

BAB IV
PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Pelaksanaan Penelitian

4.1.1 Pemeriksaan Bahan

1. Agregat Halus

Pemeriksaan terhadap agregat halus meliputi :

a. Modulus Halus Butir (MHB),

Alat yang digunakan :

- 1) Timbangan, merk Ohaus kapasitas 20 kg.
- 2) Mesin penggetar/mesin ayak.
- 3) Saringan 1(satu) set (40,20,10,4.8,2.40,1.20,0.6,0.3,0.15,pan) mm.
- 4) Sikat baja (kasar/halus)
- 5) Kuas, lap kaos.
- 6) Piring, serok.

Cara pemeriksaan

- 1) menimbang pasir yang sudah dicuci dan dikeringkan dengan oven selama 24 jam sebanyak kira-kira 2000 gram,
- 2) memasukkan ke dalam 1 set saringan dan pasang pada alat penggetar selama 15 menit,

- 3) setelah 15 menit timbang berat pasir tertinggal pada tiap saringan. mengeluarkan pasir yang menempel pada saringan dengan sikat baja,
- 4) menghitung berapa persen berat pasir tertinggal tiap saringan dan hitung pula kumulatif persen berat pasir tertinggal lalu menjumlahkannya,
- 5) melakukan prosedur yang sama kemudian cari rata-ratanya dan dibagi 100,

b. Berat Jenis

Alat yang digunakan :

- 1) Gelas ukur kapasitas 1000 cc.
- 2) Timbangan, merk Ohaus, ketelitian 0,01 gram.
- 3) Piring, sekop kecil.

Cara pemeriksaan :

- 1) menimbang pasir yang telah dicuci dan dikeringkan dengan oven sebanyak 500 gram(W),
- 2) menakar air dengan gelas ukur sebanyak 500 cc (V1),
- 3) memasukkan pasir yang telah ditimbang kedalam gelas ukur berisi air 500 (V2),
- 4) mencatat kenaikan ketinggian air pada gelas ukur,
- 5) menghitung berat jenis. Berat Jenis = $W/(V_2-V_1)$

c. Kadar Lumpur

Alat yang digunakan :

- 1) Timbangan
- 2) Piring, serok

Cara pemeriksaan

- 1) menimbang berat piring kosong(W_1),
- 2) menimbang pasir yang telah dikeringkan dengan oven sebanyak 500 gram(W_2),
- 3) mencuci pasir tersebut hingga bersih, kemudian mengeringkannya dengan oven,
- 4) menimbang berat pasir setelah dikeluarkan dari oven(W_3),
- 5) menghitung kadar lumpur.

$$\text{Kadar lumpur} = [(W_2 - W_1) - (W_3 - W_1)] / (W_2 - W_1)$$

2. Agregat Kasar

Pemeriksaan Agregat kasar meliputi :

a. Berat Jenis

Alat yang digunakan :

- 1) Gelas ukur 1000 cc.
- 2) Timbangan ketelitian 0,01 gram
- 3) Piring, sekop.

Cara pemeriksaan :

- 1) menimbang agregat kasar kering sebanyak 2 X 500 gram(W),
- 2) menakar air dalam gelas ukur sebanyak 500 cc(V_1),
- 3) memasukkan agregat ke dalam gelas ukur dan amati volume air + agregat(V_2),
- 4) menghitung berat jenis : $\text{Berat Jenis} = W / (V_2 - V_1)$

b. Berat Volume

Alat yang digunakan

- 1) Timbangan kapasitas minimal 20 Kg.
- 2) Cetakan silinder (\varnothing 15X 30)cm.
- 3) Tongkat penumbuk \varnothing 16mm panjang 60 cm.
- 4) Serok/cetok.

Cara pemeriksaan

- 1) menimbang berat cetakan silinder(W_1),
- 2) memasukkan agregat ke dalam cetakan silinder dan dipadatkan dengan tongkat penumbuk,
- 3) menimbang cetakan berisi agregat yang sudah dipadatkan (W_2),
- 4) menghitung volume cetakan(V),
- 5) menghitung berat agregat(W_2-W_1),
- 6) menghitung berat volume agregat : Berat volum = $(W_2-W_1)/V$

c. Kadar air dan Serapan atau *Absorpsi*

Alat yang digunakan :

- 1) Oven
- 2) Timbangan
- 3) Piring, sendok pasir.
- 4) Air

Cara pengujian :

- 1) menimbang piring kosong(W_1),
- 2) menimbang sejumlah kerikil pada piring(W_2),

- 3) mengeringkan kerikil tersebut selama 24 jam menggunakan oven,
- 4) menimbang pasir pada kondisi kering (W_3),
- 5) merendam kerikil dalam air selama 24 jam agar seluruh pori kerikil menyerap air dan atur sampai kondisi jenuh kering muka/SSD (Saturated Surface Dry),
- 6) menimbang kerikil pada kondisi SSD (W_4),
- 7) menghitung kadar air :

$$\text{Kadar air} = [(W_1 - W_2) - (W_3 - W_2)] / (W_3 - W_2)$$

- 8) menghitung serapan :

$$\text{Serapan} = [(W_4 - W_2) / (W_3 - W_2)] / (W_3 - W_2) - [\text{Kadar air}]$$

4.1.2 Perancangan Campuran Beton

Benda uji menggunakan silinder berukuran tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Jumlah benda uji 140 buah dengan rincian 7 variasi kandungan *fly ash* dan *silica fume* masing-masing 2,5%, 5%, 7,5% dan kandungan *fly ash* atau *silica fume* 0%. Metode perancangan campuran beton menggunakan metode yang direkomendasikan ACI dalam Standard ACI 211.4R-93 (Harold N. Atkins, 1997)

