan pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm beton mengalami retak dan pecah namun tidak terbelah, sedangkan pada serat diameter 1,00 mm dan 1,20 mm beton hanya mengalami keretakan. perbedaan pola retakan pada uji kuat tarik belah dapat dilihat pada Gambar 5.15 berikut.



Gambar 5.15 Pola keretakan uji belah beton tanpa serat dan beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid*



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari pengujian dan perhitungan tentang pengaruh diameter serat *polymer etilene braid* terhadap kuat tekan dan tarik belah beton mutu tinggi yang telah dilakukan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Slump dan workability*

Penambahan serat *polymer etilene braid* berdasarkan peningkatan diameter dengan aspek rasio $l/d=90$ dalam campuran beton menurunkan nilai *slump* sehingga mempengaruhi tingkat *workability*, dari pengujian yang telah dilakukan nilai *slump* tertinggi didapat pada adukan beton tanpa serat yaitu sebesar 11,6 cm dan nilai *slump* terendah pada adukan beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm panjang serat 10,8 cm dengan persentase 0,4% dari berat semen yaitu sebesar 8,9 cm.

Bertambahnya diameter maka semakin panjang serat yang digunakan, hal tersebut menyebabkan terjadi penggumpalan serat pada saat pengadukan yang menggunakan *concrete mixer*, terjadinya penggumpalan serat membuat pengerjaan beton bertambah sulit.

2. Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

A. Kuat Tekan Beton

Penambahan serat *polymer etilene braid* berdasarkan peningkatan diameter serat tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton, dari hasil pengujian kuat tekan beton tertinggi terjadi pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 0,8 mm dengan panjang 7,2 cm persentase 0,4 % yaitu sebesar 62,49 MPa lebih besar 1,44 % dari beton tanpa serat. Kuat tekan mengalami penurunan pada beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,0 mm persentase serat

0,3% sebesar 62,19 MPa, persentase 0,4% sebesar 60,48 MPa, sedangkan beton dengan penambahan serat *polymer etilene braid* diameter 1,2 mm persentase serat 0,3% sebesar 58,61 MPa dan persentase serat 0,4% sebesar 58,40 MPa, namun demikian peningkatan diameter serat *polymer etilene braid* membuat beton lebih daktil.

B. Kuat Tarik Belah Beton

Penambahan serat *polymer etilene braid* berdasarkan peningkatan diameternya memberikan pengaruh peningkatan terhadap kuat tarik belah beton. Dari hasil pengujian beton tanpa serat memiliki kuat tarik belah sebesar 6,04 MPa, beton dengan penambahan serat *polymer etilena braid* diameter 0,8 mm persentase serat 0,3% nilai kuat tarik belah sebesar 6,59 MPa dan persentase serat 0,4% sebesar 6,73 MPa, untuk beton dengan penambahan serat diameter 1,0 mm persentase serat 0,3% nilai kuat tarik belah sebesar 6,83 MPa dan persentase serat 0,4% sebesar 6,87 MPa, sedangkan untuk beton dengan penambahan serat diameter 1,20 mm persentase 0,3% nilai kuat tarik belahnya 6,92 MPa dan persentase serat 0,4% yaitu sebesar 7,06 MPa, selain meningkatkan nilai kuat tarik belah penambahan serat *polymer etilene braid* membuat beton lebih daktil.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian kembali dengan diameter serat *polymer etilene braid* yang sama namun dengan aspek rasio $l/d < 90$, sehingga dapat diketahui pengaruh panjang serat terhadap nilai kuat tekan beton dan tarik belah beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai serat *polymer etilene braid* yang lebih bervariasi, misalnya menggunakan serat *polymer etilene braid* dengan serat yang lebih kaku dan kasar, serta perlunya penelitian dengan bentuk benda uji beton yang lain seperti pelat ataupun balok.

3. Berdasarkan kesimpulan penelitian diatas penulis tidak merekomendasikan penambahan serat *polymer etilene braid* pada pekerjaan beton.

