

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa Hasil Pengujian Material

Pengujian material dilaksanakan guna mengetahui terkait kualitas dari material yang dipakai dalam penelitian. Meliputi pengujian terhadap agregat halus dan pasta semen.

##### 4.1.1 Pengujian Agregat Halus

##### 4.1.1.1 Pengujian Gradasi Butir

Pengujian gradasi butir dilakukan dengan berpedoman pada SNI 03-1968-1990 dengan hasil seperti berikut. Pengujian gradasi butir dilakukan pada agregat halus meliputi campuran pasir dan serbuk kaca sebagai bahan substitusi pasir. Pengujian dilakukan dengan menguji agregat halus dalam 4 (empat) variasi yang akan dibuat yaitu variasi A dengan menggunakan pasir dan 0% substitusi serbuk kaca, variasi B yaitu variasi dengan menggunakan campuran pasir dan 5% substitusi serbuk kaca, variasi C dengan memakai campuran pasir dan 10% substitusi serbuk kaca, dan variasi D dengan memakai campuran pasir dan 15% substitusi serbuk kaca.

**Tabel 4. 1** Hasil Uji Gradasi Butir Variasi A

| Nomor Saringan (Diameter Saringan) (mm) | Berat tertahan di Saringan (gr) | Persentase                    |                                  |                       |                  |              |
|-----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|--------------|
|                                         |                                 | % Berat tertahan disaringan   | % Kumulatif tertahan di saringan | % yang lolos saringan | SNI 03-2843-2000 |              |
|                                         |                                 |                               |                                  |                       | Batas Bawah %    | Batas Atas % |
|                                         | (1)                             | (2)<br>$((1)/W) \times 100\%$ | (3)                              | (4)<br>$100-(3)$      | (5)              | (6)          |
| 3/8" (9,5)                              | 0,00                            | 0,00                          | 0,00                             | 100,00                | 100,00           | 100,00       |
| No.4 (4,75)                             | 10,00                           | 1,00                          | 1,00                             | 99,00                 | 90,00            | 100,00       |
| No.8 (2,36)                             | 120,00                          | 12,00                         | 13,00                            | 87,00                 | 75,00            | 100,00       |
| No.16 (1,18)                            | 105,00                          | 10,50                         | 23,50                            | 76,50                 | 55,00            | 90,00        |
| No.30 (0,60)                            | 225,00                          | 22,50                         | 46,00                            | 54,00                 | 35,00            | 59,00        |
| No.50 (0,30)                            | 184,60                          | 18,46                         | 64,50                            | 35,50                 | 8,00             | 30,00        |
| No.100 (0,150)                          | 124,70                          | 12,47                         | 77,00                            | 23,00                 | 5,00             | 10,00        |
| No.200 (0,075)                          | 164,50                          | 16,45                         | 93,50                            | 6,50                  | 0,00             | 5,00         |

|                     |        |      |        |      |      |      |
|---------------------|--------|------|--------|------|------|------|
| Pan                 | 64,50  | 6,45 | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| BERAT<br>TOTAL (W1) | 998,30 | 100  |        |      |      |      |

a. Kehilangan berat selama pengujian analisis saringan

$$\text{Persentase kehilangan} = \frac{W_1}{W} \times 100\% < 2\%$$

$$W = 1000 \text{ gram}$$

$$W_1 = 998,3 \text{ gram}$$

$$\text{Persentase kehilangan} = \frac{1000-998,3}{1000} \times 100\% = 0,17 < 2\% \text{ (OK)}$$

b. Modulus Kehalusan

$$FM = \frac{(\% \text{ Jumlah sisa saringan di atas diameter } 0,105)}{100}$$

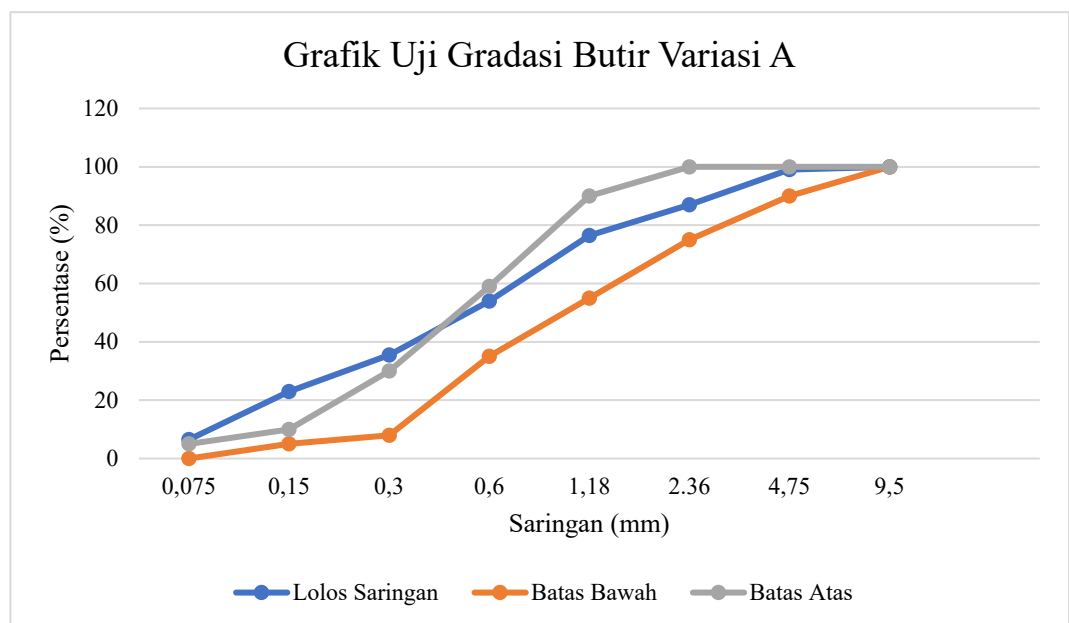
$$FM = \frac{(0 + 1 + 13 + 23,5 + 46 + 64,5 + 77)}{100}$$

$$= \frac{225}{100} = 2,25 \text{ (sedang)}$$

**Tabel 4. 2** Modulus Kehalusan Pasir

| Jenis Pasir  | Modulus Kehalusan | Sisa di Atas Saringan<br>0,6 mm |
|--------------|-------------------|---------------------------------|
| Sangat Kasar | 3,7               | 75% - 80%                       |
| Kasar        | 2,6 - 3,6         | 50% - 75 %                      |
| Sedang       | 1,9 - 2,5         | 35% - 50%                       |
| Halus        | 1,5 - 2,0         | 20% - 35%                       |
| Sangat Halus | 1,1 - 1,6         | 7% - 20%                        |

Berikut untuk grafik dari uji saringan agregat halus.



**Gambar 4. 1** Grafik Uji Gradasi Butir Variasi A

Berdasarkan data pengujian tersebut dengan berpedoman pada SNI 03-2843-2000 diperoleh hasil sebagai berikut.

- a. Agregat diameter saringan 0,075 mm **tidak memenuhi**
- b. Agregat diameter saringan 0,15 mm **tidak memenuhi**
- c. Agregat diameter saringan 0,3 mm **tidak memenuhi**
- d. Agregat diameter saringan 0,6 mm **memenuhi**
- e. Agregat diameter saringan 1,18 mm **memenuhi**
- f. Agregat diameter saringan 2,36 mm **memenuhi**
- g. Agregat diameter saringan 4,75 mm **memenuhi**
- h. Agregat diameter saringan 9,5 mm **memenuhi**

Artinya merujuk pada batas bawah dan batas atas untuk total persen lolos saringan, pasir tanpa substitusi serbuk limbah kaca pada variasi A sebagai agregat halus yang sesuai dan memenuhi syarat SNI tersebut adalah yang lolos pada saringan 0,6 mm hingga 9,5 mm. Namun, pasir yang digunakan pada pengujian agregat ini juga masih bisa digunakan sebagaimana mestinya sesuai kegunaannya dan berpedoman pada SNI 03-2843-2000, hal ini dikarenakan untuk persentase kehilangan dari pengujian ini tidak lebih dari 2% yaitu 0,17% dan modulus kehalusannya sebesar 2,25 tergolong pasir sedang yang masih termasuk kriteria agregat halus pada SNI 03-2461-1991 yang berkisar pada rentang nilai 1,5 – 3,8.

**Tabel 4. 3** Hasil Uji Gradasi Butir Variasi B

| Nomor Saringan (Diameter Saringan) (mm) | Berat tertahan di Saringan (gr) | Persentase                    |                                  |                       |                  |              |
|-----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|--------------|
|                                         |                                 | % Berat tertahan disaringan   | % Kumulatif tertahan di saringan | % yang lolos saringan | SNI 03-2843-2000 |              |
|                                         |                                 |                               |                                  |                       | Batas Bawah %    | Batas Atas % |
|                                         | (1)                             | (2)<br>$((1)/W) \times 100\%$ | (3)                              | (4)<br>$100-(3)$      | (5)              | (6)          |
| 3/8" (9,5)                              | 0,00                            | 0,00                          | 0,00                             | 100,00                | 100,00           | 100,00       |
| No.4 (4,75)                             | 9,75                            | 0,98                          | 1,00                             | 99,00                 | 90,00            | 100,00       |
| No.8 (2,36)                             | 117,00                          | 11,70                         | 13,00                            | 87,00                 | 75,00            | 100,00       |
| No.16 (1,18)                            | 102,38                          | 10,24                         | 23,00                            | 77,00                 | 55,00            | 90,00        |

| Nomor Saringan<br>(Diameter Saringan)<br>(mm) | Berat tertahan di Saringan (gr) | Persentase                  |                                  |                       |                  |              |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|--------------|
|                                               |                                 | % Berat tertahan disaringan | % Kumulatif tertahan di saringan | % yang lolos saringan | SNI 03-2843-2000 |              |
|                                               |                                 |                             |                                  |                       | Batas Bawah %    | Batas Atas % |
| (1)                                           | (2)                             | (3)                         | (4)                              | (5)                   | (6)              | (7)          |
|                                               |                                 | $((1)/W) \times 100\%$      |                                  | $100-(3)$             |                  |              |
| No.30 (0,60)                                  | 240,41                          | 24,04                       | 47,00                            | 53,00                 | 35,00            | 59,00        |
| No.50 (0,30)                                  | 183,81                          | 18,38                       | 65,50                            | 34,50                 | 8,00             | 30,00        |
| No.100 (0,150)                                | 121,67                          | 12,17                       | 78,00                            | 22,00                 | 5,00             | 10,00        |
| No.200 (0,075)                                | 160,44                          | 16,04                       | 94,00                            | 6,00                  | 0,00             | 5,00         |
| Pan                                           | 62,90                           | 6,29                        | 100,00                           | 0,00                  | 0,00             | 0,00         |
| BERAT TOTAL (W1)                              | 998,34                          | 100,00                      |                                  |                       |                  |              |

