

## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Umum**

Pada bab ini akan dijabarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Universitas Islam Indonesia. Beberapa tahapan penelitian yang dilakukan yaitu pengujian pada agregat yang terdiri dari berat jenis, penyerapan air, berat isi gembur, berat isi padat, modulus halus butir, kandungan lumpur dan yang terakhir adalah pengujian daya serap air dan kuat desak beton pada beton. Pengujian semen dalam penelitian ini tidak dilaksanakan karena semen yang digunakan adalah jenis semen tipe PCC yang dianggap sudah melalui *quality control* yang sangat baik dari pihak pabrik dan dapat dilihat secara visual yaitu tidak menggumpal.

Pada bab ini juga akan dijabarkan beberapa pembahasan mengenai hasil penelitian yang diperoleh. Pengujian kuat desak beton dilakukan menggunakan mesin uji tekan (*Compressing Testing Machine*) tipe ADR dengan kapasitas 3000 KN. Hasil penelitian seluruhnya adalah beberapa data kasar yang selanjutnya dianalisis untuk mengetahui nilai kuat desak beton dengan bahan tambah *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN*.

#### **5.2 Pengujian Agregat Halus**

Karakteristik agregat sangat mempengaruhi mutu beton, apabila karakteristik agregat baik maka mutu beton yang dihasilkan juga akan baik. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pasir alam yang diperoleh dari Merapi.

##### **5.2.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air**

Pengujian berat jenis agregat halus ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dan klasifikasi serta mencari data berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan penyerapan air agregat halus. Setelah dilakukan pengujian, didapat hasil sebagai berikut yang dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Pasir Kering Mutlak (BK), gram	488,1	472	480,05
Berat Pasir SSD, gram	500	500	500
Berat Piknometer + Pasir + Air (BT), gram	1022	1020,2	1021,1
Berat Piknometer Berisi Air (B), gram	702	721,3	711,65
Berat Jenis Curah (BK/(B+500-BT))	2,712	2,347	2,529
Berat Jenis SSD (500/(B+500-BT))	2,778	2,486	2,632
Berat Jenis Semu BK/(B+BK-BT)	2,904	2,727	2,815
Penyerapan Air (500-BK)/BK x 100%	2,438%	5,932%	4,185%

Berdasarkan hasil pengujian di atas, ditemukan bahwa berat jenis SSD rata-rata sebesar 2.632. Agregat halus memenuhi syarat berat karena memiliki berat jenis dalam batas yang diizinkan yaitu antara 2,2 sampai dengan 2,7.

#### 5.2.2 Pemeriksaan Berat Isi

Pemeriksaan berat isi pada agregat halus dibedakan menjadi berat isi gembur dan berat isi padat. Setelah dilakukan pengujian, didapat data sebagai berikut yang dapat dilihat pada Tabel 5.2 dan Tabel 5.3.

**Tabel 5.2 Berat Isi Gembur Agregat Halus**

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Tabung (W1), gram	10900	10900
Berat Tabung + Agregat (W2), gram	19500	20000
Berat Agregat (W3), gram	8600	9100
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5498,189	5498,189
Berat Isi Gembur, gr/cm <sup>3</sup>	1,564	1,655
Berat Isi Gembur Rata-rata, gr/cm <sup>3</sup>	1,610	

**Tabel 5.3 Berat Isi Padat Agregat Halus**

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Tabung (W1), gram	10900	10900
Berat Tabung + Agregat (W2), gram	20600	21100
Berat Agregat (W3), gram	9700	10200
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5498,189	5498,189
Berat Isi Padat, gr/cm <sup>3</sup>	1,764	1,855
Berat Isi Padat Rata-rata, gr/cm <sup>3</sup>	1,810	

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat halus didapat berat isi gembur sebesar 1,610 gr/cm<sup>3</sup> dan berat isi padat sebesar 1,810 gr/cm<sup>3</sup>, nilai tersebut masih dalam batas yang diizinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm<sup>3</sup> (SII No.52-1980) sehingga agregat halus yang digunakan termasuk kategori agregat normal.

### 5.2.3 Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur dilakukan dengan memeriksa butiran agregat halus yang lolos saringan No. 200, dan data hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

**Tabel 5.4 Kadar Lumpur Agregat Halus**

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	500	500
Berat Agregat Kering Oven Setelah Dicuci (W2), gram	482,3	488,1
Kandungan Lumpur	3,54%	2,38%
Kandungan Lumpur Rata-rata	2,96%	

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur didapat persentase kandungan lumpur pada agregat halus sebesar 2,96%. Menurut SK-SNI-T-15-1990-03, kadar lumpur untuk agregat maksimum adalah sebesar 5%, sehingga agregat halus yang digunakan tidak disyaratkan untuk dicuci sebelum digunakan untuk pengecoran beton.

#### 5.2.4 Analisis Saringan

Data analisis saringan pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

**Tabel 5.5 Analisis Saringan Agregat Halus**

Lubang Saringan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
4,80	83,76	4,199	4,199	95,801
2,40	187,76	9,412	13,611	86,389
1,20	336,76	16,882	30,493	69,507
0,60	540,76	27,108	57,601	42,399
0,30	476,26	23,875	81,476	18,524
0,15	327,76	16,431	97,907	2,093
Pan	41,76	2,093	100	0
Jumlah	1994,82	100	285,287	

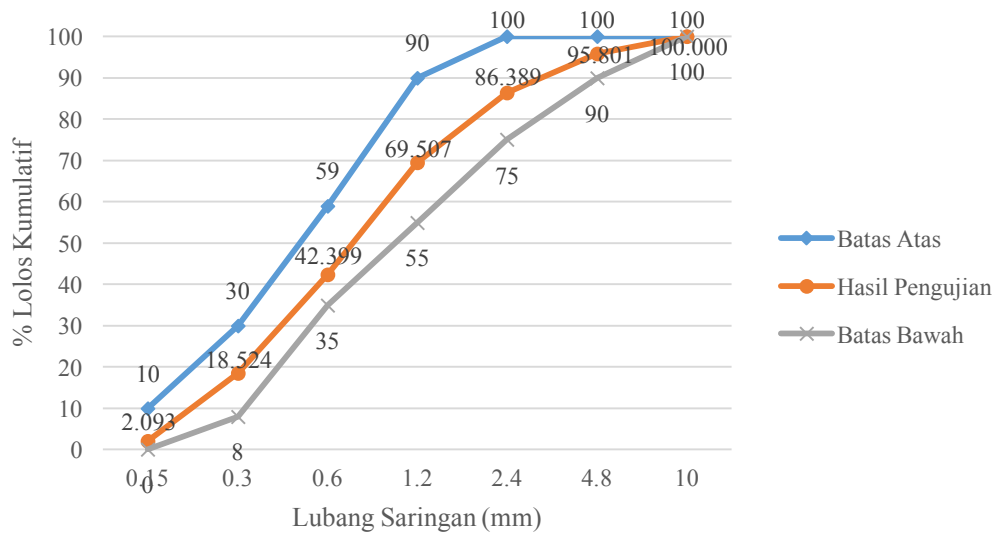
$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \text{persen tertinggal kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \\
 &= \frac{285,287}{100} \\
 &= 2,853
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai MHB sebesar 2,853% dan masih dalam batas yang diizinkan yaitu 1,5% – 3,8% (SK SNI S-04-1989-F).

**Tabel 5.6 Spesifikasi Gradasi Pasir Daerah II**

Lubang Ayakan (mm)	Persen Lolos Kumulatif		
	Batas Atas	Hasil Pengujian	Batas Bawah
4,80	100	92,695	90
2,40	100	86,807	75
1,20	90	73,238	55
0,60	59	43,476	35
0,30	30	17,479	8
0,15	10	3,470	0

(Sumber : SNI 03-1968-1990)



**Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat Halus**

Berdasarkan Tabel 5.6 dan Gambar 5.1 Pasir yang digunakan termasuk dalam Daerah II dan merupakan pasir agak kasar.

### 5.3 Pengujian Agregat Kasar

Karakteristik agregat sangat mempengaruhi mutu beton, apabila karakteristik agregat baik maka mutu beton yang dihasilkan juga akan baik. Agregat Kasar yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kerikil yang diperoleh dari Merapi.

#### 5.3.1 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis agregat kasar ini bertujuan untuk mengetahui kondisi dan klasifikasi serta mencari data berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan penyerapan air agregat kasar. Setelah dilakukan pengujian, didapat hasil sebagai berikut yang dapat dilihat pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar**

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Kerikil Kering Mutlak (BK), gram	4950	4990	4970
Berat Kerikil SSD, gram (BJ)	5000	5000	5000
Berat Kerikil Dalam Air, gram (BA)	3059	3030	3044,5
Berat Jenis Curah (BK/BJ-BA)	2,550	2,533	2,542
Berat Jenis SSD (BJ/(BJ-BA))	2,576	2,538	2,557
Berat Jenis Semu (BK/(BK-BA))	2,618	2,546	2,582
Penyerapan Air (BJ-BK)/BK x 100%	1,010%	0,200%	0,605%

Dari hasil pengujian diatas, didapat bahwa berat jenis SSD rata-rata sebesar 2.557. Agregat kasar memenuhi syarat berat karena memiliki berat jenis dalam batas yang diizinkan yaitu antara 2,2 sampai dengan 2,7.