Campuran beton dibuat dari bahan sebagai berikut :

Pasir : dari gunung Merapi

MHB = 2,9955

berat jenis = 2,465

Batu pecah: asal Clereng, Kulon Progo

ukuran maksimum 20 mm

	berat jenis = 2,63
	berat satuan = 1521 kg/m ³
Semen	Jenis I merk Gresik
	berat jenis = 3,15
<i>Fly ash</i>	PLTU Suralaya, Jawa Barat
	berat jenis = 2,33
<i>Silica fume</i>	Sika Fume, produksi PT. Sika Nusa Pratama
	berat jenis = 2,2
<i>Superplasticizer</i>	Sikament NN, produksi PT. Sika Nusa Pratama

Perencanaan Campuran (untuk 1 m³ beton):

- memilih slump dan kuat tekan beton
menggunakan bahan pengurang kadar air atau superplasticizer, maka dipilih slump 25-50 mm.
Tidak tersedia data campuran beton mutu tinggi maka untuk menentukan kuat tekan beton dipakai rumus :
$$f_{cr} = f_c + 10 = 55 + 10 = 65 \text{ Mpa,}$$
- menentukan ukuran agregat maksimum
ditentukan ukuran agregat maksimum 20 mm (tabel 3.2),
- menentukan kandungan agregat kasar (kerikil) optimum.
dari tabel 3.2 rasio fraksi (rasio volume kerikil terhadap beton) = 0,72
$$W_k = 0,72 \times 1521 = 1095,12 \text{ kg/m}^3,$$
- menghitung air campuran dan kandungan udara :

dari tabel 3.2 perkiraan air campuran adalah 169 kg/m^3 dengan kandungan udara 2 %,

5. menentukan $w/(c+p)$

dari gambar 3.1 untuk ukuran agregat maks 20 mm maka nilai $w/(c+p) = 0,33286$,

6. menghitung material c+p

$$w/(c+p) = 0,33286$$

$$w = 169 \text{ kg/m}^3 \rightarrow c+p = 169/0,33286 = 507,721 \text{ kg}$$

7. Proporsi campuran dasar tanpa *fly ash* dan *silica fume*

$$\text{semen} \rightarrow 507,721/(3,15 \times 1000) = 0,1612 \text{ m}^3$$

$$\text{batu kerikil} \rightarrow 1095,12/(2,63 \times 1000) = 0,4164 \text{ m}^3$$

$$\text{air} \rightarrow 169/1000 = 0,168 \text{ m}^3$$

$$\text{udara} = 0,02 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total bahan (tanpa pasir)} = 0,7656 \text{ m}^3$$

Jadi volume pasir per m^3 beton

$$V_{\text{pasir}} = 1 - 0,7656 = 0,2344 \text{ m}^3$$

$$W_{\text{pasir}} = 0,2344 \times 2,465 \times 1000 = 577,796 \text{ kg.}$$

Proporsi campuran dalam berat :

- semen \rightarrow 507,721 kg.
 - kerikil \rightarrow 1095,12 kg.
 - pasir \rightarrow 577,796 kg.
 - air \rightarrow 169 kg.
- berat total 2349,637 kg

6) Proporsi *fly ash* dan *silica fume*

Tabel 4.1
Perbandingan berat c+p dan *fly ash*

% <i>Fly ash</i>	Berat gabungan (C+P) kg	Berat semen	Berat <i>fly ash</i>
1. 2,5 %	507,721	495,0282	12,6928
2. 5 %	507,721	482,3349	25,3861
3. 7,5 %	507,721	469,6419	38,0791

Tabel 4.2
Perbandingan berat c+p dan *Silica fume*

% <i>Silica fume</i>	Berat gabungan (C+P) kg	Berat semen	Berat <i>silica fume</i>
1. 2,5 %	507,721	495,0282	12,6928
2. 5 %	507,721	482,3349	25,3861
3. 7,5 %	507,721	469,6419	38,0791

1. Proporsi dengan campuran *fly ash* 2,5 %

- semen → $495,0282 / (3,15 \times 1000) = 0,1572 \text{ m}^3$
- batu kerikil → $1095,12 / (2,63 \times 1000) = 0,4164 \text{ m}^3$
- air → $169 / 1000 = 0,169 \text{ m}^3$
- *fly ash* → $12,6928 / (2,33 \times 1000) = 0,0054 \text{ m}^3$
- udara = $0,02 \text{ m}^3$

Volume total tanpa pasir = $0,768 \text{ m}^3$

V pasir = $1 - 0,768 = 0,232 \text{ m}^3$

berat pasir = $0,232 \times 2,465 \times 1000 = 571,88 \text{ kg}$

proporsi campuran dalam berat :

- semen → 495,0282 kg.
- kerikil → 1095,12 kg.
- pasir → 571,88 kg
- air → 169 kg.

- *fly ash* → $\frac{12,6928}{1000} \text{ kg}$

Jumlah 2343,721 kg

2. Proporsi dengan campuran *fly ash* 5 %

- semen → $482,3349 / (3,15 \times 1000) = 0,1531 \text{ m}^3$

- batu kerikil → $1095,12 / (2,63 \times 1000) = 0,4164 \text{ m}^3$

- air → $169 / 1000 = 0,169 \text{ m}^3$

- *fly ash* → $25,3861 / (2,33 \times 1000) = 0,0109 \text{ m}^3$

- udara = $0,02 \text{ m}^3$

Volume total tanpa pasir = $0,7694 \text{ m}^3$

V pasir = $1 - 0,7694 = 0,2306 \text{ m}^3$

berat pasir = $0,2306 \times 2,465 \times 1000 = 568,429 \text{ kg}$

proporsi campuran dalam berat :

- semen → 482,3349 kg.