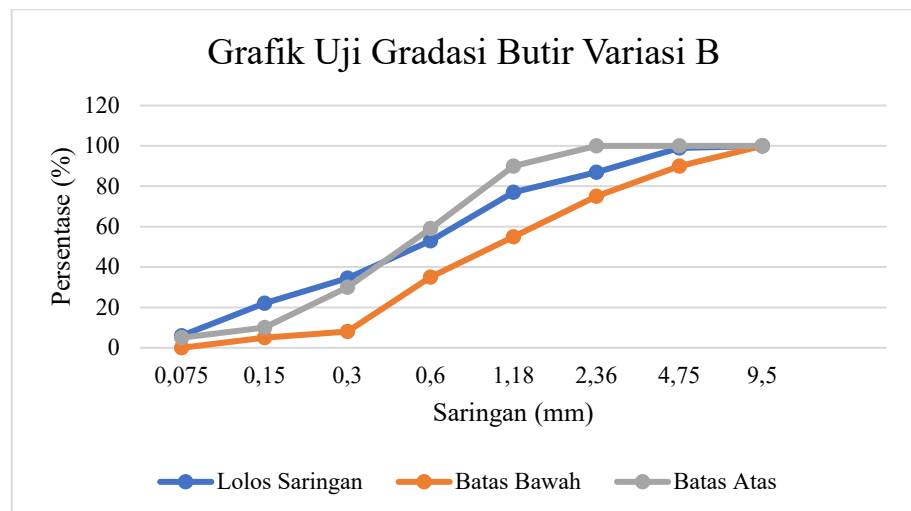
a. Kehilangan berat selama pengujian analisis saringan

$$\text{Persentase kehilangan} = \frac{W_1}{W} \times 100\% < 2\%$$

W = 1000 gram

W1 = 998,34 gram

$$\text{Persentase kehilangan} = \frac{1000-998,34}{1000} \times 100\% = 0,166 < 2\% \text{ (OK)}$$



**Gambar 4. 2** Grafik Uji Gradasi Butir Variasi B

Berdasarkan data pengujian tersebut dengan berpedoman pada SNI 03-2843-2000 diperoleh hasil sebagai berikut.

- Agregat diameter saringan 0,075 mm **tidak memenuhi**
- Agregat diameter saringan 0,15 mm **tidak memenuhi**
- Agregat diameter saringan 0,3 mm **tidak memenuhi**

- d. Agregat diameter saringan 0,6 mm **memenuhi**
- e. Agregat diameter saringan 1,18 mm **memenuhi**
- f. Agregat diameter saringan 2,36 mm **memenuhi**
- g. Agregat diameter saringan 4,75 mm **memenuhi**
- h. Agregat diameter saringan 9,5 mm **memenuhi**

Artinya merujuk pada batas bawah dan batas atas untuk total persen lolos saringan, penggunaan campuran pasir dan 5% substitusi serbuk limbah kaca pada variasi B sebagai agregat halus yang sesuai dan memenuhi syarat SNI tersebut adalah yang lolos pada saringan 0,6 mm hingga 9,5 mm. Namun, agregat dengan campuran ini juga masih bisa digunakan sebagaimana mestinya sesuai kegunaannya dan berpedoman pada SNI 03-2843-2000, hal ini dikarenakan untuk persentase kehilangan dari pengujian ini tidak lebih dari 2% yaitu 0,166%.

**Tabel 4. 4** Hasil Uji Gradasi Butir Variasi C

| Nomor Saringan (Diameter Saringan) (mm) | Berat tertahan di Saringan (gr) | Persentase                  |                                  |                       |                  |              |
|-----------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|--------------|
|                                         |                                 | % Berat tertahan disaringan | % Kumulatif tertahan di saringan | % yang lolos saringan | SNI 03-2843-2000 |              |
|                                         |                                 |                             |                                  |                       | Batas Bawah %    | Batas Atas % |
|                                         | (1)                             | (2)<br>((1)/W)x100%         | (3)                              | (4)<br>100-(3)        | (5)              | (6)          |
| 3/8" (9,5)                              | 0,00                            | 0,00                        | 0,00                             | 100,00                | 100,00           | 100,00       |
| No.4 (4,75)                             | 9,50                            | 0,95                        | 1,00                             | 99,00                 | 90,00            | 100,00       |
| No.8 (2,36)                             | 114,00                          | 11,40                       | 13,00                            | 87,00                 | 75,00            | 100,00       |
| No.16 (1,18)                            | 99,75                           | 9,98                        | 22,50                            | 77,50                 | 55,00            | 90,00        |
| No.30 (0,60)                            | 255,82                          | 25,58                       | 48,00                            | 52,00                 | 35,00            | 59,00        |
| No.50 (0,30)                            | 183,01                          | 18,30                       | 66,50                            | 33,50                 | 8,00             | 30,00        |
| No.100 (0,150)                          | 118,64                          | 11,86                       | 78,00                            | 22,00                 | 5,00             | 10,00        |
| No.200 (0,075)                          | 156,38                          | 15,64                       | 94,00                            | 6,00                  | 0,00             | 5,00         |
| Pan                                     | 61,30                           | 6,13                        | 100,00                           | 0,00                  | 0,00             | 0,00         |
| BERAT TOTAL (W1)                        | 998,39                          | 100,00                      |                                  |                       |                  |              |

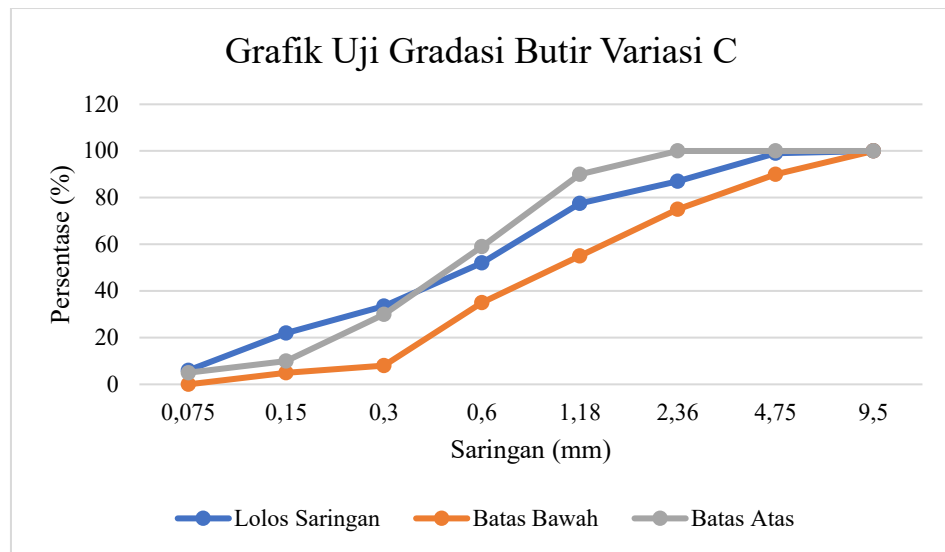
- a. Kehilangan berat selama pengujian analisis saringan

$$\text{Persentase kehilangan} = \frac{W_1}{W} \times 100\% < 2\%$$

$$W = 1000 \text{ gram}$$

W1 = 998,39 gram

Persentase kehilangan =  $\frac{1000-998,39}{1000} \times 100\% = 0,161 < 2\% \text{ (OK)}$



**Gambar 4. 3** Grafik Uji Gradasi Butir Variasi C

Berdasarkan data pengujian tersebut dengan berpedoman pada SNI 03-2843-2000 diperoleh hasil sebagai berikut.

- Agregat diameter saringan 0,075 mm **tidak memenuhi**
- Agregat diameter saringan 0,15 mm **tidak memenuhi**
- Agregat diameter saringan 0,3 mm **tidak memenuhi**
- Agregat diameter saringan 0,6 mm **memenuhi**
- Agregat diameter saringan 1,18 mm **memenuhi**
- Agregat diameter saringan 2,36 mm **memenuhi**
- Agregat diameter saringan 4,75 mm **memenuhi**
- Agregat diameter saringan 9,5 mm **memenuhi**

Artinya merujuk pada batas bawah dan batas atas untuk total persen lolos saringan, campuran pasir dan 10% serbuk limbah kaca pada variasi C sebagai agregat halus yang sesuai dan memenuhi syarat SNI tersebut adalah yang lolos pada saringan 0,6 mm hingga 9,5 mm. Namun, agregat dengan campuran ini juga masih bisa digunakan sebagaimana mestinya sesuai kegunaannya dan berpedoman pada SNI 03-2843-2000, hal ini dikarenakan untuk persentase kehilangan dari pengujian ini tidak lebih dari 2% yaitu 0,161%.

**Tabel 4. 5** Hasil Uji Gradasi Butir Variasi D

| Nomor Saringan (Diameter Saringan) (mm) | Berat tertahan di Saringan (gr) | Persentase                  |                                  |                       |                  |              |
|-----------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|--------------|
|                                         |                                 | % Berat tertahan disaringan | % Kumulatif tertahan di saringan | % yang lolos saringan | SNI 03-2843-2000 |              |
|                                         |                                 |                             |                                  |                       | Batas Bawah %    | Batas Atas % |
| (1)                                     | (2)                             | (3)                         | (4)                              | (5)                   | (6)              | (7)          |
|                                         |                                 | $((1)/W) \times 100\%$      |                                  | $100-(3)$             |                  |              |
| 3/8" (9,5)                              | 0,00                            | 0,00                        | 0,00                             | 100,00                | 100,00           | 100,00       |
| No.4 (4,75)                             | 9,25                            | 0,93                        | 1,00                             | 99,00                 | 90,00            | 100,00       |
| No.8 (2,36)                             | 111,00                          | 11,10                       | 12,00                            | 88,00                 | 75,00            | 100,00       |
| No.16 (1,18)                            | 97,13                           | 9,71                        | 22,00                            | 78,00                 | 55,00            | 90,00        |
| No.30 (0,60)                            | 271,23                          | 27,12                       | 49,00                            | 51,00                 | 35,00            | 59,00        |
| No.50 (0,30)                            | 182,22                          | 18,22                       | 67,00                            | 33,00                 | 8,00             | 30,00        |
| No.100 (0,150)                          | 115,60                          | 11,56                       | 79,00                            | 21,00                 | 5,00             | 10,00        |
| No.200 (0,075)                          | 152,31                          | 15,23                       | 94,00                            | 6,00                  | 0,00             | 5,00         |
| Pan                                     | 59,69                           | 5,97                        | 100,00                           | 0,00                  | 0,00             | 0,00         |
| BERAT TOTAL (W1)                        | 998,43                          | 100,00                      |                                  |                       |                  |              |

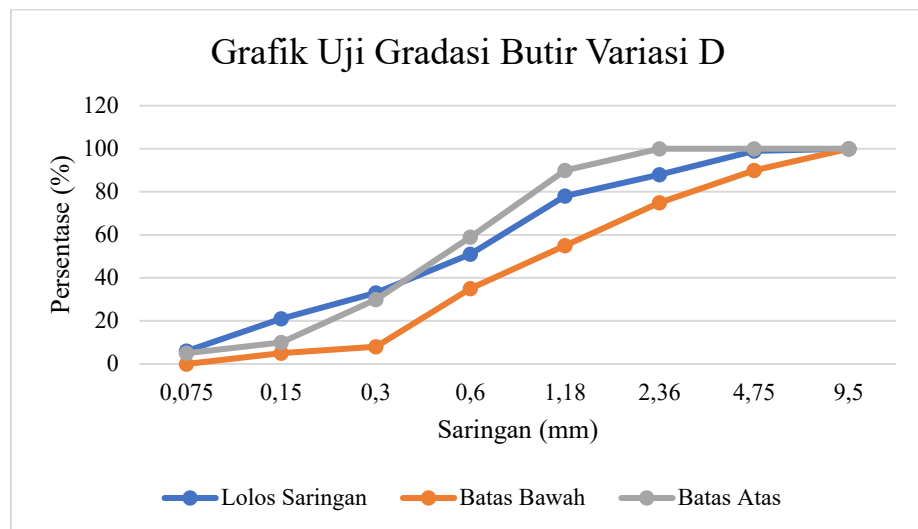
a. Kehilangan berat selama pengujian analisis saringan

$$\text{Persentase kehilangan} = \frac{W_1}{W} \times 100\% < 2\%$$

W = 1000 gram

W1 = 998,43 gram

$$\text{Persentase kehilangan} = \frac{1000-998,43}{1000} \times 100\% = 0,157 < 2\% \text{ (OK)}$$

**Gambar 4. 4** Grafik Uji Gradasi Butir Variasi D

Berdasarkan data pengujian tersebut dengan berpedoman pada SNI 03-2843-2000 diperoleh hasil sebagai berikut.