### 5.3.2 Pemeriksaan Berat Isi

Pemeriksaan berat isi pada agregat kasar dibedakan menjadi berat isi gembur dan berat isi padat. Setelah dilakukan pengujian, didapat data sebagai berikut yang dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9.

**Tabel 5.8 Berat Isi Gembur Agregat Kasar**

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Tabung (W1), gram	11700	11700
Berat Tabung + Agregat (W2), gram	18100	18300
Berat Agregat (W3), gram	6400	6600
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5249,63	5249,63
Berat Isi Gembur, gr/cm <sup>3</sup>	1,219	1,257
Berat Isi Gembur Rata-rata, gr/cm <sup>3</sup>	1,238	

**Tabel 5.9 Berat Isi Padat Agregat Kasar**

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Tabung (W1), gram	11700	11700
Berat Tabung + Agregat (W2), gram	18800	19000
Berat Agregat (W3), gram	7100	7300
Volume Tabung (V), cm <sup>3</sup>	5249,63	5249,63
Berat Isi Padat, gr/cm <sup>3</sup>	1,352	1,391
Berat Isi Padat Rata-rata, gr/cm <sup>3</sup>	1,372	

Dari hasil pengujian berat isi agregat halus didapat berat isi gembur sebesar 1,238 gr/cm<sup>3</sup> dan berat isi padat sebesar 1,372 gr/cm<sup>3</sup>, nilai tersebut masih dalam batas yang diizinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm<sup>3</sup> (SII No.52-1980) sehingga agregat kasar yang digunakan termasuk kategori agregat normal.

### 5.3.3 Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur dilakukan dengan memeriksa butiran agregat kasar yang lolos saringan No. 200, dan data hasil pengujian kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut ini.

**Tabel 5.10 Kadar Lumpur Agregat Kasar**

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat Agregat Kering Oven (W1), gram	2000	2000
Berat Agregat Kering Oven Setelah Dicuci (W2), gram	1981,2	1967
Kandungan Lumpur	0,94%	1,65%
Kandungan Lumpur Rata-rata	1,295%	

Dari hasil pengujian kadar lumpur didapat persentase kandungan lumpur pada agregat kasar sebesar 1,295%. Menurut SK-SNI-T-15-1990-03, kadar lumpur untuk agregat maksimum adalah sebesar 1%, sehingga agregat kasar yang digunakan tidak memenuhi syarat sehingga perlu dicuci sebelum digunakan untuk pengecoran beton.

#### 5.2.4 Analisis Saringan

Data analisis saringan pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

**Tabel 5.11 Analisis Saringan Agregat Kasar**

Lubang Saringan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	213	4,264	4,264	95,736
10	3246,5	64,995	69,259	30,741
4,8	1199	24,004	93,263	6,737
2,40	288	5,766	99,029	0,971
1,20	39	0,781	99,810	0,190
0,60	0	0	99,810	0
0,30	0	0	99,810	0
0,15	0	0	99,810	0
Pan	9,5	0,190	100	0
Jumlah	4995	100	665,055	

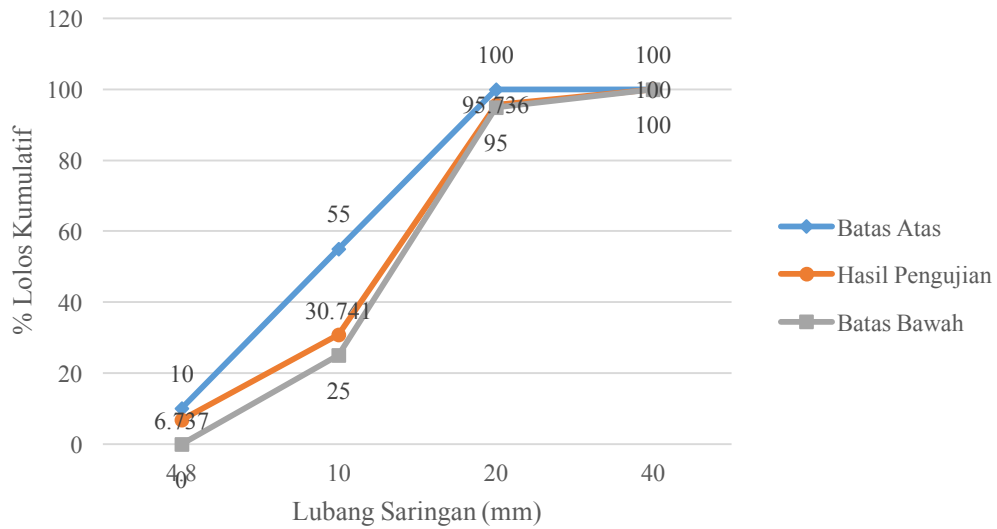
$$\begin{aligned}
 \text{MHB} &= \frac{\sum \text{persen tertinggal kumulatif mulai dari saringan 0,15 mm}}{100} \\
 &= \frac{665,055}{100} \\
 &= 6,651
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat nilai MHB sebesar 6,651% dan masih dalam batas yang diizinkan yaitu 5% – 8% (SK SNI S-04-1989-F).

**Tabel 5.12 Spesifikasi Gradasi Kerikil dengan Besar Butir Maksimum 20 mm**

Lubang Ayakan (mm)	Persen Lolos Kumulatif		
	Batas Atas	Hasil Pengujian	Batas Bawah
40,00	100	100	100
20,00	100	95,736	95
10,00	55	30,741	25
4,80	10	6,737	0





**Gambar 5.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar**

Berdasarkan Tabel 5.12 dan Gambar 5.2 didapat bahwa agregat kasar yang digunakan termasuk dalam agregat kasar dengan besar butir maksimum 20 mm.

#### 5.4 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton sangat penting dilakukan, karena hal tersebut merupakan suatu proses merancang dan menentukan proporsi yang relatif dengan tujuan memproduksi beton agar sesuai dengan mutu yang diinginkan. Perencanaan campuran beton dilakukan menggunakan metode SNI 03-2834-2002.

1. Kuat desak yang direncanakan yaitu  $f'c = 25$  MPa
2. Nilai tambah ( $M$ ) adalah 12 MPa
3. Kuat desak beton rata-rata yang ditargetkan,

$$f'cr = f'c + M$$

$$= 25 + 12 = 37 \text{ MPa}$$

4. Jenis semen yang digunakan yaitu semen PCC dengan merk Holcim
5. Jenis agregat yang digunakan antara lain:
  - a. Agregat halus berupa pasir alami dari Merapi, dan
  - b. Agregat kasar berupa batu pecah dari Merapi.
6. Faktor air semen ( $f_{as}$ )

Untuk menentukan nilai faktor air semen dapat menggunakan tabel perkiraan kuat desak beton yang telah disajikan pada Tabel 3.6. Sesuai dengan Tabel 3.6 maka perkiraan kuat desak beton dengan faktor air semen 0,5 pada umur 28 hari adalah 37 MPa. Kuat desak tersebut sama dengan kuat desak yang ditargetkan ( $f'_{cr}$ ) oleh karena itu nilai faktor air semen 0,5. Untuk menentukan nilai faktor air semen maksimum menggunakan Tabel 3.7. Sesuai dengan Tabel 3.7 yaitu untuk beton di luar ruangan bangunan yang tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung menggunakan nilai  $f_{as}$  0,6 dan jumlah semen minimum yang digunakan adalah 325 kg/m<sup>3</sup>. Nilai Faktor air semen yang digunakan dalam perencanaan adalah nilai faktor air semen yang paling kecil yaitu 0,5.

7. Kadar air bebas agregat campuran

Ukuran besar butiran agregat maksimum yang digunakan adalah 20 mm dan nilai *slump* yang ditentukan adalah 60-180 mm sehingga dari Tabel 3.8 diperoleh perkiraan jumlah air untuk agregat halus ( $Wh$ ) adalah 195 sedangkan untuk agregat kasar ( $Wk$ ) adalah 225. Kemudian nilai kadar air bebas campuran adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar air bebas} &= \frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk \\ &= \frac{2}{3} \cdot 195 + \frac{1}{3} \cdot 225 \\ &= 205 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

8. Kadar Semen

$$\begin{aligned} \text{Jumlah semen per m}^3 \text{ beton} &= \frac{\text{Kadar air bebas}}{f_{as}} \\ &= \frac{205}{0,5} \\ &= 410 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Untuk mengejar kuat desak pada umur 28 hari maka semen pcc harus ditambahkan penggunaannya sebanyak 20-50 kg/m<sup>3</sup> dibandingkan semen *portland* tipe 1. Jadi jumlah semen per m<sup>3</sup> beton yang digunakan pada perencanaan ini adalah = 410 kg/m<sup>3</sup> + 20 kg/m<sup>3</sup> = 430 kg/m<sup>3</sup>. Nilai kadar air bebas agregat menjadi berikut.

$$\text{Jumlah semen per m}^3 \text{ beton} = \frac{\text{Kadar air bebas}}{f_{as}}$$