- kerikil → 1095,12 kg.

- pasir → 568,429 kg

- air → 169 kg.

- *fly ash* → $\frac{25,3861}{1000} \text{ kg}$

Jumlah 2340,27 kg

3. Proporsi dengan campuran *fly ash* 7,5 %

- semen → $469,6419 / (3,15 \times 1000) = 0,1491 \text{ m}^3$

- batu kerikil → $1095,12 / (2,63 \times 1000) = 0,4164 \text{ m}^3$

- air → $169 / 1000 = 0,169 \text{ m}^3$

- *fly ash* → $38,0791 / (2,33 \times 1000) = 0,0163 \text{ m}^3$

- udara = $0,02 \text{ m}^3$

Volume total tanpa pasir = $0,7708 \text{ m}^3$

V pasir = $1 - 0,7708 = 0,2292 \text{ m}^3$

berat pasir = $0,2292 \times 2,465 \times 1000 = 564,978 \text{ kg}$

proporsi campuran dalam berat :

- semen → 469,6419 kg.

- kerikil → 1095,12 kg.

- pasir → 564,978 kg

- air → 169 kg.

- fly ash → 38,0791 kg

Jumlah 2336,819 kg

4. Proporsi dengan campuran *silica fume* 2,5 %

- semen → $495,0282 / (3,15 \times 1000) = 0,1572 \text{ m}^3$

- batu kerikil → $1095,12 / (2,63 \times 1000) = 0,4164 \text{ m}^3$

- air → $169 / 1000 = 0,169 \text{ m}^3$

- *silica fume* → $12,6928 / (2,2 \times 1000) = 0,0058 \text{ m}^3$

- udara = $0,02 \text{ m}^3$

Volume total tanpa pasir = $0,7684 \text{ m}^3$

V pasir = $1 - 0,7684 = 0,2316 \text{ m}^3$

berat pasir = $0,2316 \times 2,465 \times 1000 = 570,894 \text{ kg}$

proporsi campuran dalam berat :

- semen → 495,0282 kg.

- kerikil → 1095,12 kg.

- pasir → 570,894 kg
 - air → 169 kg.
 - *silica fume* → 12,6928 kg
- Jumlah 2342,435 kg

2. Proporsi dengan campuran *silica fume* 5 %

- semen → $482,3349 / (3,15 \times 1000) = 0,1531 \text{ m}^3$
- batu kerikil → $1095,12 / (2,63 \times 1000) = 0,4164 \text{ m}^3$
- air → $169 / 1000 = 0,169 \text{ m}^3$
- *silica fume* → $25,3861 / (2,2 \times 1000) = 0,0115 \text{ m}^3$
- udara = 0,02 m³

Volume total tanpa pasir = 0,77 m³

$$V \text{ pasir} = 1 - 0,77 = 0,23 \text{ m}^3$$

$$\text{berat pasir} = 0,23 \times 2,465 \times 1000 = 566,95 \text{ kg}$$

proporsi campuran dalam berat :

- semen → 482,3349 kg.
- kerikil → 1095,12 kg.
- pasir → 566,95 kg
- air → 169 kg.
- *silica fume* → 25,3861 kg

Jumlah 2338,791 kg

3. Proporsi dengan campuran *silica fume* 7,5 %

- semen → $469,6419 / (3,15 \times 1000) = 0,1491 \text{ m}^3$
- batu kerikil → $1095,12 / (2,63 \times 1000) = 0,4164 \text{ m}^3$

- air → $169/1000 = 0,169 \text{ m}^3$
 - *silica fume* → $38,0791/(2,2 \times 1000) = 0,0173 \text{ m}^3$
 - udara = 0,02 m^3
- Volume total tanpa pasir = $0,7718 \text{ m}^3$

$$V \text{ pasir} = 1 - 0,7718 = 0,2282 \text{ m}^3$$

$$\text{berat pasir} = 0,2282 \times 2,465 \times 1000 = 562,513 \text{ kg}$$

proporsi campuran dalam berat :

- semen → 469,6419 kg.
- kerikil → 1095,12 kg.
- pasir → 562,513 kg
- air → 169 kg.
- *silica fume* → 38,0791 kg

Jumlah 2334,354 kg

berikut ini tabel yang menunjukkan hasil perhitungan campuran dengan *silica fume* dan *fly ash* serta campuran dasar :

Tabel 4.3
Proporsi campuran dengan bahan tambah *fly ash*

Bahan	Camp dasar (kg/m ³)	Campuran dengan <i>fly ash</i> (kg/m ³)		
		2,5%	5%	7,5%
Semen	507,721	495,0282	482,3349	469,6419
<i>Fly ash</i>	----	12,6928	25,3861	38,0791
Pasir	577,796	571,88	568,429	564,978
Kerikil	1095,12	1095,12	1095,12	1095,12
Air	169	169	169	169