- a. Agregat diameter saringan 0,075 mm **tidak memenuhi**
- b. Agregat diameter saringan 0,15 mm **tidak memenuhi**
- c. Agregat diameter saringan 0,3 mm **tidak memenuhi**
- d. Agregat diameter saringan 0,6 mm **memenuhi**
- e. Agregat diameter saringan 1,18 mm **memenuhi**
- f. Agregat diameter saringan 2,36 mm **memenuhi**
- g. Agregat diameter saringan 4,75 mm **memenuhi**
- h. Agregat diameter saringan 9,5 mm **memenuhi**

Artinya merujuk pada batas bawah dan batas atas untuk total persen lolos saringan, campuran pasir dan 15% substitusi serbuk limbah kaca pada variasi D sebagai agregat halus yang sesuai dan memenuhi syarat SNI tersebut adalah yang lolos pada saringan 0,6 mm hingga 9,5 mm. Namun, agregat dengan campuran ini juga masih bisa digunakan sebagaimana mestinya sesuai kegunaannya dan berpedoman pada SNI 03-2843-2000, hal ini dikarenakan untuk persentase kehilangan dari pengujian ini tidak lebih dari 2% yaitu 0,157%.

#### 4.1.1.2 Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur dilaksanakan berpedoman pada PUBI 1982 Pasal 11 Ayat 2 serta PBI 1971 Pasal 3 Ayat 3.3 dengan hasil seperti berikut.

- a. Metode Kocokan

**Tabel 4. 6** Hasil Uji Kadar Lumpur Agregat Halus Metode Kocokan

| Kondisi        | Ketinggian (ml) |
|----------------|-----------------|
| Pasir + lumpur | 122             |
| Pasir          | 116, 4          |
| Lumpur         | 5,6             |

$$\% \text{ Kandungan Lumpur} = \frac{\text{Tinggi Lumpur}}{\text{Tinggi Pasir}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kandungan Lumpur} = \frac{5,6}{116,4} \times 100\% = 4,81\%$$

Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan persentase sebesar 4,81% > 5% sehingga untuk agregat halus ini memenuhi persyaratan sesuai yang tercantum pada PUBLI 1982 Pasal 11 Ayat 2.

b. Metode Lebih Kecil dari Micron (Cucian)

**Tabel 4. 7** Hasil Uji Kadar Lumpur Agregat Halus Metode Cucian

| Kondisi               | Ketinggian (ml) |
|-----------------------|-----------------|
| Pasir mula-mula (A)   | 200             |
| Pasir setelah di oven | 190,7           |
| Lumpur                | 9,3             |

$$\% \text{ Kandungan Lumpur} = \frac{\text{Berat Lumpur}}{\text{Berat Pasir Oven}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kandungan Lumpur} = \frac{9,3}{190,7} \times 100\% = 4,89\%$$

Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan persentase kandungan lumpur pada agregat halus sebesar 4,89% < 5% sehingga untuk agregat halus ini memenuhi persyaratan PBI 1971 Pasal 3 Ayat 3.3 dan PUBLI 1982 Pasal 11 Ayat 2.

c. Metode Kandungan Organik NaOH

**Tabel 4. 8** Hasil Uji Kandungan Lumpur Organik Agregat Halus

| Kondisi        | Ketinggian (ml) |
|----------------|-----------------|
| Pasir + lumpur | 117             |
| Pasir          | 112             |
| Lumpur         | 5               |

Warna NaOH = Jernih Kekuningan

$$\% \text{ Kandungan Lumpur} = \frac{\text{Tinggi Lumpur}}{\text{Tinggi Pasir}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kandungan Lumpur} = \frac{5}{112} \times 100\% = 4,46\%$$

Pada pengujian kandungan lumpur organik terdapat standar warna NaOH. Dapat diamati melalui tabel berikut.

**Tabel 4. 9** Kategori Warna Lumpur Organis

| Warna                          | Kategori            |
|--------------------------------|---------------------|
| Jernih sampai kuning tua       | Dapat dipakai       |
| Merah muda                     | Dapat dipakai       |
| Coklat tua sampai merah coklat | Tidak dapat dipakai |

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan warna jernih kekuningan yang berarti agregat halus yang diuji dapat dipakai untuk pembuatan mortar plesteran sesuai dengan PUBI-1992 Pasal 11 halaman 17.

#### **4.1.2 Pengujian Waktu Ikut Semen dan Abu Ampas Tebu**

Pengujian waktu ikat pada pasta semen dilakukan melalui pengujian pada 4 (empat) variasi yang akan dibuat. Pada variasi A yaitu variasi normal tanpa substitusi, variasi B yaitu variasi campuran pasta semen dengan substitusi 5% abu ampas tebu, variasi C yaitu variasi campuran pasta semen dengan substitusi 10% abu ampas tebu, dan variasi D yaitu variasi campuran pasta semen dengan substitusi 15% abu ampas tebu. Pengujian waktu ikat pada pasta semen berpedoman pada SNI 2049-1015. Hasil pengujian waktu ikat semen dijabarkan dalam tabel berikut.

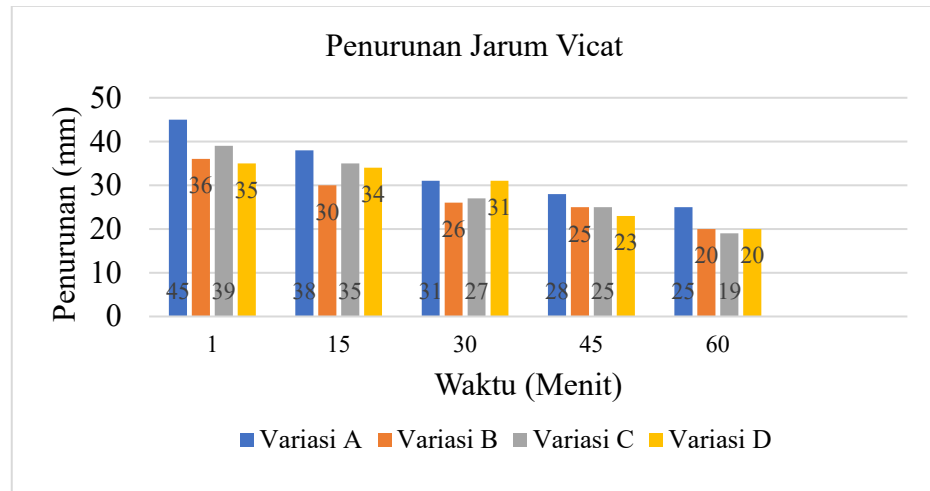
**Tabel 4. 10** Hasil Uji Waktu Ikut Semen

| Variasi | Penurunan ke-1 (mm) | Penurunan ke-2 (mm) | Penurunan ke-3 (mm) | Penurunan ke-4 (mm) | Penurunan ke-5 (mm) |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| A       | 45                  | 38                  | 31                  | 28                  | 25                  |
| B       | 36                  | 30                  | 26                  | 25                  | 20                  |
| C       | 39                  | 35                  | 27                  | 25                  | 19                  |
| D       | 35                  | 34                  | 31                  | 23                  | 20                  |

Keterangan :

Penurunan ke-1 terjadi pada menit pertama.

Penurunan ke-2 sampai 6 terjadi pada kelipatan 15 menit setelahnya.



**Gambar 4. 5** Grafik Penurunan Jarum Vicat

Berdasarkan hasil pengujian waktu ikat dari pasta semen, dihasilkan variasi berwaktu ikat paling cepat ialah pada variasi D dengan substitusi 15% abu ampas tebu. Sedangkan untuk variasi yang memiliki waktu ikat paling lambat adalah pada variasi A yaitu variasi normal tanpa substitusi. Menurut hasil pengujian tersebut, bisa disimpulkan bahwa semakin tinggi bagian substitusi abu ampas tebu, semakin cepat pengikatan semen terjadi.

Sementara itu, pengikatan awal semen dihitung saat penetrasi jarum vicat mencapai 25 mm. Rumus perhitungan pengikatan awal semen yaitu sebagai berikut.

$$\text{Pengikatan awal (menit)} = a + \frac{x-25}{x-y} \times (b - a)$$

Keterangan :

a = waktu sebelum penetrasi terakhir (menit)

b = waktu penetrasi terakhir (menit)

x = penurunan jarum sebelum penetrasi terakhir (mm)

y = penurunan jarum terakhir (mm)

Perhitungan nilai pengikatan awal semen tiap variasi yaitu sebagai berikut.

1. Pengikatan awal variasi A

$$\begin{aligned} \text{Pengikatan awal (menit)} &= 45 + \frac{28-25}{28-25} \times (60-45) \\ &= 60 \text{ menit} \geq 45 \text{ menit (Memenuhi)} \end{aligned}$$

2. Pengikatan awal variasi B

$$\begin{aligned}\text{Pengikatan awal (menit)} &= 30 + \frac{26-25}{26-25} \times (45-30) \\ &= 45 \text{ menit} \geq 45 \text{ menit (Memenuhi)}\end{aligned}$$

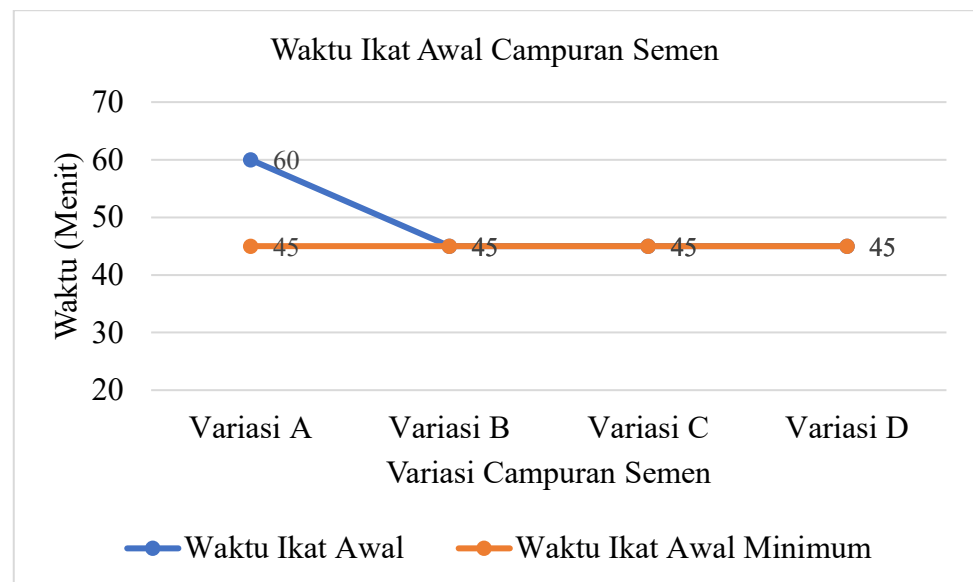
3. Pengikatan awal variasi C

$$\begin{aligned}\text{Pengikatan awal (menit)} &= 30 + \frac{27-25}{27-25} \times (45-30) \\ &= 45 \text{ menit} \geq 45 \text{ menit (Memenuhi)}\end{aligned}$$

4. Pengikatan awal variasi D

$$\begin{aligned}\text{Pengikatan awal (menit)} &= 30 + \frac{31-25}{31-23} \times (45-30) \\ &= 45 \text{ menit} \geq 45 \text{ menit (Memenuhi)}\end{aligned}$$

Nilai pengikatan awal tiap variasi digambarkan dalam grafik sebagai berikut.