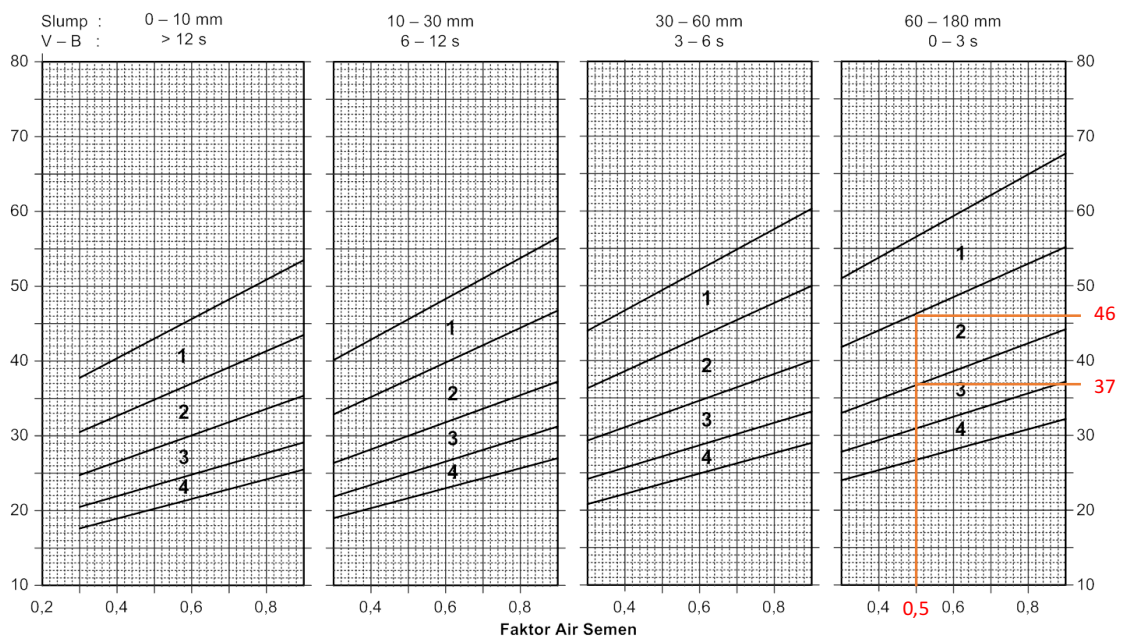
$$430 \text{ kg/m}^3 = \frac{\text{Kadar air bebas}}{0,5}$$

$$\text{Kadar air bebas} = 430 \times 0,5 = 215 \text{ kg/m}^3$$

9. Persentase agregat halus dan agregat kasar

Mengacu pada nilai slump 60-180 mm, nilai faktor air semen 0,5, ukuran besar butir agregat kasar maksimum 20 mm, dan agregat halus merupakan gradasi 2.

Penentuan persentase agregat halus menggunakan Gambar 5.3 berikut.



**Gambar 5.3 Persentase Agregat Halus Terhadap Kadar Agregat Total**

(Sumber: SNI-03-2834-2002)

Dari gambar diatas diperoleh batas atas untuk persentase agregat halus adalah 46% dan batas bawah adalah 37%. Nilai persentase agregat halus yang digunakan adalah nilai rata-rata yaitu 41,5%.

$$\begin{aligned} \text{Nilai persentase agregat kasar} &= 100\% - \text{persentase agregat halus} \\ &= 100\% - 41,5\% = 58,5\% \end{aligned}$$

10. Berat jenis relatif agregat

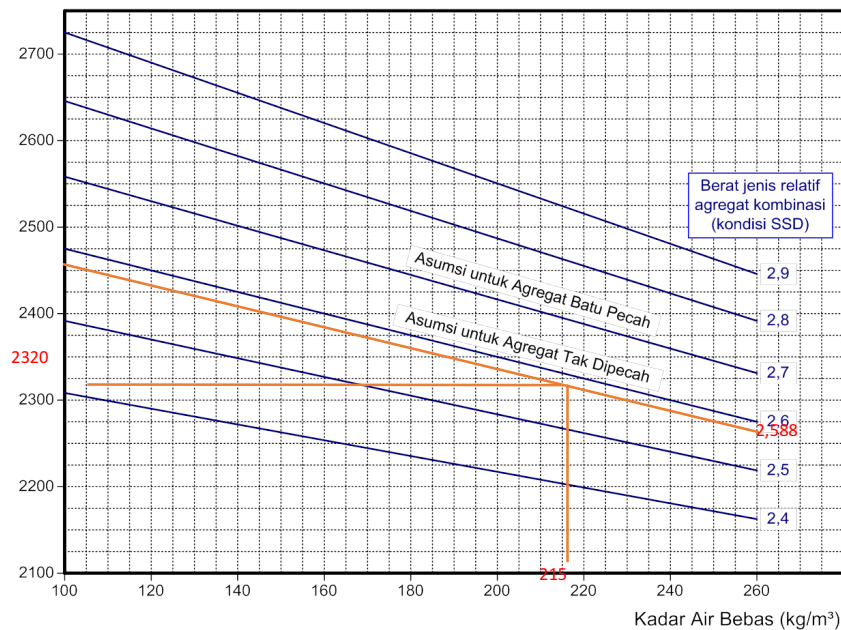
$$\text{Berat jenis agregat halus (BJ}_{AH}) = 2,632$$

$$\text{Berat jenis agregat kasar (BJ}_{AK}) = 2,557$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis agregat gabungan (BJ}_{AG}) &= (\%AH \cdot BJ_{AH}) + (\%AK \cdot BJ_{AK}) \\
 &= (41,5\% \cdot 2,632) + (58,5\% \cdot 2,557) \\
 &= 2,588
 \end{aligned}$$

11. Berat isi beton

Dengan kadar air bebas 215 kg/m<sup>3</sup> dan berat jenis relatif agregat gabungan 2,588 maka perkiraan berat isi beton dapat ditentukan menggunakan Gambar 5.4 berikut.



**Gambar 5.4 Grafik Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan**

(Sumber: SNI-03-2834-2002)

Dari gambar diatas diperoleh nilai berat isi beton basah sebesar 2320 kg/m<sup>3</sup>.

12. Kadar agregat gabungan

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar agregat gabungan} &= \text{berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kadar air bebas} \\
 &= 2320 - 430 - 215 = 1675 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

13. Kadar agregat halus

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar agregat halus} &= 41,5\% \times 1675 \\
 &= 695,125 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

14. Kadar agregat kasar

$$\text{Kadar agregat kasar} = 58,5\% \times 1675$$

$$= 979,875 \text{ kg/m}^3$$

15. Menghitung kadar air pada agregat halus dan agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Kadar air agregat kasar} &= (\text{Berat SSD} - \text{Berat Kering Oven})/\text{Berat SSD} \times 100 \\ &= (500 - 490,15)/500 \times 100 = 1,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air agregat halus} &= (\text{Berat SSD} - \text{Berat Kering Oven})/\text{Berat SSD} \times 100 \\ &= (500 - 479,75)/500 \times 100 = 4,05 \end{aligned}$$

16. Menghitung kadar agregat halus, kadar agregat kasar dan kadar air yang digunakan untuk perencanaan campuran menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100 \quad (3.10)$$

$$\text{Agregat Halus} = C - (C_k - C_a) \times C/100 \quad (3.11)$$

$$\text{Agregat Kasar} = D - (D_k - D_a) \times D/100 \quad (3.12)$$

dengan :

$B$  = Jumlah air ( $\text{kg/m}^3$ )

$C$  = Jumlah agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ )

$D$  = Jumlah agregat kasar ( $\text{kg/m}^3$ )

$C_a$  = Apsorpsi air pada agregat halus (%)

$C_k$  = Kandungan air dalam agregat halus (%)

$D_a$  = Apsorpsi air pada agregat kasar (%)

$D_k$  = Kandungan air dalam agregat kasar (%)

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 215 - ((4,05 - 4,185) \times 695,125/100) - ((1,97 - 0,605) \times 979,875/100) \\ &= 202,56 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Agregat Halus} = 695,125 - ((4,05 - 4,185) \times 695,125/100) = 694,185 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregat Kasar} = 979,875 - ((1,97 - 0,605) \times 979,875/100) = 993,247 \text{ kg/m}^3$$

Selanjutnya rekapitulasi perencanaan campuran beton dapat dilihat pada Tabel 5.13.

**Tabel 5.13 Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton**

Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat	
			Halus (kg)	Kasar (kg)
Proporsi Campuran teoritis (Agregat SSD)				
• Setiap m <sup>3</sup>	430	202,56	694,185	993,247
• Setiap campuran uji: 0,0053 m <sup>3</sup>	2,279	1,0736	3,6791	5,2642
Proporsi Campuran dengan angka penyusutan 20%				
• Setiap m <sup>3</sup>	516	243,07	833,02	1191,89
• Setiap campuran uji: 0,0053 m <sup>3</sup>	2,7348	1,2883	4,68	6,317

Kemudian untuk kebutuhan material setiap benda uji serta kebutuhan material pada 1 kali adukan dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 berikut.