Tabel 4.4
Proporsi campuran dengan bahan tambah *Silica fume*

Bahan	Camp dasar (kg/m ³)	Campuran dengan <i>silica fume</i> (kg/m ³)		
		2,5%	5%	7,5%
Semen	507,721	495,0282	482,3349	469,6419
<i>Silica fume</i>	----	12,6928	25,3861	38,0791
Pasir	577,796	570,894	566,95	562,513
Kerikil	1095,12	1095,12	1095,12	1095,12
Air	169	169	169	169

Proporsi benda uji dapat dicari dengan mengalikannya terhadap volume 20

benda uji :

Tabel 4.5
Proporsi campuran dengan bahan tambah *fly ash*

Bahan	Camp dasar (kg/m ³)	Campuran dengan <i>fly ash</i> (kg/m ³)		
		2,5%	5%	7,5%
Semen	53,8830	52,4872	51,1414	49,7955
<i>Fly ash</i>	----	1,3458	2,6917	4,0375
Pasir	61,2630	60,6357	60,2698	59,9039
Kerikil	116,1142	116,1142	116,1142	116,1142
Air	17,9189	17,9189	17,9189	17,9189

Tabel 4.6
Proporsi campuran dengan bahan tambah *Silica fume*

Bahan	Camp dasar (kg/m ³)	Campuran dengan <i>silica fume</i> (kg/m ³)		
		2,5%	5%	7,5%
Semen	53,8830	52,4872	51,1414	49,7955
<i>Silica fume</i>	----	1,3458	2,6917	4,0375
Pasir	61,2630	60,5312	60,113	59,6426
Kerikil	116,1142	116,1142	116,1142	116,1142
Air	17,9189	17,9189	17,9189	17,9189

4.1.3 Komposisi Benda Uji

Pada penelitian ini benda uji terdiri dari 7 variasi yaitu campuran dasar, campuran dengan 2,5%,5%,7,5% kandungan *silica fume* dan 2,5%,5%,7,5% kandungan *fly ash*. Setiap variasi terdiri dari 20 benda uji yang masing-masing akan diuji kuat desaknya pada umur 7,14,21 dan 28 hari. Pada setiap pengujian berdasarkan umur yang ditentukan diuji 5 benda uji pada semua variasi.

Komposisi benda uji ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.7
Komposisi benda uji

Jenis campuran	Diuji umur			
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
Campuran dasar	7-CD1	14-CD1	21-CD1	28-CD1
	7-CD2	14-CD2	21-CD2	28-CD2
	7-CD3	14-CD3	21-CD3	28-CD3
	7-CD4	14-CD4	21-CD4	28-CD4
	7-CD5	14-CD5	21-CD5	28-CD5
2,5% <i>silica fume</i>	7-2,5SF1	14-2,5SF1	21-2,5SF1	28-2,5SF1
	7-2,5SF2	14-2,5SF2	21-2,5SF2	28-2,5SF2
	7-2,5SF3	14-2,5SF3	21-2,5SF3	28-2,5SF3
	7-2,5SF4	14-2,5SF4	21-2,5SF4	28-2,5SF4
	7-2,5SF5	14-2,5SF5	21-2,5SF5	28-2,5SF5
5% <i>silica fume</i>	7-5SF1	14-5SF1	21-5SF1	28-5SF1
	7-5SF2	14-5SF2	21-5SF2	28-5SF2
	7-5SF3	14-5SF3	21-5SF3	28-5SF3
	7-5SF4	14-5SF4	21-5SF4	28-5SF4
	7-5SF5	14-5SF5	21-5SF5	28-5SF5
7,5% <i>silica fume</i>	7-7,5SF1	14-7,5SF1	21-7,5SF1	28-7,5SF1
	7-7,5SF2	14-7,5SF2	21-7,5SF2	28-7,5SF2
	7-7,5SF3	14-7,5SF3	21-7,5SF3	28-7,5SF3
	7-7,5SF4	14-7,5SF4	21-7,5SF4	28-7,5SF4
	7-7,5SF5	14-7,5SF5	21-7,5SF5	28-7,5SF5
2,5% <i>fly ash</i>	7-2,5FA1	14-2,5FA1	21-2,5FA1	28-2,5FA1
	7-2,5FA2	14-2,5FA2	21-2,5FA2	28-2,5FA2
	7-2,5FA3	14-2,5FA3	21-2,5FA3	28-2,5FA3
	7-2,5FA4	14-2,5FA4	21-2,5FA4	28-2,5FA4
	7-2,5FA5	14-2,5FA5	21-2,5FA5	28-2,5FA5
5% <i>fly ash</i>	7-5FA1	14-5FA1	21-5FA1	28-5FA1
	7-5FA2	14-5FA2	21-5FA2	28-5FA2
	7-5FA3	14-5FA3	21-5FA3	28-5FA3
	7-5FA4	14-5FA4	21-5FA4	28-5FA4
	7-5FA5	14-5FA5	21-5FA5	28-5FA5
7,5% <i>fly ash</i>	7-7,5FA1	14-7,5FA1	21-7,5FA1	28-7,5FA1
	7-7,5FA2	14-7,5FA2	21-7,5FA2	28-7,5FA2
	7-7,5FA3	14-7,5FA3	21-7,5FA3	28-7,5FA3
	7-7,5FA4	14-7,5FA4	21-7,5FA4	28-7,5FA4
	7-7,5FA5	14-7,5FA5	21-7,5FA5	28-7,5FA5

4.1.4 Percobaan Slump

Percobaan slump dilakukan untuk menentukan berapa jumlah *superplasticizer* yang nanti akan dipakai pada pembuatan benda uji.