**Gambar 4. 6** Grafik Waktu Ikat Awal Campuran Semen

Berdasarkan SNI 15-2049 (2004), syarat waktu ikat awal semen melalui pengukuran memakai alat *vicat* yaitu minimum sebesar 45 menit. Oleh sebab itu, berdasarkan perhitungan pengikatan awal tiap variasi dapat disimpulkan bahwa seluruh variasi yaitu variasi A, B, C, dan D memenuhi syarat waktu pengikatan awal semen.

## 4.2 Analisa Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian penyerapan air pada mortar plesteran dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Uji Serap} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat akhir}} \times 100\%$$

Keterangan :

Berat awal merupakan berat basah benda uji setelah perendaman.

Berat akhir merupakan berat kering benda uji setelah dioven.

### 1. Hasil Pengujian Serap Air Variasi A

Berat awal = 270,7 gram

Berat akhir = 236,4 gram

$$\text{Uji serap A} = \frac{270,7-236,4}{236,4} \times 100\% = 14,51\%$$

### 2. Hasil Pengujian Serap Air Variasi B

Berat awal = 251,5 gram

Berat akhir = 220,3 gram

$$\text{Uji serap B} = \frac{251,5-220,3}{220,3} \times 100\% = 14,16\%$$

### 3. Hasil Pengujian Serap Air Variasi C

Berat awal = 230,9 gram

Berat akhir = 203,5 gram

$$\text{Uji serap C} = \frac{230,9-203,5}{203,5} \times 100\% = 13,46\%$$

### 4. Hasil Pengujian Serap Air Variasi D

Berat awal = 210 gram

Berat akhir = 186,5 gram

$$\text{Uji serap D} = \frac{210-186,5}{186,5} \times 100\% = 12,6\%$$

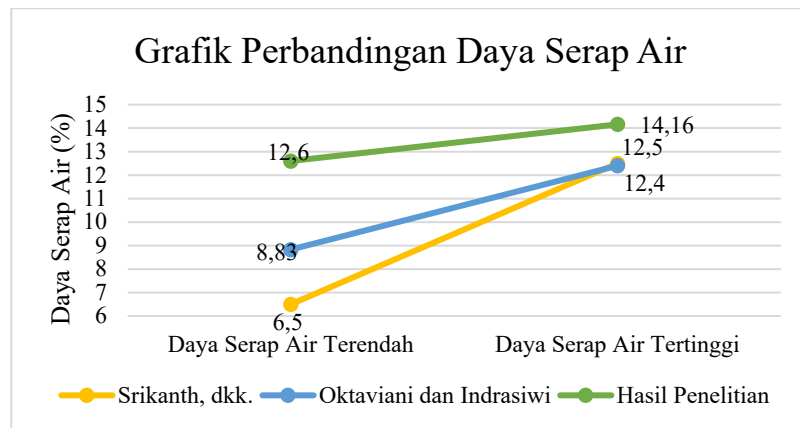
**Tabel 4. 11** Rekapitulasi Hasil Uji Daya Serap Air

| No. | Campuran Mortar | Uji Serap Air (%) |
|-----|-----------------|-------------------|
| 1.  | A               | 14,51%            |
| 2.  | B               | 14,16%            |
| 3.  | C               | 13,46%            |
| 4.  | D               | 12,6%             |

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat peneliti yang telah membuat kajian mengenai daya serap air mortar plesteran inovasi dengan menggunakan abu ampas tebu maupun serbuk limbah kaca. Pada penelitian ini, kajian tersebut digunakan sebagai pembanding terhadap penelitian yang dilakukan. Perbandingan dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian tertinggi dan terendah dari hasil tersebut.

Dari penelitian yang dilaksanakan oleh Srikanth et al (2022), diperoleh daya serap air tertinggi sebesar 12,5% yaitu pada variasi yang hanya menggunakan 30% abu ampas tebu untuk bahan substitusi pada semen. Daya serap air terendah diperoleh pada variasi yang hanya menggunakan 5% abu ampas tebu guna bahan substitusi dengan nilai serapan air senilai 6,5%. Sementara, pada penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Indrasiwi (2023) yang menggunakan kulit kerang hijau dan serbuk kaca sebagai bahan substitusinya, nilai daya serap air tertinggi sebesar 12,4% diperoleh pada variasi B dengan substitusi hanya menggunakan 5% serbuk kaca. Daya serap air terendah didapat sebesar 8,83% pada variasi D dengan substitusi menggunakan 5% kulit kerang hijau dan 5% serbuk kaca. Sedangkan hasil pengujian yang telah dilakukan secara eksperimental pada penelitian ini menghasilkan daya serap air tertinggi sebesar 14,6% dengan variasi B yaitu substitusi abu ampas tebu dan serbuk kaca sebanyak 5% untuk tiap-tiap bahan dan daya serap air terendah sebesar 12,6% dengan variasi D yaitu substitusi abu ampas tebu dan serbuk kaca sebanyak 15% untuk setiap material tersebut.

Perbandingan antara penelitian-penelitian tersebut dengan hasil penelitian ini dapat diamati melalui grafik berikut.



**Gambar 4. 7.** Grafik Perbandingan Daya Serap Air dengan Penelitian Terdahulu

Dari tabel dan grafik perbandingan antara hasil dari penelitian dengan penelitian-penelitian terdahulu, dapat dilihat bahwa nilai daya serap air terendah maupun tertinggi dari penelitian ini melampaui besarnya nilai daya serap air penelitian-penelitian sebelumnya pada mortar plesteran. Penelitian yang dilaksanakan oleh (Srikanth et al., 2022) menunjukkan bahwa nilai daya serap air dengan menggunakan 30% abu ampas tebu lebih tinggi 6% dibandingkan nilai daya serap air yang hanya menggunakan 5% abu ampas tebu. Selain itu, berdasarkan nilai daya serap air yang tertera pada penelitian Oktaviani dan Indrasiwi (2023), daya serap air dengan substitusi 5% kulit kerang hijau lebih tinggi 3,57% daripada mortar dengan substitusi 5% kulit kerang hijau dan 5% serbuk kaca. Penelitian tersebut juga sejalan dengan hasil dari penelitian ini yaitu nilai daya serap air terendah terhitung pada variasi D dengan substitusi 15% abu ampas tebu dan 15% serbuk kaca. Dari hasil penelitian dan penelitian terdahulu tersebut, substitusi dengan menggunakan abu ampas tebu dan serbuk limbah kaca terbukti memiliki pengaruh pada daya serap air mortar plesteran. Meskipun begitu, nilai dari daya serap air yang telah diperoleh dari penelitian-penelitian tersebut masih berada di bawah nilai dari daya serap air

yang diperoleh dari hasil penelitian ini. Oleh sebab itu, dibutuhkan penelitian lanjutan terhadap kadar substitusi abu ampas tebu dan serbuk limbah kaca yang tepat untuk menurunkan daya serap air pada mortar plesteran.

Berdasarkan kajian penelitian yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tingginya nilai daya serap air mortar plesteran dengan substitusi abu ampas tebu dan serbuk kaca disebabkan oleh peningkatan substitusi abu ampas tebu menaikkan daya serap air mortar plesteran, tetapi dengan adanya substitusi serbuk kaca dengan kadar serupa mereduksi kenaikan daya serap air tersebut. Hal ini menjelaskan alasan nilai daya serap air dari substitusi mortar plesteran dengan abu ampas tebu dan serbuk kaca melampaui nilai daya serap air dari mortar plesteran pada penelitian-penelitian sebelumnya.

#### **4.3 Analisa Hasil Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan berpedoman pada SNI 03-6825-2002, yang mana untuk perhitungan kuat tekan mortar dari hasil pengujian dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$KT = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

KT = Kuat Tekan Mortar

F = Gaya Tekan Maksimum

A = Luas Penampang Benda Uji

Luas penampang (A) :

$$A = \text{sisi} \times \text{sisi}$$

$$= 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$$

$$= 25 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}$$

$$1 \text{ N} = 0,101972 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kN} = 1000 \times 0,101972$$

$$1 \text{ kN} = 101,972 \text{ kg}$$

#### 4.3.1 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi A

Pengujian guna kuat tekan dilakukan dengan 3 sampel benda uji pada hari ke-7. Pengujian dilakukan memakai digital *compression machine* pada Laboratorium Bahan Bangunan tanggal 21 April 2025 dengan hasil sebagai berikut.

Benda uji hari ke-7 variasi A

$$KT_{A1} = \frac{48 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 195,786 \text{ Kg/cm}^2$$

$$KT_{A2} = \frac{43 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 175,392 \text{ Kg/cm}^2$$

$$KT_{A3} = \frac{47 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 191,707 \text{ Kg/cm}^2$$

Benda uji hari ke-7 variasi A konversi ke f'c (Mpa)

$$KT_{A1} = \frac{195,786 \times 9,81}{100} = 19,207 \text{ Mpa}$$

$$KT_{A2} = \frac{175,392 \times 9,81}{100} = 17,206 \text{ Mpa}$$

$$KT_{A3} = \frac{191,707 \times 9,81}{100} = 18,806 \text{ Mpa}$$

Benda uji hari ke-7 variasi A konversi ke 28 hari

$$KT_{A1} = \frac{19,207}{0,65} = 29,549 \text{ Mpa}$$

$$KT_{A2} = \frac{17,206}{0,65} = 26,471 \text{ Mpa}$$

$$KT_{A3} = \frac{18,806}{0,65} = 28,933 \text{ Mpa}$$

Kuat tekan rata-rata variasi A:

$$KT_{\text{Rata-rata}} = \frac{29,549 + 26,471 + 28,933}{3} = 28,317 \text{ Mpa}$$

**Tabel 4. 12** Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Variasi A

| Variasi            | Kode Benda Uji | Tanggal Pembuatan | Hasil Pengujian |                             |           |                    |                 |
|--------------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|--------------------|-----------------|
|                    |                |                   | Beban (kN)      | Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'c (Mpa) | Umur 28 Hari (Mpa) | Rata-rata (Mpa) |
| Variasi A (Normal) | A1             | 14 April 2025     | 48              | 195,786                     | 19,207    | 29,549             | 28,317          |
|                    | A2             |                   | 43              | 175,392                     | 17,206    | 26,471             |                 |
|                    | A3             |                   | 47              | 191,707                     | 18,806    | 28,933             |                 |

Melalui pengujian yang telah dipraktikkan, diperoleh nilai kuat tekan rata-rata dari mortar plesteran A (konvensional) adalah 28,317 Mpa. Kuat tekan tertinggi dengan nilai 29,549 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka mortar plesteran konvensional telah memenuhi kualifikasi SNI 03-6825-2002 tipe N sebesar 5,2 Mpa.