**Tabel 5.14 Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji**

Kode Benda Uji	Volume	Material					
		Semen (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (Kg)	Sika Viscocrete 1003 (g)	Sikament NN (g)
BU <sub>K</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	0	0
BUSV <sub>1</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	8,206	0
BUSV <sub>2</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	10,942	0
BUSV <sub>3</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	13,677	0
BUSV <sub>4</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	16,413	0
BUSV <sub>5</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	19,148	0
BUSN <sub>1</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	0	8,206
BUSN <sub>2</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	0	10,942
BUSN <sub>3</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	0	13,677
BUSN <sub>4</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	0	16,413
BUSN <sub>5</sub>	0,0053	2,735	4,416	6,318	1,288	0	19,148

**Tabel 5.15 Kebutuhan Material Untuk 1 Kali Adukan**

Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji	Volume	Material					
			Semen (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Air (Kg)	Sika Viscocrete 1003 (g)	Sika ment NN (g)
BU <sub>K</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	0	0
BUSV <sub>1</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	41,033	0
BUSV <sub>2</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	54,711	0
BUSV <sub>3</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	68,388	0
BUSV <sub>4</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	82,066	0
BUSV <sub>5</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	95,743	0
BUSN <sub>1</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	0	41,033
BUSN <sub>2</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	0	54,711
BUSN <sub>3</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	0	68,388
BUSN <sub>4</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	0	82,066
BUSN <sub>5</sub>	5	0,0265	13,677	22,08	31,59	6,44	0	95,743

## 5.5 Pengujian Beton

### 5.5.1 Pengujian *Slump*

*Slump* merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu campuran beton, yaitu kecairan atau kepadatan adukan dalam pengerjaan beton. Hal ini berkaitan dengan tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*). Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin cair adukan beton tersebut sehingga adukan beton akan semakin mudah dikerjakan. Pengujian *slump* dilakukan sesuai dengan pedoman SNI 1972:2008.

Hasil pengujian *slump* pada adukan beton dapat dilihat pada.

**Tabel 5.16 Nilai *Slump* Pada Adukan Beton**

Kode Benda Uji	Air Sesuai Perhitungan (liter)	Air yang Digunakan (liter)	Pengurangan Air (liter)	Nilai <i>Slump</i> Rata-rata (mm)
BU <sub>K</sub>	6,44	6,44	0	90
BUSV <sub>1</sub>	6,44	4,94	1,5	130
BUSV <sub>2</sub>	6,44	4,94	1,5	140
BUSV <sub>3</sub>	6,44	4,94	1,5	150
BUSV <sub>4</sub>	6,44	4,54	1,9	170

Lanjutan Tabel 5.16 Nilai *Slump* Pada Adukan Beton

Kode Benda Uji	Air Sesuai Perhitungan (liter)	Air yang Digunakan (liter)	Pengurangan Air (liter)	Nilai <i>Slump</i> Rata-rata (mm)
BUSV <sub>5</sub>	6,44	4,54	1,9	180
BUSN <sub>1</sub>	6,44	5,24	1,2	95
BUSN <sub>2</sub>	6,44	5,24	1,2	100
BUSN <sub>3</sub>	6,44	5,24	1,2	110
BUSN <sub>4</sub>	6,44	5,04	1,4	120
BUSN <sub>5</sub>	6,44	5,04	1,4	130

Pada saat pencampuran adukan beton terdapat beberapa pengurangan air dari perhitungan kebutuhan air rencana. Pengurangan air ini disebabkan oleh campuran beton yang sudah terlihat cair yang disebabkan oleh adanya penambahan bahan tambah berupa *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN*. Penambahan *superplasticizer* menjadikan beton mempunyai nilai *slump* yang besar dan penggunaan air menjadi berkurang dibandingkan dengan campuran beton yang tidak ditambkan bahan *superplasticizer*. Besarnya nilai *slump* membuktikan bahwa penambahan *superplasticizer* meningkatkan *workability* campuran beton dan mengurangi penggunaan air sebesar 20%-30%.

#### 5.5.2 Pemeriksaan Berat Isi Beton

Hasil pemeriksaan berat isi beton segar dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Beton

Kode Benda Uji	Berat Isi Rencana (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Isi Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Peningkatan (%)
BU <sub>K</sub>	2320	2311,878	-0,350
BUSV <sub>1</sub>	2320	2303,733	-0,701
BUSV <sub>2</sub>	2320	2350,036	1,295
BUSV <sub>3</sub>	2320	2369,143	2,118
BUSV <sub>4</sub>	2320	2330,381	0,227
BUSV <sub>5</sub>	2320	2315,835	-0,179
BUSN <sub>1</sub>	2320	2352,939	1,419
BUSN <sub>2</sub>	2320	2322,119	0,091
BUSN <sub>3</sub>	2320	2339,748	0,851
BUSN <sub>4</sub>	2320	2365,503	1,961
BUSN <sub>5</sub>	2320	2367,143	2,032



Berdasarkan data pemeriksaan berat isi beton untuk berbagai variasi rata-rata hampir semua memenuhi berat rencana yaitu  $2320 \text{ kg/m}^3$ . Benda uji yang tidak memenuhi berat isi beton rencana adalah benda uji  $BU_k$ ,  $BUSV_1$ , dan  $BUSV_5$ .

### 5.5.3 Pengujian Kuat desak Beton

Beton memiliki kelebihan daya desak yang sangat kuat dan mampu menopang beban berat yang bekerja di atasnya. Banyak sekali faktor yang mempengaruhi nilai kuat desak beton, antara lain adalah jenis semen, kualitas agregat, nilai slump, cara pelaksanaan pembuatan beton, dan yang terakhir adalah perawatan. Proses pelaksanaan pembuatan beton dan perawatan beton yang baik akan menghasilkan kuat desak beton yang sesuai dengan rencana.

Pada penelitian ini, kuat desak beton diuji pada umur beton 28 hari dengan sampel berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian ini dilakukan pada 11 variasi berjumlah 5 sampel setiap variasinya. Pengujian kuat desak beton dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Universitas Islam Indonesia. Pengujian dilakukan menggunakan alat *Compressing Test Machine*. Sebelum dilakukan pengujian kuat desak beton, tiap benda uji silinder dipasang *capping* pada permukaannya dengan menggunakan mortar belerang. Pemasangan *capping* ini bertujuan agar distribusi beban saat pengujian menjadi lebih merata karena permukaan benda uji yang lebih rata. Pengujian kuat desak beton sesuai dengan pedoman SNI 1974:2011.

Berikut ini adalah contoh perhitungan hasil pengujian kuat desak beton pada variasi  $BU_k-1$  (Silinder 1).

$$\text{Beban Maksimum (P)} = 505 \text{ KN}$$

$$\text{Diameter (d)} = 151,225 \text{ mm}$$

$$\text{Luas Permukaan (A)} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 17961,2711 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kuat desak (f'c)} = P/A = (505 \times 1000) / 17961,2711 = 28,116 \text{ MPa}$$

Untuk benda uji dan variasi yang lain hasil pengujian kuat desak beton dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

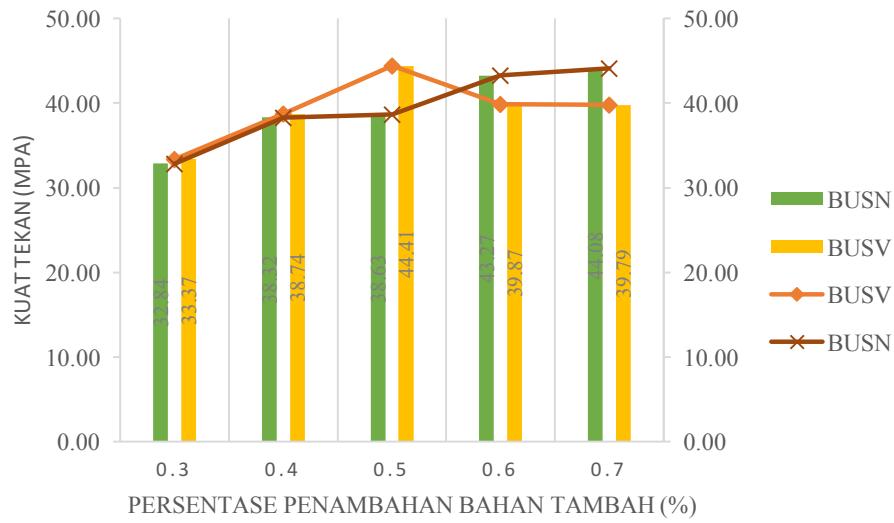
**Tabel 5.18 Hasil Pengujian Kuat desak Beton**