1. Alat yang digunakan :

- a. Kerucut Abrams berukuran tinggi 300 mm, diameter atas 100 mm dan diameter bawah 200 mm.
- b. Penumbuk dengan diameter 16 mm
- c. Mistar
- d. Timbangan
- e. Tempat mengaduk beton
- f. Cetok, sekop, dan lain-lain.

2. Cara percobaan

- a. menimbang bahan-bahan penyusun beton meliputi : semen, pasir, kerikil, air, *silica fume*, *fly ash* sesuai proporsinya untuk membuat variasi campuran yang diteliti. Dalam percobaan ini tiap variasi dibuat sebanyak kurang lebih setara dengan volume 2 silinder,
- b. membuat adukan beton tiap variasi tanpa menggunakan *superplasticizer*,
- c. mengukur berapa tinggi slump yang terjadi sebelum ditambahkan *superplasticizer*,
- d. menambah sedikit demi sedikit *superplasticizer* sambil terus diukur slump yang terjadi sampai ditemukan seberapa banyak *superplasticizer* pada tinggi slump yang diinginkan.

4.1.5 Pembuatan adukan beton

Adukan beton dibuat sesuai dengan rancangan adukan beton yang telah dibuat dengan dosis *superplasticizer* yang didapat dari percobaan slump sebelumnya.

1. Alat yang digunakan
 - a. Timbangan
 - b. Alat pencampur.
 - c. Sekop, cetok, ember.
 - d. Kerucut Abrams, penumbuk, mistar.
2. Cara pembuatan adukan beton :
 - a. menimbang semua bahan yang dibutuhkan,
 - b. mempersiapkan alat pengaduk (molen),
 - c. mengaduk campuran selama menit sampai berwarna homogen,
 - d. melakukan pengujian slump untuk mengetahui apakah nilai slump telah sesuai dengan yang direncanakan.

4.1.6 Pencetakan beton

Pencetakan beton dilakukan setelah adukan telah tercampur rata sesuai kondisi yang diinginkan.

1. Alat yang digunakan :
 - a. Cetakan silinder ukuran diameter 150 mm, tinggi 300 mm.
 - b. Sekop, cetok.
 - c. Penumbuk.

2. Cara pencetakan beton :

- a. membersihkan kotoran dan permukaan cetakan diolesi oli agar beton yang dicetak mudah dilepas bila sudah keras,
- b. menuangkan adukan beton ke dalam cetakan sebanyak kira-kira sepertiga tinggi cetakan dan ditumbuk dengan tongkat penumbuk dengan merata sebanyak 25 kali. menuangkan adukan sepertiga lagi dan tumbuk dengan tongkat penumbuk dengan tidak merusak lapisan sebelumnya, lakukan sampai cetakan penuh dan ratakan permukaan beton segar dengan cetok,
- c. meletakkan cetakan berisi beton segar tersebut pada tempat yang rata untuk menghindari miringnya permukaan beton,
- d. setelah kira-kira satu jam beton segar berada dalam cetakan, ratakan permukaan beton dengan cetok atau kap agar dihasilkan permukaan beton yang halus dan rata,
- e. membuka dan beton dikeluarkan setelah 24 jam cetakan dapat.

4.1.7 Rawatan beton

Rawatan beton dilakukan segera setelah beton dibuka dari cetakan sampai 2 hari sebelum beton diuji. Rawatan dilakukan dengan merendam beton di dalam air. Bila keadaan tidak memungkinkan seluruh permukaan beton terendam air, sebagai alternatif dapat digunakan karung basah dan ditutupkan pada beton.

4.1.8 Pengujian kuat desak beton.

Pengujian kuat desak beton dilakukan pada umur beton yang telah ditentukan. Dalam percobaan ini beton diuji pada umur 7, 14, 21, 28 hari untuk tiap variasi adukan masing-masing 5 silinder beton.

1. Alat yang digunakan :

- a. Timbangan merk Ohaus kapasitas 20 Kg.
- b. Kaliper.
- c. Kikir atau gerinda (bila perlu)
- d. Alat desak beton merk Control, kapasitas .
- e. Strimin pelindung.

2. Cara pengujian :

- a. mengeluarkan silinder beton 2 hari sebelum pengujian dari perendaman untuk dikeringkan,
- b. meratakan permukaan silinder dengan gerinda atau kikir bila didapati permukaan silinder miring atau terdapat tonjolan-tonjolan,
- c. mengukur tinggi dan diameter silinder beton menggunakan kaliper,
- d. menimbang silinder beton dengan timbangan,
- e. menguji silinder beton satu persatu dan mencatat berapa beban yang terbaca sampai beton hancur.

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Hasil Pengujian Bahan

1. Agregat halus

Dari pengujian bahan pada agregat halus didapatkan hasil sebagai berikut ini:

Tabel 4.8
Pengujian Modulus Halus Butir

Lubang ayakan	Berat tertinggal		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal kumulatif	
	I	II	I	II	I	II
Percobaan ke						
40	--	--	--	--	--	--
20	--	--	--	--	--	--
10	--	--	--	--	--	--
4.80	15	21	0,75	1,05	0,75	1,05
2.40	162	167	8,1	8,37	8,85	9,42
1.20	502	502	25,1	25,15	33,95	34,57
0.60	677	688	33,85	34,47	67,8	69,04
0.30	414	400	20,7	20,04	88,5	89,08
0.15	189	181	9,45	9,07	97,95	98,15
sisa	41	37	2,05	1,85	-	-
Jumlah	2000	1996	100	100	297,8	301,31
rata-rata					299,56	

$$\text{Modulus Halus Butir (MHB)} = 299,56/100 = 2,9956.$$

Tabel 4.9
Pemeriksaan Berat Jenis

	Benda uji I	Benda uji II
Berat Agregat (W) ,gram	500	500
gelas ukur + air (V ₁) ,cc	500	500
Gelas ukur + air +agregat (V ₂) ,cc	705	700
Berat Jenis (W/(V ₂ -V ₁))	2,43	2,5
Berat Jenis Rata-Rata	2,465	