#### 4.3.2 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi B

Pengujian untuk kuat tekan dilakukan dengan 3 sampel benda uji hari ke-7. Pengujian dilakukan memakai *digital compression machine* pada Laboratorium Bahan Bangunan tanggal 21 April 2025 terhitung sebagai berikut.

Benda uji hari ke-7 variasi B, 5% abu ampas tebu dan 5% serbuk kaca

$$KT_{B1} = \frac{35 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 142,761 \text{ Kg/cm}^2$$

$$KT_{B2} = \frac{44 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 179,471 \text{ Kg/cm}^2$$

$$KT_{B3} = \frac{34 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 138,682 \text{ Kg/cm}^2$$

Benda uji hari ke-7 variasi B konversi ke f'c (Mpa)

$$KT_{B1} = \frac{142,761 \times 9,81}{100} = 14,005 \text{ Mpa}$$

$$KT_{B2} = \frac{179,471 \times 9,81}{100} = 17,606 \text{ Mpa}$$

$$KT_{B3} = \frac{138,682 \times 9,81}{100} = 13,605 \text{ Mpa}$$

Benda uji hari ke-7 variasi B konversi ke 28 hari

$$KT_{B1} = \frac{21,546}{0,65} = 21,546 \text{ Mpa}$$

$$KT_{B2} = \frac{27,086}{0,65} = 27,086 \text{ Mpa}$$

$$KT_{B3} = \frac{20,930}{0,65} = 23,187 \text{ Mpa}$$

Kuat tekan rata-rata variasi B:

$$KT_{\text{Rata-rata}} = \frac{21,546 + 27,086 + 20,930}{3} = 23,187 \text{ Mpa}$$

**Tabel 4. 13** Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Variasi B

| Variasi                             | Kode Benda Uji | Tanggal Pembuatan | Hasil Pengujian |                             |           |                    |                 |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|--------------------|-----------------|
|                                     |                |                   | Beban (kN)      | Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'c (Mpa) | Umur 28 Hari (Mpa) | Rata-rata (Mpa) |
| Variasi B<br>5% ampas tebu, 5% kaca | B1             | 14 April 2025     | 35              | 142,761                     | 14,005    | 21,546             | 23,187          |
|                                     | B2             |                   | 44              | 179,471                     | 17,606    | 27,086             |                 |
|                                     | B3             |                   | 34              | 138,682                     | 13,605    | 20,930             |                 |

Melalui pengujian yang telah dipraktikkan, diperoleh hasil kuat tekan rata-rata dari mortar plesteran B (5% abu ampas tebu dan 5% serbuk kaca) adalah 23,187 Mpa. Kuat tekan tertinggi dengan nilai 27,086 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka mortar plesteran B telah memenuhi kualifikasi SNI 03-6825-2002 tipe N sebesar 5,2 Mpa.

#### 4.3.3 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi C

Pengujian guna kuat tekan dilakukan dengan 3 sampel benda uji hari ke-7. Pengujian dilakukan memakai *digital compression machine* pada Laboratorium Bahan Bangunan tanggal 21 April 2025 terhitung sebagai berikut.

Benda uji hari ke-7 variasi C, 10% abu ampas tebu dan 10% serbuk kaca

$$KT_{C1} = \frac{21 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 85,656 \text{ Kg/cm}^2$$

$$KT_{C2} = \frac{21 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 77,499 \text{ Kg/cm}^2$$

$$KT_{C3} = \frac{F \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 57,104 \text{ Kg/cm}^2$$

Benda uji hari ke-7 variasi C konversi ke f'c (Mpa)

$$KT_{C1} = \frac{85,656 \times 9,81}{100} = 8,403 \text{ Mpa}$$

$$KT_{C2} = \frac{77,499 \times 9,81}{100} = 7,603 \text{ Mpa}$$

$$KT_{C3} = \frac{57,104 \times 9,81}{100} = 5,602 \text{ Mpa}$$

Benda uji hari ke-7 variasi C konversi ke 28 hari

$$KT_{C1} = \frac{F}{0,65} = 12,928 \text{ Mpa}$$

$$KT_{C2} = \frac{F}{0,65} = 11,696 \text{ Mpa}$$

$$KT_{C3} = \frac{F}{0,65} = 8,618 \text{ Mpa}$$

Kuat tekan rata-rata variasi C:

$$KT_{\text{Rata-rata}} = \frac{12,928 + 11,696 + 8,618}{3} = 11,081 \text{ Mpa}$$

**Tabel 4. 14** Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Variasi C

| Variasi                                        | Kode Benda Uji | Tanggal Pembuatan | Hasil Pengujian |                             |           |                    |                 |
|------------------------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|--------------------|-----------------|
|                                                |                |                   | Beban (kN)      | Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'c (Mpa) | Umur 28 Hari (Mpa) | Rata-rata (Mpa) |
| Variasi C<br>10%<br>ampas,<br>tebu 10%<br>kaca | C1             | 10 April          | 21              | 85,656                      | 8,403     | 12,928             | 11,081          |
|                                                | C2             | 2025              | 19              | 77,499                      | 7,603     | 11,696             |                 |
|                                                | C3             |                   | 14              | 57,104                      | 5,602     | 8,618              |                 |

Melalui pengujian yang telah dipraktikkan, didapatkan hasil kuat tekan rata-rata dari mortar plesteran C (10% abu ampas tebu dan 10% serbuk kaca) adalah 11,081 Mpa. Kuat tekan tertinggi dengan nilai 12,928 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 11,081 Mpa. Maka mortar plesteran C telah memenuhi kualifikasi SNI 03-6825-2002 tipe N sebesar 5,2 Mpa.

#### 4.3.4 Hasil Uji Kuat Tekan Variasi D

Pengujian guna kuat tekan dilakukan dengan 3 sampel benda uji hari ke-7. Pengujian dilakukan memakai *digital compression machine* pada Laboratorium Bahan Bangunan tanggal 21 April 2025 terhitung sebagai berikut.

Benda uji hari ke-7 variasi D, 15% abu ampas tebu dan 15% serbuk kaca

$$KT_{D1} = \frac{13 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 52,025 \text{ Kg/cm}^2$$

$$KT_{D2} = \frac{16 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 65,262 \text{ Kg/cm}^2$$

$$KT_{D3} = \frac{17 \times 101,972}{25 \text{ cm}^2} = 69,341 \text{ Kg/cm}^2$$

Benda uji hari ke-7 variasi D konversi ke f'c (Mpa)

$$KT_{D1} = \frac{52,025 \times 9,81}{100} = 5,202 \text{ Mpa}$$

$$KT_{D2} = \frac{65,262 \times 9,81}{100} = 6,402 \text{ Mpa}$$

$$KT_{D3} = \frac{69,341 \times 9,81}{100} = 6,802 \text{ Mpa}$$

Benda uji hari ke-7 variasi D konversi ke 28 hari

$$KT_{D1} = \frac{5,202}{0,65} = 8,003 \text{ Mpa}$$

$$KT_{D2} = \frac{6,402}{0,65} = 9,850 \text{ Mpa}$$

$$KT_{D3} = \frac{6,802}{0,65} = 10,465 \text{ Mpa}$$

Kuat tekan rata-rata variasi D:

$$KT_{\text{Rata-rata}} = \frac{8,003 + 9,850 + 10,465}{3} = 9,439 \text{ Mpa}$$

**Tabel 4. 15** Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Variasi D

| Variasi                                        | Kode Benda Uji | Tanggal Pembuatan | Hasil Pengujian |                             |           |                    |                 |
|------------------------------------------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------|--------------------|-----------------|
|                                                |                |                   | Beban (kN)      | Kubus (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f'c (Mpa) | Umur 28 Hari (Mpa) | Rata-rata (Mpa) |
| Variasi D<br>15%<br>ampas<br>tebu, 15%<br>kaca | D1             | 11 April<br>2025  | 13              | 53,025                      | 5,202     | 8,003              | 9,439           |
|                                                | D2             |                   | 16              | 65,262                      | 6,402     | 9,850              |                 |
|                                                | D3             |                   | 17              | 69,341                      | 6,802     | 10,465             |                 |

Melalui pengujian yang telah dipraktikkan, didapatkan nilai kuat tekan rata-rata dari mortar plesteran D (15% abu ampas tebu,

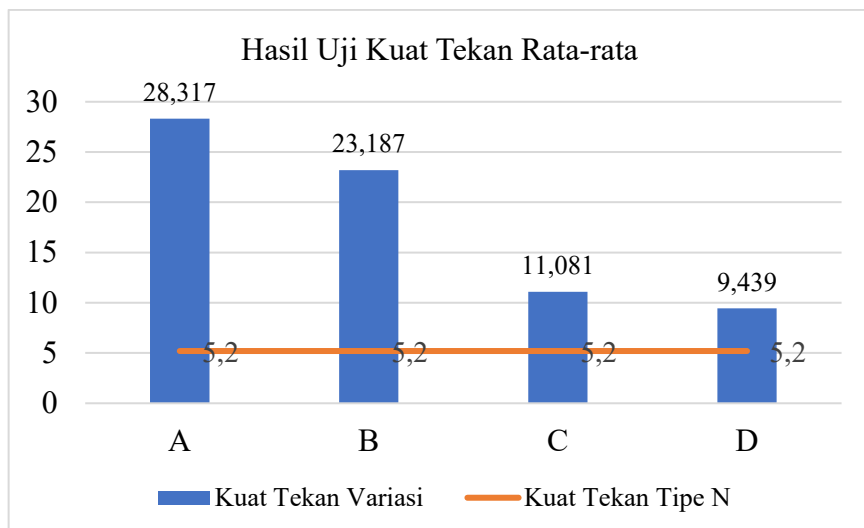
15% serbuk kaca) adalah 9,439 Mpa. Kuat tekan tertinggi dengan nilai 10,645 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka mortar plesteran D telah memenuhi persyaratan SNI 03-6825-2002 tipe N sebesar 5,2 Mpa.

Secara keseluruhan, hasil pengujian kuat tekan dari mortar plesteran ini dapat diamati melalui tabel berikut.

**Tabel 4. 16** Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Plesteran

| No | Variasi Sampel | Kuat Tekan Mortar Plesteran Tipe N (Mpa) | Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa) |
|----|----------------|------------------------------------------|----------------------------|
| 1  | A              | 5,2                                      | 28,317                     |
| 2  | B              | 5,2                                      | 23,187                     |
| 3  | C              | 5,2                                      | 11,081                     |
| 4  | D              | 5,2                                      | 9,439                      |

Perbandingan hasil pengujian kuat tekan yang dihasilkan dari mortar plesteran variasi terhadap target tipe mortar SNI 03-6825-2002 dapat diamati pula melalui grafik berikut.