No	Kode	Diameter (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Peningkatan (%)
1	BU <sub>k</sub> -1	151.225	17961.27	505	28.116	27.351	0
2	BU <sub>k</sub> -2	152.825	18343.35	470	25.622		
3	BU <sub>k</sub> -3	151.775	18092.16	525	29.018		
4	BU <sub>k</sub> -4	149.975	17665.57	485	27.455		
5	BU <sub>k</sub> -5	150.95	17896.01	475	26.542		
6	BUSV <sub>1</sub> -1	151	17907.86	590	32.946	33.372	22.0148
7	BUSV <sub>1</sub> -2	150.825	17866.38	535	29.945		
8	BUSV <sub>1</sub> -3	150.35	17754.02	580	32.669		
9	BUSV <sub>1</sub> -4	151.2	17955.33	650	36.201		
10	BUSV <sub>1</sub> -5	151.175	17949.40	630	35.099		
11	BUSV <sub>2</sub> -1	152.175	18187.65	680	37.388	38.739	41.6380
12	BUSV <sub>2</sub> -2	151.8	18098.12	755	41.717		
13	BUSV <sub>2</sub> -3	152.225	18199.60	750	41.210		
14	BUSV <sub>2</sub> -4	151.15	17943.46	650	36.225		
15	BUSV <sub>2</sub> -5	151.525	18032.60	670	37.155		
16	BUSV <sub>3</sub> -1	152.2	18193.62	900	49.468	44.406	62.3590
17	BUSV <sub>3</sub> -2	151.85	18110.04	750	41.413		
18	BUSV <sub>3</sub> -3	151.2	17955.33	780	43.441		
19	BUSV <sub>3</sub> -4	151.275	17973.15	800	44.511		
20	BUSV <sub>3</sub> -5	150.65	17824.94	770	43.198		
21	BUSV <sub>4</sub> -1	150.775	17854.54	640	35.845	39.866	45.7594
22	BUSV <sub>4</sub> -2	151.475	18020.71	785	43.561		
23	BUSV <sub>4</sub> -3	150.15	17706.82	680	38.403		
24	BUSV <sub>4</sub> -4	150.925	17890.08	730	40.805		
25	BUSV <sub>4</sub> -5	150.05	17683.24	720	40.717		
26	BUSV <sub>5</sub> -1	151.6	18050.46	670	37.118	39.791	45.4864
27	BUSV <sub>5</sub> -2	150.625	17819.03	765	42.932		
28	BUSV <sub>5</sub> -3	150.775	17854.54	690	38.646		
29	BUSV <sub>5</sub> -4	152.125	18175.70	740	40.714		
30	BUSV <sub>5</sub> -5	152.25	18205.58	720	39.548		
31	BUSN <sub>1</sub> -1	152.2	18193.62	640	35.177	32.841	20.0735
32	BUSN <sub>1</sub> -2	151.75	18086.20	690	38.151		
33	BUSN <sub>1</sub> -3	150.1	17695.03	510	28.822		
34	BUSN <sub>1</sub> -4	151.025	17913.79	605	33.773		
35	BUSN <sub>1</sub> -5	151.525	18032.60	510	28.282		

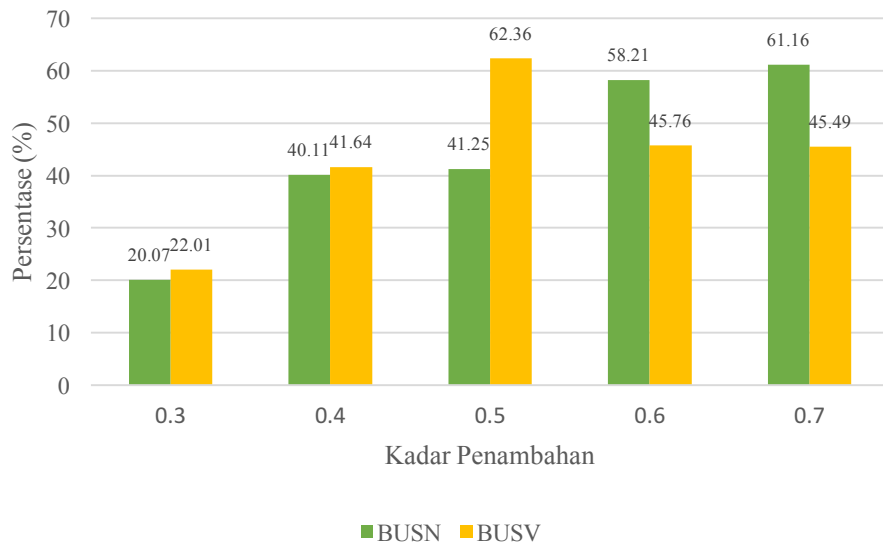
**Lanjutan Tabel 5.18 Hasil Pengujian Kuat desak Beton**

No	Kode	Diameter (mm)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Maksimum (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Peningkatan (%)
36	BUSN <sub>2</sub> -1	151	17907.86	650	36.297	38.322	40.1145
37	BUSN <sub>2</sub> -2	150.225	17724.51	720	40.622		
38	BUSN <sub>2</sub> -3	151.075	17925.66	645	35.982		
39	BUSN <sub>2</sub> -4	149.9	17647.90	730	41.365		
40	BUSN <sub>2</sub> -5	151.7	18074.28	675	37.346		
41	BUSN <sub>3</sub> -1	150.6	17813.11	650	36.490	38.633	41.2522
42	BUSN <sub>3</sub> -2	150.925	17890.08	720	40.246		
43	BUSN <sub>3</sub> -3	150.525	17795.38	740	41.584		
44	BUSN <sub>3</sub> -4	150.175	17712.72	700	39.520		
45	BUSN <sub>3</sub> -5	151.875	18116.01	640	35.328		
46	BUSN <sub>4</sub> -1	151.05	17919.72	700	39.063	43.272	58.2102
47	BUSN <sub>4</sub> -2	150.45	17777.65	750	42.188		
48	BUSN <sub>4</sub> -3	150.475	17783.56	820	46.110		
49	BUSN <sub>4</sub> -4	151.475	18020.71	770	42.729		
50	BUSN <sub>4</sub> -5	150.675	17830.86	825	46.268		
51	BUSN <sub>5</sub> -1	151.025	17913.79	940	52.474	44.080	61.1653
52	BUSN <sub>5</sub> -2	150.65	17824.94	670	37.588		
53	BUSN <sub>5</sub> -3	150.575	17807.20	780	43.803		
54	BUSN <sub>5</sub> -4	152.45	18253.44	800	43.827		
55	BUSN <sub>5</sub> -5	150.525	17795.38	760	42.708		

Dari Tabel 5.18 di atas dapat kita gambarkan grafik kuat desak rata-rata untuk benda uji dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN* yang dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.



**Gambar 5.5 Grafik Kuat desak Beton dengan Bahan Tambah**



**Gambar 5.6 Grafik Persentase Peningkatan Kuat desak Beton**

Berdasarkan Gambar 5.6 dapat dilihat bahwa benda uji variasi penambahan *Sika Viscocrete 1003* (BUSV) dan penambahan *Sikament NN* (BUSN) mengalami peningkatan kuat desak cukup signifikan dibandingkan dengan beton tanpa penambahan bahan *superplasticizer* atau yang disebut beton kontrol ( $BU_k$ ).

Benda uji kontrol (BU<sub>K</sub>) yang merupakan beton campuran normal dan diuji pada umur 28 hari mempunyai kuat desak rata-rata 27,351 MPa dan telah mencapai kuat desak rencana yaitu 25 MPa. Pada benda uji BUSV<sub>1</sub> dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* sebesar 0,3% dari berat semen pada umur 28 hari memiliki kuat desak 33,372 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 22,015 % dibanding beton kontrol. Benda uji BUSV<sub>2</sub> dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* sebesar 0,4% dari berat semen pada umur 28 hari memiliki kuat desak 38,739 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 41,638 % dibanding beton kontrol.

Pada benda uji BUSV<sub>3</sub> dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* sebesar 0,5% dari berat semen pada umur 28 hari memiliki kuat desak 44,406 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 62,359 % dibanding beton kontrol. Benda uji BUSV<sub>4</sub> dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* sebesar 0,6% dari berat semen pada umur 28 hari memiliki kuat desak 39,866 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 45,759 % dibanding beton kontrol. Benda uji BUSV<sub>5</sub> dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* sebesar 0,7% dari berat semen pada umur 28 hari memiliki kuat desak 39,791 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 45,486 % dibanding beton kontrol.

Benda uji BUSN<sub>1</sub> dengan penambahan *Sikament NN* sebesar 0,3% dari berat semen pada umur 28 hari memiliki kuat desak 32,841 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 20,074 % dibanding beton kontrol. Benda uji BUSN<sub>2</sub> dengan penambahan *Sikament NN* sebesar 0,4% dari berat semen pada umur 28 hari memiliki kuat desak 38,322 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 40,115 % dibanding beton kontrol.

Pada Benda uji BUSN<sub>3</sub> dengan penambahan *Sikament NN* sebesar 0,5% dari berat semen pada umur 28 hari memiliki kuat desak 38,633 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 41,252 % dibanding beton kontrol. Benda uji BUSN<sub>4</sub> dengan penambahan *Sikament NN* sebesar 0,6% dari berat semen pada umur 28 hari memiliki kuat desak 43,272 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 58,21 % dibanding beton kontrol. Benda uji BUSN<sub>5</sub> dengan penambahan *Sikament NN* sebesar 0,7% dari berat semen pada umur 28 hari

memiliki kuat desak 44,080 MPa dan mengalami peningkatan kuat desak sebesar 61,165 % dibanding beton kontrol.

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa persentase optimal dalam penambahan *Sika Viscocrete 1003* kedalam campuran beton adalah sebesar 0,5% dari berat semen dan penambahan *Sikament NN* kedalam campuran beton adalah sebesar 0,7% dari berat semen. Peningkatan kuat desak beton dengan penambahan bahan *superplasticizer* dikarenakan selain meningkatkan kuat desak beton juga mengurangi penggunaan air dan meningkatkan *workability* beton yang dapat dilihat dengan nilai *slump* yang juga meningkat.