Tabel 4.10
Pemeriksaan kadar lumpur

	Benda uji I	Benda uji II
Berat piring kosong (W_1)	149 gram	150 gram
Berat piring + pasir kering (W_2)	649 gram	650 gram
Berat pasir kering ($W_2 - W_1$)	500 gram	500 gram
Berat piring + pasir kering setlh dicuci (W_3)	648,5 gram	648 gram
Kadar lumpur $[(W_2 - W_1) - (W_3 - W_1)] / (W_2 - W_1)$	0,1 %	0,4 %
Kadar lumpur rata-rata	2,5 %	

2. Agregat kasar

Pengujian untuk agregat kasar didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.11
Pemeriksaan Berat Jenis

	Benda uji I	Benda uji II
Berat Agregat (W)	500 gram	500 gram
gelas ukur + air (V_1)	500 cc	500 cc
Gelas ukur + air + agregat (V_2)	690 cc	690 cc
Berat Jenis (BJ) $W / (V_2 - V_1)$	2,63	2,63
Berat Jenis Rata-Rata	2,63	

Tabel 4.12
Pengujian berat volume

	Benda uji I	Benda uji II
Berat cetakan silinder (W_1)	5,475 Kg	5,475 Kg
Berat cetakan + agregat (W_2)	13,562 Kg	13,515 Kg
Volume silinder	$5,3 \cdot 10^{-3} m^3$	$5,3 \cdot 10^{-3} m^3$
berat volume agregat $(W_2 - W_1) / V$	1525 Kg/m ³	1516 Kg/m ³
Berat volume agregat rata-rata	1521 Kg/m ³	

Tabel 4.13
Hasil pengujian kadar air & serapan air

	Benda uji I	Benda uji II
Berat piring kosong (W1)	149 gr	149 gr
Berat Kerikil + piring (W2)	947 gr	960 gr
Berat kerikil kering + piring. (W3)	936,5 gr	951 gr
Berat kerikil SSD + piring. (W4)	950 gr	967 gr
Kadar air	1,33 %	1,12 %
Kadar air rata-rata	1,275 %	
Serapan air	1,714 %	1,995
Serapan air rata-rata	1,8545 %	

4.2.2 Hasil pengujian slump

Dengan hasil pengujian slump yang memenuhi syarat (200–225 mm) didapatkan dosis *superplastizicer* sebagai berikut:

Tabel 4.14
Hasil pengujian slump.

No	Campuran	Slump(mm)	Dosis (%)
1	Tanpa FA & SF	220	0.75%
2	2,5 % FA	205	1%
3	5 % FA	221	1.25%
4	7,5 % FA	218	1.75%
5	2,5 % SF	205	1%
6	5 % SF	208	1.5%
7	7,5 % SF	210	2%

4.2.3 Hasil Pengujian Desak Beton

Pengujian desak dilakukan pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari pada tiap variasi campuran beton.

Tabel 4.15
Hasil uji desak beton dengan campuran dasar

Benda uji	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (N)	Luas (mm ²)	Tegangan (MPa)
7-DS1	152.3	302.2	13.163	650000	18217.53809	35.67990345
7-DS2	148.3	300.6	13.82	625000	17273.17534	36.18327191
7-DS3	150.7	301.5	13.59	690000	17836.77706	38.68411865
7-DS4	150.5	303.7	13.184	635000	17789.46467	36.81954528
7-DS5	150.9	300.4	12.945	665000	17884.15228	37.18375854
14-DS1	150	300	12.88	775000	17671.4586	43.85602895
14-DS2	151.1	305.5	13.335	765000	17931.59032	42.66213906
14-DS3	150.35	300	13.03	790000	17754.02162	44.49696058
14-DS4	151.6	299.4	13.206	815000	18050.46034	45.15120306
14-DS5	150.5	298.4	13.092	820000	17789.46467	46.0946979
21-DS1	150.2	300	13.16	830000	17718.61391	46.84339331
21-DS2	149.5	300.6	13.05	850000	17553.84523	48.42243902
21-DS3	149.5	298	13.11	895000	17553.84523	50.98597991
21-DS4	152	305	13.755	895000	18145.83909	49.32260204
21-DS5	150.5	303.5	13.394	930000	17789.46467	52.27813299
28-DS1	150.5	301.35	13.175	930000	17789.46467	52.27813299
28-DS2	151.6	302	13.645	940000	18050.46034	52.07623421
28-DS3	150.3	302.25	13.225	945000	17742.21512	53.26279687
28-DS4	151	303.75	13.515	975000	17907.86345	54.44535597
28-DS5	151.3	302.245	13.125	1035000	17979.09121	57.56686966