**Gambar 4. 8** Hasil Uji Kuat Tekan Rata-rata

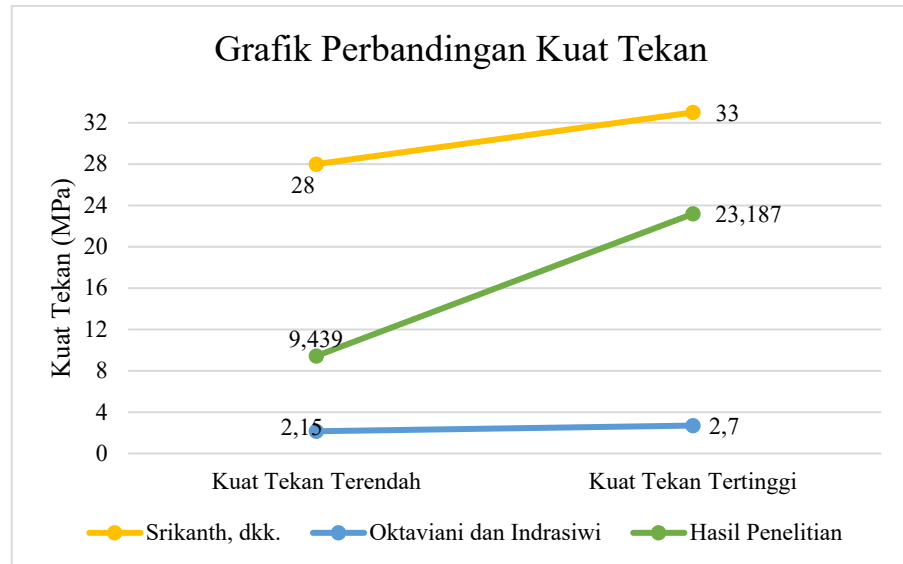
Berdasarkan hasil dari keseluruhan benda uji didapatkan bahwa dari variasi A, B, C dan D telah melampaui target kuat tekan mortar tipe N yaitu 5,2 Mpa. Akan tetapi pada mortar plesteran variasi B, C dan D yang merupakan variasi substitusi abu ampas tebu

dan serbuk kaca mengalami penurunan jika dibandingkan dengan variasi A yang merupakan mortar plesteran konvensional. Penurunan tersebut terjadi dari semakin banyaknya penambahan serbuk kaca yang bersifat kedap air dan cenderung licin menjadi penyebab rongga partikel yang menjadi tidak berikatan erat (Rahayu, 2024).

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat peneliti yang telah membuat kajian mengenai kuat tekan mortar plesteran inovasi dengan menggunakan abu ampas tebu maupun serbuk limbah kaca. Pada penelitian ini, kajian tersebut digunakan sebagai pembandingan terhadap penelitian yang dilakukan. Perbandingan dilakukan dengan mengonversi umur benda uji tiap penelitian ke umur 28 hari. Perbandingan antara variasi tertinggi dan terendah dari penelitian-penelitian terdahulu terhadap penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan pada penelitian ini dengan yang lain.

Dari penelitian yang dilaksanakan oleh Srikanth et al. (2022), diperoleh kuat tertinggi sebesar 33 MPa yaitu pada variasi yang menggunakan 10% abu ampas tebu dan 10% abu sekam padi sebagai bahan substitusi pada semen. Kuat tekan terendah diperoleh pada variasi yang hanya menggunakan 5% abu ampas tebu guna bahan substitusi dengan kuat tekan sebesar 28 MPa. Sementara, pada penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Indrasiwi (2023) yang menggunakan kulit kerang hijau dan serbuk kaca sebagai bahan substitusinya, nilai kuat tekan paling tinggi sebesar 2,7 MPa diperoleh pada variasi B dengan substitusi hanya menggunakan 5% serbuk kaca. Nilai dari kuat tekan terendah didapat sebesar 2,15 MPa pada variasi D dengan substitusi menggunakan 5% kulit kerang hijau serta 5% serbuk kaca. Sedangkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan secara eksperimental pada penelitian ini menghasilkan kuat tekan tertinggi mencapai 23,187 MPa dengan variasi B yaitu substitusi abu ampas tebu dan serbuk kaca sebanyak 5% untuk tiap-tiap bahan dan daya serap air terendah sebesar 9,439

MPa dengan variasi D yaitu substitusi abu ampas tebu dan serbuk kaca sebanyak 15% untuk setiap material tersebut. Perbandingan antara penelitian-penelitian tersebut dengan hasil penelitian ini dapat diamati melalui grafik berikut.



**Gambar 4. 9.** Grafik Perbandingan Kuat Tekan dengan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan grafik perbandingan kuat tekan dengan penelitian terdahulu, nilai kuat tekan menurut hasil penelitian mortar plesteran ini berada di antara nilai kuat tekan penelitian-penelitian sebelumnya. Menurut penelitian Srikanth et al. (2022), perbedaan kadar substitusi abu ampas tebu dan adanya penambahan material lain yang dalam penelitian tersebut yaitu menggunakan abu sekam padi pada mortar plesteran mengakibatkan nilai kuat tekan yang berbeda pada mortar plesteran. Dalam hal tersebut, peningkatan kadar substitusi abu ampas tebu menghasilkan peningkatan kuat tekan. Hal ini dapat diamati berdasar kuat tekan yang diperoleh ketika substitusi dengan abu ampas tebu sebanyak 10% dan abu sekam padi 10% yaitu sebesar 33 Mpa, lebih tinggi 17,85% dibandingkan dengan substitusi hanya dengan 5% abu ampas tebu. Sedangkan, hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Oktaviani dan Indrasiwi memperoleh nilai kuat tekan tertinggi yaitu sebesar 2,70 MPa dengan substitusi hanya menggunakan 5% serbuk kaca dan

nilai kuat tekan terendah sebesar 2,15 MPa dengan substitusi 10% kulit kerang hijau dan 10% serbuk kaca. Hasil penelitian ini sudah dilakukan terhadap pengujian kuat tekan dari mortar plesteran dengan substitusi abu ampas tebu dan serbuk kaca juga menunjukkan hasil yang serupa yaitu terjadi penurunan kuat tekan tiap peningkatan kadar substitusi material pada mortar plesteran.

Berdasar kajian yang sudah dilakukan, dapat diambil simpulan bahwa serbuk kaca mampu menurunkan kuat tekan mortar plesteran seiring peningkatan kadar substitusi dengan kedua material tersebut. Namun, pengaruh penggunaan abu ampas tebu guna material substitusi pada kuat tekan ditentukan pula oleh bahan substitusi lain yang digunakan selain abu ampas tebu tersebut. Sedangkan, peningkatan kadar serbuk kaca berpengaruh terhadap penurunan kuat tekan semen karena sifat kaca yang kedap air, licin, dan membuat kaca menjadi lebih rapuh (Rahayu, 2024). Namun, walau terjadi penurunan kuat tekan pada mortar plesteran pada pengujian ini, nilai kuat tekan yang diperoleh masih mampu memenuhi nilai kuat tekan yang disyaratkan dalam SNI 03-6882 (2021). Oleh sebab itu, penggunaan abu ampas tebu dan serbuk kaca masih efektif digunakan sebagai bahan substitusi semen dan pasir pada mortar plesteran.

#### **4.4 Analisa Hasil Pengujian Daya Serap Suara**

Pengujian daya serap suara dilakukan guna mengalkulasi kemampuan penyerapan suara yang dimiliki oleh mortar plesteran dengan campuran abu ampas tebu dan serbuk kaca. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *environment meter* yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan dengan satuan desibel (dB) yang dimasukkan ke dalam replika ruangan dengan empat sisi dinding bata berukuran 20 cm x 10 cm yang dilapisi dengan mortar plesteran setebal 1 – 1,5 cm. Hasil pengujian tingkat kebisingan dalam replika ruangan bata berlapis mortar plesteran dibandingkan dengan nilai tingkat kebisingan di luar replika ruang.

Pengujian ini dilakukan setelah 7 hari masa *curing* mortar plesteran. Pengujian dilakukan terhadap 4 benda uji yaitu variasi A (normal), variasi B (5% abu ampas tebu dan 5% serbuk kaca), variasi C (10% abu ampas tebu dan 10% serbuk kaca), dan variasi D (15% abu ampas tebu dan 15% serbuk kaca). Berikut hasil nilai tingkat kebisingan terukur dari setiap variasi campuran mortar plesteran.

**Tabel 4. 17** Nilai Kebisingan Terukur Variasi A (Normal)

| No. | Waktu     | Kebisingan di Luar Ruang | Kebisingan dalam Ruang Variasi A | Selisih (Penyerapan Suara) |
|-----|-----------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|
|     | (s)       | (dB)                     | (dB)                             | (dB)                       |
| 1   | 10        | 97,8                     | 83,7                             | 14,1                       |
| 2   | 20        | 97,8                     | 83,4                             | 14,4                       |
| 3   | 30        | 97,8                     | 83,1                             | 14,7                       |
| 4   | 40        | 97,8                     | 84                               | 13,8                       |
| 5   | 50        | 97,8                     | 82,8                             | 15                         |
| 6   | 60        | 97,8                     | 84                               | 13,8                       |
|     | Rata-rata | 97,8                     | 83,5                             | 14,3                       |

**Tabel 4. 18** Nilai Kebisingan Terukur Variasi B

| No. | Waktu     | Kebisingan di Luar Ruang | Kebisingan dalam Ruang Variasi B | Selisih (Penyerapan Suara) |
|-----|-----------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|
|     | (s)       | (dB)                     | (dB)                             | (dB)                       |
| 1   | 10        | 97,8                     | 80,3                             | 17,5                       |
| 2   | 20        | 97,8                     | 79,6                             | 18,2                       |
| 3   | 30        | 97,8                     | 79,6                             | 18,2                       |
| 4   | 40        | 97,8                     | 79,3                             | 18,5                       |
| 5   | 50        | 97,8                     | 79,8                             | 18                         |
| 6   | 60        | 97,8                     | 79,5                             | 18,3                       |
|     | Rata-rata | 97,8                     | 79,7                             | 18,1                       |

**Tabel 4. 19** Nilai Kebisingan Terukur Variasi C

| No. | Waktu     | Kebisingan di Luar Ruang | Kebisingan dalam Ruang Variasi C | Selisih (Penyerapan Suara) |
|-----|-----------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|
|     | (s)       | (dB)                     | (dB)                             | (dB)                       |
| 1   | 10        | 97,8                     | 78,1                             | 19,7                       |
| 2   | 20        | 97,8                     | 77,5                             | 20,3                       |
| 3   | 30        | 97,8                     | 77,7                             | 20,1                       |
| 4   | 40        | 97,8                     | 77,5                             | 20,3                       |
| 5   | 50        | 97,8                     | 77,8                             | 20                         |
| 6   | 60        | 97,8                     | 77,7                             | 20,1                       |
|     | Rata-rata | 97,8                     | 77,7                             | 20,1                       |