#### 5.5.4 Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air beton dilakukan pada semua sampel benda uji pada setiap variasi campuran. Pengujian daya serap air beton dilakukan dengan metode SNI 03-6433-2000. Pengujian dilakukan dengan cara menentukan massa beton kering permukaan jenuh yang telah selesai dilakukannya proses perendaman. Setelah penentuan massa beton kering permukaan jenuh, silinder beton dikeringkan dalam oven kurang lebih 24 jam dengan suhu 100-110 °C. Setelah benda uji dikeluarkan dari oven, kemudian benda uji didiamkan hingga dingin dalam suhu ruangan, setelah itu timbang benda uji. Syarat daya serap air beton pada pengeringan oven adalah sebesar 6,5%. Salah satu tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat kepadatan beton. Berikut adalah contoh perhitungan pengujian daya serap air pada variasi BU<sub>k</sub>-1 (Silinder 1)

$$\begin{aligned} \text{Berat Beton SSD (Wb)} &= 12916 \text{ gram} \\ \text{Berat Beton Kering Oven (Wk)} &= 12520 \text{ gram} \\ \text{Daya Serap Air} &= \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\% \\ &= \frac{12916 - 12520}{12520} \times 100\% = 3,16\% \end{aligned}$$

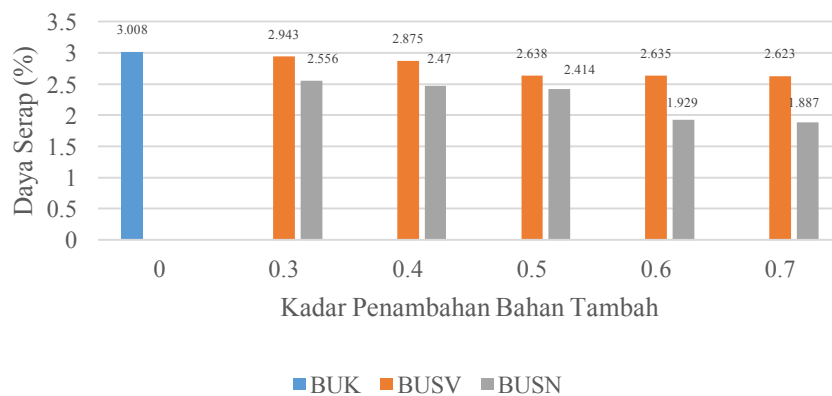
Untuk hasil pengujian daya serap air pada beton variasi yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Gambar 5.7.

**Tabel 5.19 Hasil Pengujian Daya Serap Air Beton**

No	Kode	Berat SSD (Wb)	Berat Kering Oven (Wk)	Daya Serap Air %	Daya Serap Air Rata-Rata
1	BU <sub>k</sub> -1	12916	12520	3.163	3.008
2	BU <sub>k</sub> -2	12723	12330.5	3.183	
3	BU <sub>k</sub> -3	12534	12220	2.570	
4	BU <sub>k</sub> -4	12523	12120	3.325	
5	BU <sub>k</sub> -5	12514	12173	2.801	
6	BUSV <sub>1</sub> -1	12403	11950	3.791	2.943
7	BUSV <sub>1</sub> -2	12410	11982	3.572	
8	BUSV <sub>1</sub> -3	12420	12008	3.431	
9	BUSV <sub>1</sub> -4	12471	12300	3.163	
10	BUSV <sub>1</sub> -5	12346	12041	3.183	
11	BUSV <sub>2</sub> -1	13152	12758	3.088	2.875
12	BUSV <sub>2</sub> -2	12947	12605	2.713	
13	BUSV <sub>2</sub> -3	12916	12583	2.646	
14	BUSV <sub>2</sub> -4	12837	12473	2.918	
15	BUSV <sub>2</sub> -5	12701	12330	3.009	
16	BUSV <sub>3</sub> -1	13033	12681	2.776	2.638
17	BUSV <sub>3</sub> -2	12921	12577	2.735	
18	BUSV <sub>3</sub> -3	12995	12634	2.857	
19	BUSV <sub>3</sub> -4	12892	12594	2.366	
20	BUSV <sub>3</sub> -5	12947	12637	2.453	
21	BUSV <sub>4</sub> -1	12910	12410	4.029	2.635
22	BUSV <sub>4</sub> -2	12412	12130	2.325	
23	BUSV <sub>4</sub> -3	12076	11673	3.452	
24	BUSV <sub>4</sub> -4	12317	12140	1.458	
25	BUSV <sub>4</sub> -5	12695	12457	1.911	
26	BUSV <sub>5</sub> -1	12793	12573	1.750	2.623
27	BUSV <sub>5</sub> -2	12693	12421	2.190	
28	BUSV <sub>5</sub> -3	12582	12235	2.836	
29	BUSV <sub>5</sub> -4	12187	11716	4.020	
30	BUSV <sub>5</sub> -5	12834	12543	2.320	
31	BUSN <sub>1</sub> -1	13145	12836	2.407	2.556
32	BUSN <sub>1</sub> -2	12830	12567	2.093	
33	BUSN <sub>1</sub> -3	12752	12350	3.255	
34	BUSN <sub>1</sub> -4	12700	12490	1.681	
35	BUSN <sub>1</sub> -5	12895	12478	3.342	

**Lanjutan Tabel 5.19 Hasil Pengujian Daya Serap Air Beton**

No	Kode	Berat SSD (Wb)	Berat Kering Oven (Wk)	Daya Serap Air %	Daya Serap Air Rata-Rata
36	BUSN <sub>2</sub> -1	12724	12391	2.687	2.470
37	BUSN <sub>2</sub> -2	12415	12070	2.858	
38	BUSN <sub>2</sub> -3	12729	12514	1.718	
39	BUSN <sub>2</sub> -4	12602	12247	2.899	
40	BUSN <sub>2</sub> -5	12741	12468	2.190	
41	BUSN <sub>3</sub> -1	12834	12767	0.525	2.414
42	BUSN <sub>3</sub> -2	12675	12620	0.436	
43	BUSN <sub>3</sub> -3	12778	12633	1.148	
44	BUSN <sub>3</sub> -4	12659	12176	3.967	
45	BUSN <sub>3</sub> -5	12709	11990	5.997	
46	BUSN <sub>4</sub> -1	12788	12612	1.395	1.929
47	BUSN <sub>4</sub> -2	12649	12473	1.411	
48	BUSN <sub>4</sub> -3	12898	12663	1.856	
49	BUSN <sub>4</sub> -4	12784	12472	2.502	
50	BUSN <sub>4</sub> -5	12857	12546	2.479	
51	BUSN <sub>5</sub> -1	13082	12956	0.973	1.887
52	BUSN <sub>5</sub> -2	12707	12575	1.050	
53	BUSN <sub>5</sub> -3	12650	12436	1.721	
54	BUSN <sub>5</sub> -4	13158	12785	2.917	
55	BUSN <sub>5</sub> -5	12596	12256	2.774	



**Gambar 5.7 Grafik Daya Serap Air**

Dari hasil pengujian diatas dapat kita lihat bahwa semua variasi beton memiliki daya serap air yang mencapai standarnya yaitu tidak lebih dari 6,5%. Ini



membuktikan bahwa tingkat kepadatan beton sudah cukup baik. Secara umum penambahan bahan tambah berupa *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN* dapat mengurangi nilai daya serap air pada beton dibandingkan dengan benda uji tanpa bahan tambah. Dari pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar penambahan *Sika Viscocrete 1003* maka daya serap air beton juga akan menurun persentasenya, demikian juga dengan semakin besar kadar penambahan *Sikament NN* maka daya serap air beton juga akan menurun persentasenya. Ini membuktikan bahwa benda uji dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN* memiliki tingkat kepadatan yang baik, dan memiliki rongga pori yang lebih sedikit dibandingkan benda uji tanpa penambahan bahan *superplasticizer*. Nilai daya serap air yang paling rendah terdapat pada benda uji BUSN<sub>5</sub> dengan penambahan *Sikament NN* sebesar 0,7 dan benda uji BUSV<sub>5</sub> dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* sebesar 0,7.

## 5.6 Pengaruh Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat desak dan Daya Serap Air

Pengaruh penambahan bahan *superplasticizer* terhadap campuran beton disajikan pada Tabel 5.20 berikut.

**Tabel 5.20 Pengaruh Penambahan *Superplasticizer***

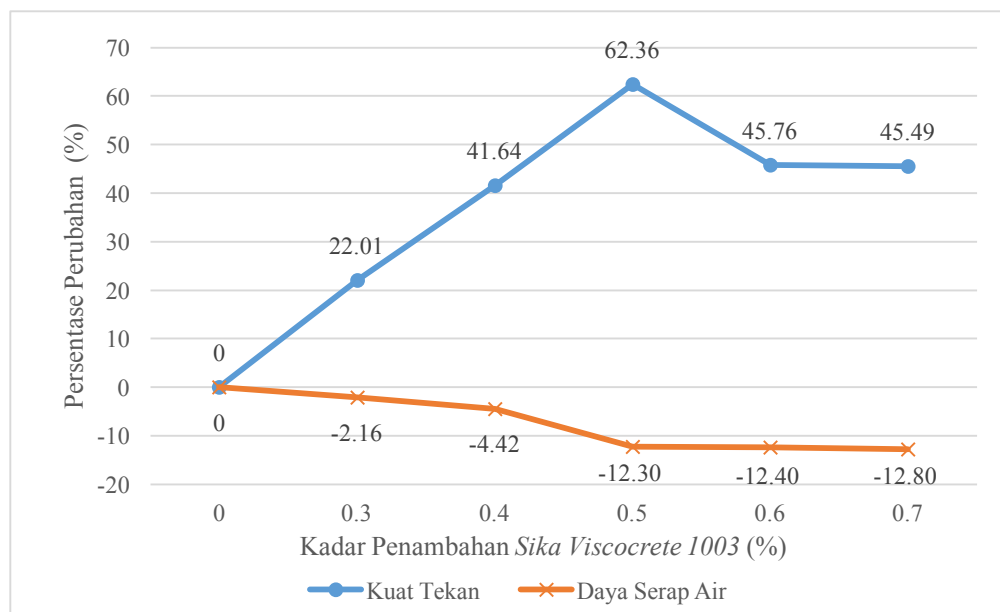
Kode Benda Uji	Pengurangan Air (L)	Nilai Slump (mm)	Kuat desak (MPa)	Daya Serap Air (%)	Berat Volume (kg/m <sup>2</sup> )	Peningkatan Berat Volume (%)
BU <sub>K</sub>	0	90	27.35	3.008	2,311,878	-0,350
BUSV <sub>1</sub>	1.5	130	33.37	2.943	2,303,733	-0,701
BUSV <sub>2</sub>	1.5	140	38.74	2.875	2,350,036	1,295
BUSV <sub>3</sub>	1.5	150	44.41	2.638	2,369,143	2,118
BUSV <sub>4</sub>	1.9	170	39.87	2.635	2,330,381	0,227
BUSV <sub>5</sub>	1.9	180	39.79	2.623	2,315,835	-0,179
BUSN <sub>1</sub>	1.2	95	32.84	2.556	2,352,939	1,419
BUSN <sub>2</sub>	1.2	100	38.32	2.47	2,322,119	0,091
BUSN <sub>3</sub>	1.2	110	38.63	2.414	2,339,748	0,851
BUSN <sub>4</sub>	1.4	120	43.27	1.929	2,365,503	1,961
BUSN <sub>5</sub>	1.4	130	44.08	1.887	2,367,143	2,032