Tabel 4.16
 Hasil uji desak beton dengan 2,5% *silica fume*

No	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (N)	Luas (mm ²)	Tegangan (MPa)
7-2,5SF1	150.4	303.45	12.955	730000	17765.83204	41.0901104
7-2,5SF2	149	302	13.215	760000	17436.62455	43.58641765
7-2,5SF3	151.1	300.5	13.06	765000	17931.59032	42.66213906
7-2,5SF4	150.25	299.85	13.2	845000	17730.41255	47.65822553
7-2,5SF5	151.5	300	13.025	720000	18026.65492	39.94085443
14-2,5SF1	149	300.5	13.106	730000	17436.62455	41.86590116
14-2,5SF2	150.5	301.2	13.054	845000	17789.46467	47.50002406
14-2,5SF3	149.65	302.75	13.432	825000	17589.088	46.90408052
14-2,5SF4	150.1	301.85	13.165	760000	17695.0284	42.94991694
14-2,5SF5	150	300	13.292	815000	17671.4586	46.11956593
21-2,5SF1	150	30.245	13.193	930000	17671.4586	52.62723474
21-2,5SF2	151.4	29.85	13.26	980000	18002.86521	54.43577946
21-2,5SF3	150.1	302	13.15	905000	17695.0284	51.14430899
21-2,5SF4	149.3	301.6	13.283	885000	17506.90983	50.55146845
21-2,5SF5	150.5	298.4	13.235	910000	17789.46467	51.15387206
28-2,5SF1	150.4	300.5	12.943	1100000	17765.83204	61.91660471
28-2,5SF2	149	299	13.005	1100000	17436.62455	63.08560449
28-2,5SF3	150.1	300.5	13.23	1040000	17695.0284	58.77357055
28-2,5SF4	150.25	301.8	13.15	1120000	17730.41255	63.16829893
28-2,5SF5	151.5	298.5	12.997	1000000	18026.65492	55.47340894

Tabel 4.17
 Hasil uji desak beton dengan *fly ash* 2,5 %

No	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (N)	Luas (mm ²)	Tegangan (MPa)
7-2,5FA1	150.2	300.11	13.116	675000	17718.61391	38.0955307
7-2,5FA2	150	301.75	12.965	680000	17671.4586	38.48012863
7-2,5FA3	151.2	297.45	13.167	710000	17955.33291	39.54256953
7-2,5FA4	151.1	301.5	13.113	690000	17931.59032	38.47957641
7-2,5FA5	150.9	300.25	13.18	670000	17884.15228	37.46333568
14-2,5FA1	150.7	300.15	13.198	750000	17836.77706	42.04795505
14-2,5FA2	149.9	299.15	13.197	730000	17647.90451	41.36468438
14-2,5FA3	151.4	300.9	12.897	790000	18002.86521	43.88190385
14-2,5FA4	150.25	301.1	12.945	710000	17730.41255	40.0441895
14-2,5FA5	150.9	305.25	13.372	770000	17884.15228	43.05487832
21-2,5FA1	149.15	301.6	13.37	810000	17471.74952	46.36055474
21-2,5FA2	150.25	301.55	13.22	790000	17730.41255	44.55621085
21-2,5FA3	150.75	302	13.1	830000	17848.61497	46.50220767
21-2,5FA4	150	305	13.14	800000	17671.4586	45.27073956
21-2,5FA5	148.25	300	13.265	770000	17261.52985	44.6078654
28-2,5FA1	150.2	292.5	13.824	1000000	17718.61391	56.43782326
28-2,5FA2	150.4	302.25	13.225	980000	17765.83204	55.16206602
28-2,5FA3	151.45	302.5	13.795	985000	18014.7581	54.67739253
28-2,5FA4	150	305	13.275	1050000	17671.4586	59.41784568
28-2,5FA5	150	302.5	13.105	990000	17671.4586	56.02254021

Tabel 4.18
Hasil uji desak beton dengan 5 % *silica fume*

No	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (N)	Luas (mm ²)	Tegangan (MPa)
7-SSF1	150.9	299.75	12.91	810000	17884.15228	45.29149537
7-SSF2	150.8	299.75	12.729	810000	17860.45681	45.35158358
7-SSF3	150.5	302	13.125	835000	17789.46467	46.9378936
7-SSF4	159	302.45	13.01	895000	19855.65088	45.0753292
7-SSF5	151	302.25	12.98	770000	17907.86345	42.99787087
14-SSF1	150.6	300	12.995	895000	17813.11301	50.24388491
14-SSF2	150.4	300.25	13.05	885000	17765.83204	49.81472288
14-SSF3	150.1	305	13.1	900000	17695.0284	50.86174375
14-SSF4	149.7	301.55	13.2	890000	17600.84345	50.56575854
14-SSF5	150.2	301	12.88	890000	17718.61391	50.2296627
21-SSF1	150.1	301.5	13.089	1050000	17695.0284	59.33870104
21-SSF2	149	302	13.242	980000	17436.62455	56.20353855
21-SSF3	150.9	302.4	13.085	985000	17884.15228	55.07669499
21-SSF4	150.2	302.65	13.296	1000000	17718.61391	56.43782326
21-SSF5	150.05	301.15	13.155	995000	17683.24154	56.2679641
28-SSF1	149	304.3	13.31	1130000	17436.62455	64.80612098
28-SSF2	150.45	302	13.235	1160000	17777.64639	65.25048222
28-SSF3	150.42	301	12.815	1130000	17770.55731	63.58832647
28-SSF4	150.2	301	12.93	1145000	17718.61391	64.62130763
28-SSF5	150.75	300.5	13.11	1140000	17848.61497	63.8705021