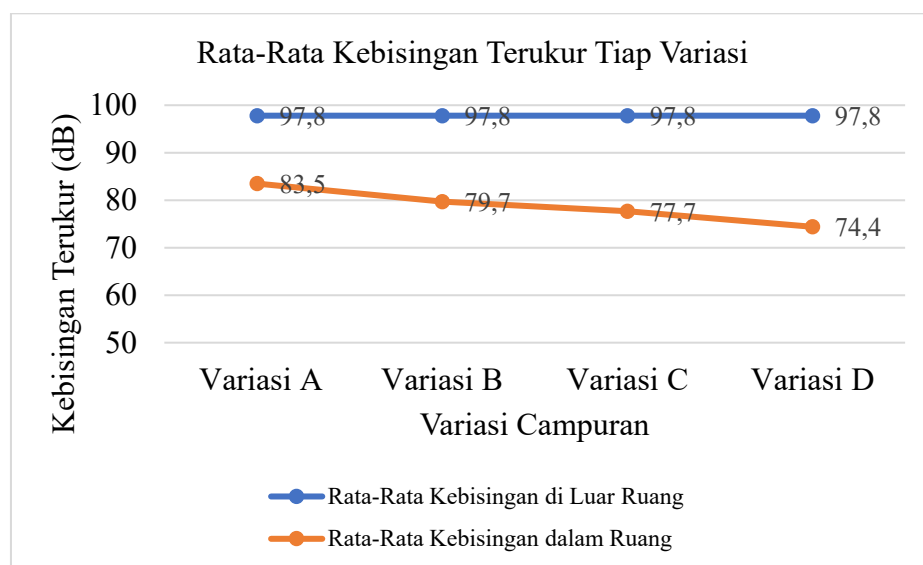
**Tabel 4. 20** Nilai Kebisingan Terukur Variasi D

| No. | Waktu     | Kebisingan di Luar Ruang | Kebisingan dalam Ruang Variasi C | Selisih (Penyerapan Suara) |
|-----|-----------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------|
|     | (s)       | (dB)                     | (dB)                             | (dB)                       |
| 1   | 10        | 97,8                     | 74,1                             | 23,7                       |
| 2   | 20        | 97,8                     | 73,2                             | 24,6                       |
| 3   | 30        | 97,8                     | 75,0                             | 22,8                       |
| 4   | 40        | 97,8                     | 74,5                             | 23,3                       |
| 5   | 50        | 97,8                     | 74,8                             | 23                         |
| 6   | 60        | 97,8                     | 74,6                             | 23,2                       |
|     | Rata-rata | 97,8                     | 74,4                             | 23,4                       |

Rata-rata dari nilai kebisingan yang terukur oleh *environment meter* dari dalam ruang setiap variasi mortar plesteran dibandingkan dengan nilai kebisingan di luar ruang disajikan dalam tabel serta grafik berikut.

**Tabel 4. 21** Rata-Rata Kebisingan Terukur Tiap Variasi

| No. | Variasi Sampel | Rata-Rata Kebisingan di Luar Ruang | Rata-Rata Kebisingan dalam Ruang | Selisih (Penyerapan Suara) |
|-----|----------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
|     |                | (dB)                               | (dB)                             | (dB)                       |
| 1   | A              | 97,8                               | 83,5                             | 14,3                       |
| 2   | B              | 97,8                               | 79,7                             | 18,1                       |
| 3   | C              | 97,8                               | 77,7                             | 20,1                       |
| 4   | D              | 97,8                               | 74,4                             | 23,4                       |



**Gambar 4. 10** Grafik Rata-Rata Kebisingan Terukur Tiap Variasi

Berdasarkan hasil pengujian tingkat kebisingan yang dilakukan pada sampel-sampel tersebut menggunakan kondisi lingkungan dengan kebisingan di luar ruangan secara konstan terukur 97,8 dB, diperoleh rata-rata nilai kebisingan yang terukur dalam ruangan semakin turun tiap variasi. Nilai kebisingan terukur rata-rata tertinggi terdapat pada variasi A yaitu pada campuran normal sebesar 83,5 dB. Sedangkan nilai penurunan kebisingan terukur terendah yaitu pada variasi D yang menggunakan 15%

abu ampas tebu dan 15% serbuk kaca sebagai variasi campuran mortar plesteran dengan kebisingan sebesar 74,4 dB. Mortar plesteran variasi B dan C memiliki angka kebisingan rata-rata sebesar 79,7 dB dan 77,7 dB.

Nilai pengurangan suara tiap variasi dihitung dari selisih tingkat kebisingan terukur di luar ruang dan tingkat kebisingan terukur di dalam ruangan. Nilai pengurangan suara terendah yaitu diperoleh pada variasi normal mortar plesteran sebesar 14,3 dB. Sedangkan nilai pengurangan suara tertinggi pada variasi mortar plesteran D sebesar 23,4 dB dan nilai pengurangan suara pada variasi B ialah sebesar 18,1 dB serta pada variasi C sebesar 20,1 dB. Melalui penurunan nilai kebisingan tersebut dan terukur tingkat kemampuan pengurangan suara dari mortar plesteran inovasi tertinggi mencapai angka serap 23,4 dB. Maka, dapat diambil contoh bahwa inovasi mortar plesteran ini mampu memenuhi batas persyaratan tingkat kebisingan dari Kementerian Lingkungan Hidup yaitu sebesar 55 dB untuk kawasan sekolah atau pendidikan dan pemukiman atau perumahan apabila terdapat kebisingan dari luar maksimal  $55 \text{ dB} + 23,4 \text{ dB}$  yaitu senilai 78,4 dB.

Hal tersebut bisa terjadi karena abu ampas tebu merupakan salah satu bahan alami untuk peredam suara (Danielraj et al., 2019). Abu ampas tebu mempunyai senyawa silika yang tinggi dan menyebabkan ikatan dengan kalsium hidroksida menghasilkan gel kalsium silikat hidrat yang bersifat *pozzolan* sehingga koefisien transmisi suara menjadi lebih rendah (Ongwen & Alruqi, 2023). Suara yang diterima direduksi sehingga kebisingan yang ada di sekitar mortar plesteran menjadi lebih rendah. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, penambahan bahan tersebut pada mortar plesteran efektif dalam menurunkan tingkat kebisingan lingkungan dengan kemampuannya untuk menyerap suara.

#### **4.5 Analisa Hasil Pengujian Insulasi Termal**

Pengujian isolasi termal bertujuan untuk mengetahui kemampuan mortar plesteran dengan campuran abu ampas tebu dan serbuk kaca dalam menyerap dan mencegah penghantaran panas. Pengujian dilakukan dengan

menggunakan alat *thermal imaging camera* yang dapat digunakan untuk mengukur suhu permukaan dinding replika ruangan dengan bata berukuran 20 cm x 10 cm yang dilapisi dengan mortar plesteran setebal 1 – 1,5 cm. Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu permukaan dinding replika ruang setelah mengalami pemanasan oleh sinar matahari dan dibandingkan dengan panas sinar matahari pada saat pengujian dilakukan. Pengujian ini dilakukan setelah 7 hari masa *curing* mortar plesteran. Pengujian dilakukan terhadap 4 benda uji yaitu variasi A (normal), variasi B (5% abu ampas tebu dan 5% serbuk kaca), variasi C (10% abu ampas tebu dan 10% serbuk kaca), dan variasi D (15% abu ampas tebu dan 15% serbuk kaca) dengan suhu terukur awal tiap variasi sama besar yaitu sebesar 28°C (sebelum menerima panas matahari). Berikut hasil pengukuran suhu dinding replika ruang tiap variasi.

**Tabel 4. 22 Suhu Permukaan Dinding Variasi A**

| No. | Variasi Sampel | Suhu Permukaan Dinding Setelah Dijemur | Suhu Pemanasan Matahari Saat Pengujian | Selisih Suhu (Penyerapan Panas) | Suhu Terukur Awal (Sebelum Pemanasan) |
|-----|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
|     |                | (°C)                                   | (°C)                                   | (°C)                            | (°C)                                  |
| 1   | A              | 31,8                                   | 32                                     | 0,2                             | 28                                    |
| 2   | A              | 31,7                                   | 32                                     | 0,3                             | 28                                    |
|     | Rata-rata      | 31,75                                  | 32                                     | 0,25                            | 28                                    |

**Tabel 4. 23** Suhu Permukaan Dinding Variasi B

| No. | Variasi Sampel | Suhu Permukaan Dinding Setelah Dijemur | Suhu Pemanasan Matahari Saat Pengujian | Selisih Suhu (Penyerapan Panas) | Suhu Terukur Awal (Sebelum Pemanasan) |
|-----|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
|     |                | (°C)                                   | (°C)                                   | (°C)                            | (°C)                                  |
| 1   | B              | 29,4                                   | 32                                     | 2,6                             | 28                                    |
| 2   | B              | 29,3                                   | 32                                     | 2,7                             | 28                                    |
|     | Rata-rata      | 29,35                                  | 32                                     | 2,65                            | 28                                    |

**Tabel 4. 24** Suhu Permukaan Dinding Variasi C

| No. | Variasi Sampel | Suhu Permukaan Dinding Setelah Dijemur | Suhu Pemanasan Matahari Saat Pengujian | Selisih Suhu (Penyerapan Panas) | Suhu Terukur Awal (Sebelum Pemanasan) |
|-----|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
|     |                | (°C)                                   | (°C)                                   | (°C)                            | (°C)                                  |
| 1   | C              | 28,4                                   | 32                                     | 3,6                             | 28                                    |
| 2   | C              | 28,3                                   | 32                                     | 3,7                             | 28                                    |
|     | Rata-rata      | 28,35                                  | 32                                     | 3,65                            | 28                                    |

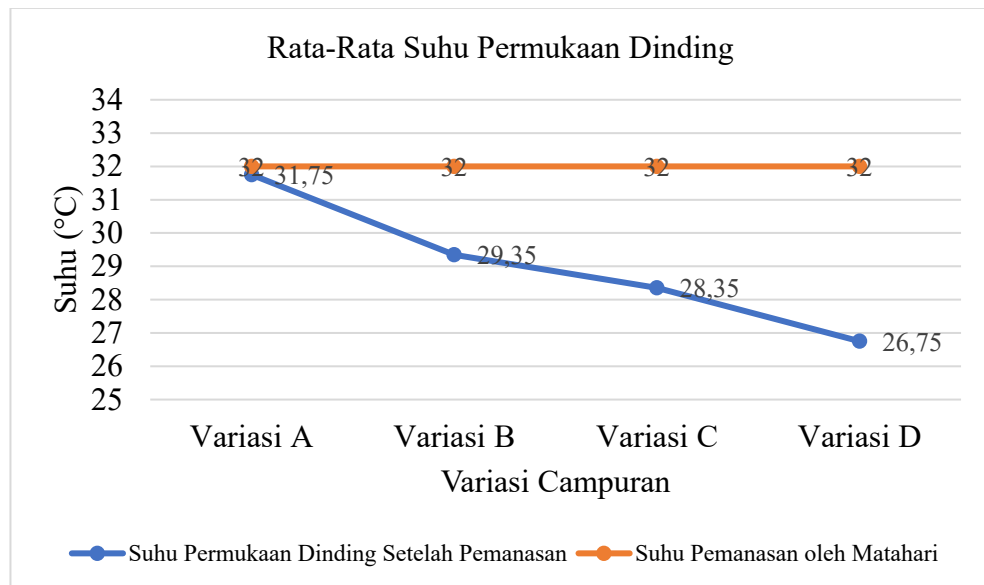
**Tabel 4. 25** Suhu Permukaan Dinding Variasi D

| No. | Variasi Sampel | Suhu Permukaan Dinding Setelah Dijemur | Suhu Pemanasan Matahari Saat Pengujian | Selisih Suhu (Penyerapan Panas) | Suhu Terukur Awal (Sebelum Pemanasan) |
|-----|----------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
|     |                | (°C)                                   | (°C)                                   | (°C)                            | (°C)                                  |
| 1   | D              | 26,8                                   | 32                                     | 5,2                             | 28                                    |
| 2   | D              | 26,7                                   | 32                                     | 5,3                             | 28                                    |
|     | Rata-rata      | 26,75                                  | 32                                     | 5,25                            | 28                                    |

Rata-rata suhu permukaan dinding yang terukur oleh multimeter setiap variasi mortar plesteran dibandingkan dengan suhu pemanasan matahari saat pengujian ditampilkan dalam tabel dan grafik berikut.