Dari tabel yang telah disajikan diatas dapat kita lihat bahwa kuat desak beton akan mengalami peningkatan apabila kandungan air dalam campuran bahan dikurangi, pengurangan air tersebut dapat menyebabkan kelecakan beton berkurang drastis. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan *Superplasticizer* yang merupakan bahan tambah kimia yang berfungsi untuk meningkatkan kelecakan beton segar. Dengan meningkatnya kelecakan tersebut beton lebih praktis dan encer sehingga pasta semen dapat mengisi rongga di antara agregat dan mengurangi kandungan udara yang terperangkap. Sesuai dengan fungsinya *Sika Viscocrete 1003* mampu mengurangi penggunaan air hingga 30% dan *Sikament NN* mampu mengurangi penggunaan air hingga 25%. Penambahan bahan *superplasticizer* juga dapat mengurangi porositas dan kadar pori pada beton akibat pengurangan kandungan udara. Dapat kita lihat juga bahwa semakin besar kadar penambahan *superplasticizer* maka persentase daya serap air beton akan mengecil yang menandakan bahwa kadar pori didalam beton semakin berkurang dan kepadatan beton membaik, sehingga berpengaruh terhadap kuat desak beton akan meningkat. Untuk beton dengan penambahan *Sikament NN* memiliki tingkat daya serap air beton yang lebih kecil dibanding dengan beton penambahan *Sika Viscocrete 1003*, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Sikament NN* mampu mengurangi kadar pori pada beton lebih baik dibandingkan dengan penggunaan *Sika Viscocrete 1003*. Pada variasi BUSV<sub>4</sub> dan BUSV<sub>5</sub> dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* sebesar 0,6% dan 0,7% terjadi penurunan kuat desak beton jumlah kandungan air pada adukan sangat kurang hal ini menyebabkan beton sulit untuk dikerjakan, meskipun dengan penambahan *superplasticizer* mampu meningkatkan workabilitas tetapi penambahan *superplasticizer* dengan kadar yang besar, kuat desak yang dihasilkan tidak lagi optimal bahkan cenderung menurun. Pengurangan air yang optimum akan memberikan peningkatan kuat desak beton sampai batas maksimum. Namun pengurangan air yang berlebihan menyebabkan kekuatan beton menurun seperti pada benda uji variasi BUSV<sub>4</sub> dan BUSV<sub>5</sub>. Penambahan *superplasticizer* dengan jenis *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN* tidak berpengaruh terhadap berat volume beton. Dapat kita lihat pada tabel yang telah disajikan sebelumnya bahwa berat volume beton pada semua variasi benda uji berbeda-beda. Perbedaan berat

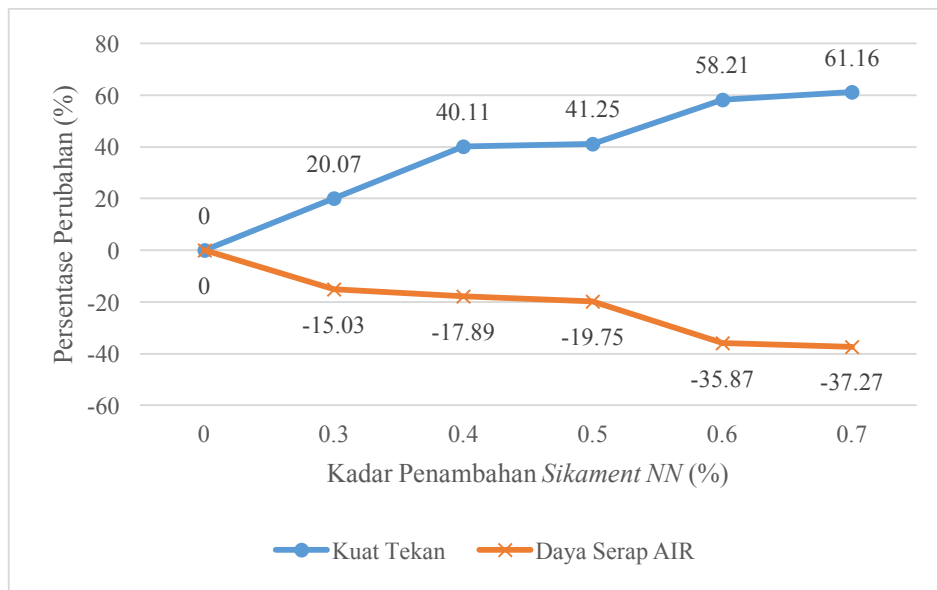
volume beton dipengaruhi oleh proses pemadatan yang dilakukan oleh peneliti saat proses pencetakan beton. Berat volume beton yang tidak sesuai dengan berat volume beton rencana merupakan kesalahan yang dilakukan oleh peneliti saat proses pemadatan beton. Berikut adalah persentase perubahan kuat desak dan daya serap air beton dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN* terhadap beton normal yang dapat dilihat pada Tabel 5.21, Gambar 5.8 dan Gambar 5.9.

**Tabel 5.21 Persentase Perubahan Beton dengan Penambahan *Superplasticizer***

Kode Benda Uji	Kuat desak Rata-Rata (MPa)	Persen Perubahan (%)	Daya Serap Air Beton (%)	Persen Perubahan (%)
BU <sub>K</sub>	27.35	-	3.008	-
BUSV <sub>1</sub>	33.37	22.01	2.943	-2.16
BUSV <sub>2</sub>	38.74	41.64	2.875	-4.42
BUSV <sub>3</sub>	44.41	62.36	2.638	-12.3
BUSV <sub>4</sub>	39.87	45.76	2.635	-12.4
BUSV <sub>5</sub>	39.79	45.49	2.623	-12.79
BUSN <sub>1</sub>	32.84	20.07	2.556	-15.03
BUSN <sub>2</sub>	38.32	40.11	2.47	-17.88
BUSN <sub>3</sub>	38.63	41.25	2.414	-19.74
BUSN <sub>4</sub>	43.27	58.21	1.929	-35.87
BUSN <sub>5</sub>	44.08	61.16	1.887	-37.27



**Gambar 5.8 Persentase Perubahan dengan Penambahan *Sika Viscocrete 1003***



**Gambar 5.9 Persentase Perubahan Dengan Penambahan Sikament NN**

### 5.7 Kontrol Proses Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

Ketelitian saat proses pencampuran material penyusun beton sangat berpengaruh pada kualitas beton terutama tingkat kepadatannya. Beton yang memiliki tingkat kepadatan yang tinggi diharapkan dapat menghasilkan kuat desak yang tinggi. Kepadatan beton sangat dipengaruhi oleh penumbukan pada proses pencetakan beton pada silinder cetakan benda uji. Pada penelitian ini proses penumbukan dilakukan digunakan dengan cara manual yaitu dengan menggunakan tongkat penumbuk dan tenaga manusia. Pada penelitian ini tidak dilakukan proses pemadatan dengan *vibrator* dikarenakan nilai *slump* sudah cukup tinggi dan campuran beton sudah terlihat sangat cair. Pembuatan benda uji selama penelitian ini menggunakan tenaga manusia mulai dari proses penimbangan material, pencampuran material dengan menggunakan *mixer* beton, penuangan sampai pemadatan beton dalam silinder cetakan.

Proses perawatan benda uji dilakukan selama 28 hari dengan cara merendam benda uji yang telah dilepas dari silinder cetakan di kolam rendaman beton yang tersedia di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Universitas Islam Indonesia. Air yang digunakan untuk perendaman beton merupakan air yang diperoleh dari Laboratorium itu sendiri. Setelah 28 hari benda uji yang telah

direndam itu dikeluarkan. Benda uji yang sudah dikeluarkan akan segera dilakukan uji daya serap air. Setelah uji daya serap air dilakukan, pemasangan *capping* pada benda uji dilakukan untuk kebutuhan pengujian kuat desak beton.