Tabel 4.19
Hasil uji desak beton dengan 5 % *fly ash*

No	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (N)	Luas (mm ²)	Tegangan (MPa)
7-5FA1	151.1	302.35	13.448	780000	17931.59032	43.49865159
7-5FA2	149	299.75	12.998	815000	17436.62455	46.74069787
7-5FA3	151	300	13.11	730000	17907.86345	40.76421524
7-5FA4	151.8	302.75	13.402	810000	18098.1183	44.75603412
7-5FA5	151	299.75	12.59	820000	17907.86345	45.78994041
14-5FA1	150	301	12.85	860000	17671.4586	48.66604503
14-5FA2	148.5	302.2	13.1	840000	17319.79657	48.4994149
14-5FA3	150.2	302	13.05	850000	17718.61391	47.97214977
14-5FA4	149.3	302	12.95	860000	17506.90983	49.12346087
14-5FA5	150.8	301.2	13.05	845000	17860.45681	47.31121991
21-5FA1	150.55	300	13.18	1000000	17801.28688	56.17571397
21-5FA2	151	302.25	13.53	980000	17907.86345	54.72456292
21-5FA3	149.4	301.45	13.45	990000	17530.36967	56.47342403
21-5FA4	150.1	299.1	13.27	970000	17695.0284	54.81765715
21-5FA5	150.5	302.25	13.22	955000	17789.46467	53.68345914
28-5FA1	150.5	301	13.35	1080000	17789.46467	60.71008992
28-5FA2	150.6	302.4	13.33	1120000	17813.11301	62.87502916
28-5FA3	150.1	301	13.185	1150000	17695.0284	64.9900059
28-5FA4	150.1	300.4	12.99	1145000	17695.0284	64.70744065
28-5FA5	152.2	302	13.111	1120000	18193.62271	61.5600322



Tabel 4.20
 Hasil uji desak beton dengan 7,5% *silica fume*

No	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (N)	Luas (mm ²)	Tegangan (MPa)
7-7,5SF1	150.5	301.65	13.13	860000	17789.46467	48.34321975
7-7,5SF2	148.75	309.5	12.78	695000	17378.16147	39.99272311
7-7,5SF3	151.2	304.5	13.181	810000	17955.33291	45.11194552
7-7,5SF4	150	301	13.02	755000	17671.4586	42.72426046
7-7,5SF5	150.5	300.55	12.785	800000	17789.46467	44.97043698
14-7,5SF1	150.7	302.5	13	935000	17836.77706	52.41978396
14-7,5SF2	151.3	303	12.955	900000	17979.09121	50.05814753
14-7,5SF3	151.5	301	12.85	885000	18026.65492	49.09396691
14-7,5SF4	150.6	301.25	13.1	885000	17813.11301	49.68250072
14-7,5SF5	149.1	3000	13.35	910000	17460.03727	52.11901819
21-7,5SF1	150.5	301.6	12.86	995000	17789.46467	55.93198099
21-7,5SF2	150	301	13.13	1040000	17671.4586	58.85196143
21-7,5SF3	149.7	301.45	12.84	990000	17600.84345	56.24730444
21-7,5SF4	150	297	12.822	1010000	17671.4586	57.1543087
21-7,5SF5	150.2	302	13.095	1035000	17718.61391	58.41314707
28-7,5SF1	150.35	307	13.04	1140000	17754.02162	64.21080387
28-7,5SF2	150.75	300.7	12.97	1200000	17848.61497	67.23210747
28-7,5SF3	151.55	298	13.05	1200000	18038.55566	66.52417313
28-7,5SF4	148.3	301.7	12.9	1085000	17273.17534	62.81416003
28-7,5SF5	148.45	300.4	13	1092000	17308.13537	63.09171822

Tabel 4.21
 Hasil uji desak beton dengan 7.5% fly ash

No	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Berat (kg)	Beban (N)	Luas (mm ²)	Tegangan (MPa)
7-7,5FA1	149.15	301	13.38	750000	17471.74952	42.92643957
7-7,5FA2	150.5	297.5	13.03	795000	17789.46467	44.68937175
7-7,5FA3	151.25	299.55	13.08	800000	17967.21009	44.52555493
7-7,5FA4	151	299.35	13.152	765000	17907.86345	42.71866392
7-7,5FA5	150.2	300.75	13.22	745000	17718.61391	42.04617833
14-7,5FA1	149.1	301.5	13.175	875000	17460.03727	50.11444057
14-7,5FA2	150	297.2	13.075	860000	17671.4586	48.66604503
14-7,5FA3	149	302.5	13.204	865000	17436.62455	49.60822535
14-7,5FA4	150.02	303.15	13.225	880000	17676.1713	49.78453676
14-7,5FA5	150.05	302.75	13.185	890000	17683.24154	50.33013875
21-7,5FA1	151.7	304.75	13	1060000	18074.28146	58.64686805
21-7,5FA2	150.5	302	12.99	980000	17789.46467	55.0887853
21-7,5FA3	151	302.25	13.01	1015000	17907.86345	56.6790116
21-7,5FA4	150	300	13.1	1070000	17671.4586	60.54961417
21-7,5FA5	151.5	307	13.05	1050000	18026.65492	58.24707938
28-7,5FA1	151.45	298.55	13.06	1160000	18014.7581	64.39165009
28-7,5FA2	150.5	301.55	13.145	1170000	17789.46467	65.76926408
28-7,5FA3	152.2	300.2	13.075	1140000	18193.62271	62.65931849
28-7,5FA4	151.1	300.55	13.075	1135000	17931.59032	63.29611482
28-7,5FA5	150.35	301.8	13.095	1115000	17754.02162	62.8026722