### 5.8 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Beton

Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan harga tiap-tiap jenis bahan yang digunakan untuk pembuatan 1 m<sup>3</sup> beton, berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan biaya untuk beton dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN* untuk semua variasi yang dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 5.22 Rekapitulasi Biaya Pembuatan Beton Penambahan *Sika Viscocrete 1003***

No	Bahan	Kebutuhan (Kg)	Kemasan (Kg)	Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sika Viscocrete 1003</i> (0,3%)	1,290	5	500.000	100000	129.000
Kuat Desak rata-rata = 33.372 MPa						943.233
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sika Viscocrete 1003</i> (0,4%)	1,720	5	500.000	100000	172.000
Kuat Desak rata-rata = 38.739 MPa						986.233

**Lanjutan Tabel 5.22 Rekapitulasi Biaya Pembuatan Beton Penambahan *Sika Viscocrete 1003***

No	Bahan	Kebutuhan (Kg)	Kemasan (Kg)	Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sika Viscocrete 1003</i> (0,5%)	2,150	5	500.000	100000	215.000
Kuat Desak rata-rata = 44.406 MPa						1.029.233
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sika Viscocrete 1003</i> (0,6%)	2,580	5	500.000	100000	258.000
Kuat Desak rata-rata = 39.866 MPa						1.072.233
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sika Viscocrete 1003</i> (0,7%)	3,010	5	500.000	100000	301.000
Kuat Desak rata-rata = 39.791 MPa						1.115.233

**Tabel 5.23 Rekapitulasi Biaya Pembuatan Beton Penambahan *Sikament NN***

No	Bahan	Kebutuhan (Kg)	Kemasan (Kg)	Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sikament NN</i> (0,3%)	1,290	1	75.000	75.000	96.750
Kuat Desak rata-rata = 32.841 MPa						910.983
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sikament NN</i> (0,4%)	1,720	1	75.000	75.000	129.000
Kuat Desak rata-rata = 38.322 MPa						943.233
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sikament NN</i> (0,5%)	2,150	1	75.000	75.000	161.250
Kuat Desak rata-rata = 38.633 MPa						975.483
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sikament NN</i> (0,6%)	2,580	1	75.000	75.000	193.500
Kuat Desak rata-rata = 43.272 MPa						1.007.733
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
5.	<i>Sikament NN</i> (0,7%)	3,010	1	75.000	75.000	225.750
Kuat Desak rata-rata = 44.080 MPa						1.039.983

**Tabel 5.24 Rekapitulasi Biaya Pembuatan Beton Kontrol**

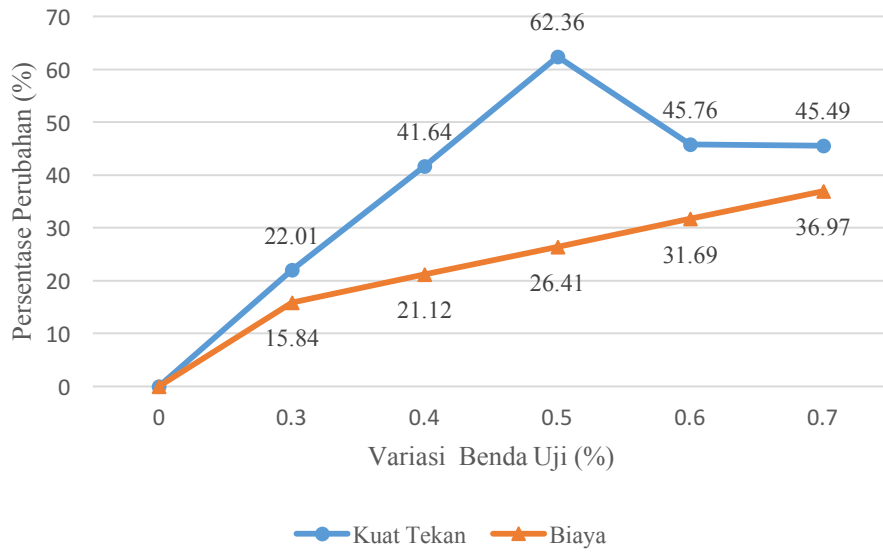
No	Bahan	Kebutuhan (Kg)	Kemasan (Kg)	Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	Semen	430	40	36.500	912.5	392.375
2.	Agregat Kasar	993,248	1000	250.000	250	248.311
3.	Agregat Halus	694,186	1000	250.000	250	173.546
4	Air	202,566	0	0	0	0
Kuat Desak rata-rata = 27,35 MPa						814.233

Pengaruh penambahan *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN* berpengaruh terhadap biaya pembuatan beton dibandingkan dengan beton tanpa penambahan bahan apapun. Persentase perubahan kuat desak beton terhadap aspek biaya pembuatan pada beton dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* dan beton dengan penambahan *Sikament NN* terhadap beton kontrol dapat dilihat pada Tabel 5.25 dan Gambar 5.10 dan 5.11 berikut.

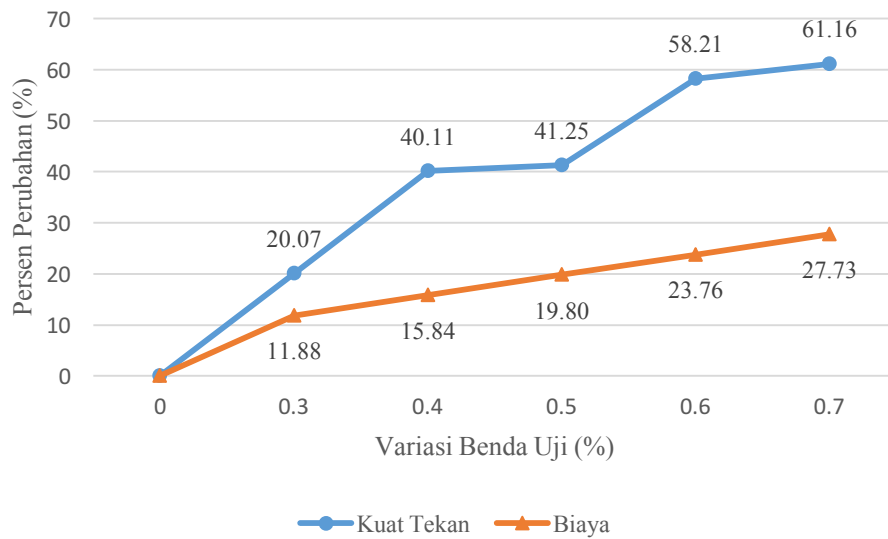
**Tabel 5.25 Persentase Perubahan Beton Pada Aspek Biaya dan Kuat Tekan**

Kode Benda Uji	Variasi	Kuat Tekan (MPa)	Persen Perubahan (%)	Biaya (IDR)	Persen Perubahan (%)
BU <sub>K</sub>	0	27.35	0	814.233	0
BUSV <sub>1</sub>	0.3	33.37	22.01	943.233	15.84
BUSV <sub>2</sub>	0.4	38.74	41.64	986.233	21.12
BUSV <sub>3</sub>	0.5	44.41	62.36	1.029.233	26.41
BUSV <sub>4</sub>	0.6	39.87	45.76	1.072.233	31.69
BUSV <sub>5</sub>	0.7	39.79	45.49	1.115.233	36.97
BUSN <sub>1</sub>	0.3	32.84	20.07	910.983	11.88
BUSN <sub>2</sub>	0.4	38.32	40.11	943.233	15.84
BUSN <sub>3</sub>	0.5	38.63	41.25	975.483	19.80
BUSN <sub>4</sub>	0.6	43.27	58.21	1.007.733	23.76
BUSN <sub>5</sub>	0.7	44.08	61.16	1.039.983	27.73





**Gambar 5.10** Persentase Perubahan Dengan Penambahan *Sika Viscocrete 1003*



**Gambar 5.11** Persentase Perubahan Dengan Penambahan *Sikament NN*

Berdasarkan Tabel 5.25, Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 dapat dilihat bahwa beton dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* sebesar 0,5% dengan nilai kuat desak rata-rata sebesar 44,41 MPa dalam proses pembuatannya menghabiskan biaya sebesar Rp 1.029.233. Beton mengalami peningkatan kuat tekan sebesar

62,36 % dan peningkatan biaya pembuatan hanya sebesar 26,41%. Beton dengan penambahan *Sikament NN* sebesar 0,7% dengan nilai kuat desak rata-rata sebesar 44,08 MPa dalam proses pembuatannya menghabiskan biaya sebesar Rp 1.039.983. Beton mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 61,16% dan peningkatan biaya pembuatan hanya sebesar 27,73%. Selisih biaya antara beton dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* dan *Sikament NN* adalah sebesar Rp 10.749 per 1 m<sup>3</sup> beton. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beton dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* lebih ekonomis sebesar 1,034% dibandingkan dengan beton penambahan *Sikament NN* per 1 m<sup>3</sup> beton. Beton dengan penambahan *Sika Viscocrete 1003* mampu meningkatkan kuat tekan sebesar 0,74% lebih besar dibandingkan beton dengan penambahan *Sikament NN*. Sehingga dapat disimpulkan penambahan *Sika Viscocrete 1003* lebih direkomendasikan penggunaannya dibandingkan dengan *Sikament NN* dikarenakan dalam penggunaannya mampu menghasilkan peningkatan kuat tekan yang lebih besar dan menghasilkan biaya yang lebih sedikit.