**Tabel 4. 26** Tabel Rata-Rata Suhu Permukaan Dinding Tiap Variasi

| No. | Variasi Sampel | Suhu Permukaan Dinding Rata-Rata Setelah Pemanasan | Suhu Pemanasan Rata-Rata oleh Matahari Saat Pengujian | Selisih (Penyerapan Panas) | Persentase Penyerapan Panas |
|-----|----------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|     |                | (°C)                                               | (°C)                                                  | (°C)                       | (%)                         |
| 1   | A              | 31,75                                              | 32                                                    | 0,25                       | 0,78                        |
| 2   | B              | 29,35                                              | 32                                                    | 2,65                       | 8,28                        |
| 3   | C              | 28,35                                              | 32                                                    | 3,65                       | 11,40                       |
| 4   | D              | 26,75                                              | 32                                                    | 5,25                       | 16,41                       |



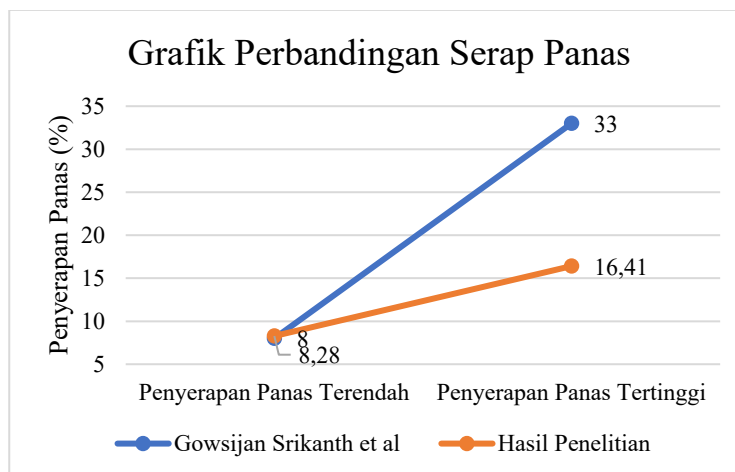
**Gambar 4. 11** Grafik Hasil Pengukuran Suhu Permukaan Dinding

Berdasarkan hasil pengujian suhu yang dipraktikkan pada sampel-sampel tersebut, diperoleh suhu rata-rata setelah pemanasan yang terukur pada permukaan dinding replika ruang semakin turun tiap variasi. Suhu rata-rata tertinggi setelah pemanasan terdapat pada variasi A yaitu pada campuran normal sebesar 31,75°C. Sedangkan Suhu rata-rata terendah yaitu pada variasi D yang menggunakan 15% abu ampas tebu dan 15% serbuk kaca sebagai variasi campuran mortar plesteran dengan suhu sebesar 26,75°C. Mortar plesteran variasi B dan C memiliki suhu rata-rata setelah pemanasan sebesar 29,35°C dan 28,35°C. Berdasarkan pengukuran suhu tersebut, replika ruang dengan variasi mortar plesteran D memiliki temperatur yang paling sejuk jika dibandingkan dengan variasi lainnya.

Ketahanan atau insulasi termal tiap variasi diketahui dari nilai penyerapan panas yang dapat dihitung berdasarkan selisih suhu rata-rata setelah pemanasan dengan suhu pemanasan oleh matahari. Nilai penurunan panas terendah yaitu diperoleh pada variasi normal mortar plesteran sebesar 0,25°C. Sedangkan nilai penurunan panas tertinggi pada variasi mortar plesteran D sebesar 5,25°C dan nilai penurunan panas pada variasi B yaitu sebesar 2,65°C serta pada variasi C sebesar 3,65°C. Hal tersebut disebabkan serbuk kaca sebagai bahan substitusi pasir mampu meningkatkan kinerja insulasi termal (Flores-Alés et al., 2020). Selain itu, penggunaan abu ampas

tebu guna bahan substitusi pada semen juga mampu menjadi isolator suhu yang baik karena kandungan  $Al_2O_3$  atau aluminium oksida pada abu ampas tebu memiliki kapasitas ketahanan panas yang besar (Puspitasari, 2018). Selain ampas tebu, serbuk kaca juga mampu membuat ikatan gel kalsium silikat hidrat saat bereaksi dengan semen yang memiliki konduktivitas termal yang rendah. Akibat rendahnya pemadatan (perubahan menjadi kristal) dari gel kalsium silikat hidrat, konduktivitas termal menjadi lebih rendah sehingga dengan menyerap sebagian panas, serbuk kaca berpengaruh untuk menurunkan konduktivitas termal dari produk berbasis semen (Ji et al., 2024). Oleh sebab itu, serbuk kaca memiliki potensi sebagai bahan insulasi termal. Terbukti dengan pengujian yang sudah dilaksanakan, penambahan abu ampas tebu dan serbuk kaca pada mortar plesteran efektif menurunkan suhu ruangan dengan menyerap lebih banyak panas sehingga panas yang dilepaskan ke lingkungan sekitar lebih rendah dan menyebabkan ruangan menjadi lebih sejuk.

Berdasarkan kajian terhadap penelitian yang dilakukan oleh Srikanth (2022), penyerapan panas tertinggi terdapat pada variasi dengan hanya menggunakan 30% campuran abu ampas tebu yaitu sebesar 33%. Sementara penyerapan panas terendah terdapat pada variasi dengan hanya 5% campuran abu ampas tebu yaitu sebesar 8%. Sedangkan, dari hasil pengujian yang sudah dipraktikkan, didapat penyerapan panas tertinggi sebesar 16,41% pada mortar plesteran variasi D dengan kadar substitusi abu ampas tebu dan serbuk kaca sebesar 15%. Penyerapan panas terendah sebesar 8,28% diperoleh pada variasi B dengan kadar substitusi 5% abu ampas tebu dan serbuk kaca. Perbandingan penyerapan panas antara hasil pengujian pada penelitian ini dengan penelitian lain dapat diamati melalui grafik berikut.



**Gambar 4. 12** Grafik Perbandingan Serap Panas dengan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan perbandingan dari hasil uji penyerapan panas atau insulasi termal pada penelitian oleh G Srikanth et al (2022) didapatkan hasil penyerapan panas tertinggi melalui penambahan 30% abu ampas tebu pada mortar plesteran mampu meningkatkan 33% penyerapan panas, sedangkan melalui penambahan 5% abu ampas tebu pada mortar plesteran hanya mampu meningkatkan sekitar 8% penyerapan panas. Pada penelitian ini yaitu substitusi abu ampas tebu dan serbuk kaca dengan persentase yang sama di 5% didapatkan hasil penyerapan panas sebesar 8,28%, dan untuk penyerapan panas tertinggi pada persentase substitusi 15% abu ampas tebu dan 15% serbuk kaca didapatkan hasil sebesar 16,41%. Hal ini disebabkan oleh pendayagunaan abu ampas tebu guna bahan substitusi pada semen juga mampu menjadi isolator suhu yang baik karena kandungan  $Al_2O_3$  atau aluminium oksida pada abu ampas tebu memiliki kapasitas ketahanan panas yang besar (Puspitasari, 2018). Selain itu, Hal tersebut juga disebabkan serbuk kaca sebagai bahan substitusi pasir mampu meningkatkan kinerja insulasi termal (Flores-Alés et al., 2020).

#### 4.6 Analisa Hasil Seluruh Pengujian Mortar Plesteran

Berdasarkan seluruh pengujian yang telah dilakukan pada mortar plesteran dengan substitusi masing-masing 0%, 5%, 10%, dan 15% abu ampas tebu dan serbuk kaca diperoleh hasil nilai tertinggi terdapat pada

variasi B pada pengujian kuat tekan, variasi D pada pengujian serap suara dan insulasi termal, serta nilai terendah daya serap air terdapat pada variasi B. Pada hasil pengujian kuat tekan terjadi penurunan seiring peningkatan kadar substitusi abu ampas tebu dan serbuk kaca. Hal tersebut disebabkan oleh sifat kaca yang tidak memiliki daya serap, kedap air, dan cenderung licin membuat kaca menjadi material yang mudah rapuh (Rahayu, 2024).

Pada pengujian daya serap air, hasil dari penelitian yang dilaksanakan lebih tinggi dari penelitian-penelitian yang pernah dilaksanakan sebelumnya. Namun, seiring meningkatnya kadar substitusi, abu ampas tebu dan serbuk kaca, daya serap air mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh pendayagunaan ampas tebu yang tinggi meningkatkan daya serap air mortar plesteran dan penggunaan limbah kaca yang mampu mereduksi daya serap air mortar plesteran sehingga seiring peningkatan kadar substitusi limbah kaca, terjadi penurunan daya serap air.

Pada penyerapan suara, hasil yang diperoleh lebih tinggi bila dibandingkan dengan peneliti terdahulu yang menggunakan *glasswool* dengan metode pengujian yang sama (Kusuma et al., 2024). Pada pengujian insulasi termal pun meski belum melampaui persentase penyerapan panas pada penelitian sebelumnya, hasil penyerapan panas atau insulasi termal yang diperoleh cukup signifikan untuk mengurangi panas pada ruangan. Berdasarkan hasil dari seluruh pengujian, dapat disimpulkan bahwa kadar optimum dalam penggunaan abu ampas tebu serta serbuk kaca sebagai substitusi semen maupun pasir pada mortar plesteran yaitu pada variasi D sebesar 15% substitusi masing-masing bahan. Meskipun kuat tekan yang dihasilkan termasuk paling rendah dibandingkan variasi lainnya, tetapi masih memenuhi standar mortar tipe N yang disyaratkan oleh SNI yaitu 5,2 Mpa.

#### **4.7 Analisis Perbandingan Biaya Pembuatan Mortar Plesteran**

Biaya dari masing-masing material merupakan biaya yang didapatkan dari acuan Harga Satuan Pekerjaan (HSP) Konstruksi Bidang Cipta Karya dan Perumahan Edisi Ke-2 Tahun 2024 pekerjaan plesteran 1 PC : 4 PP tebal 15 mm untuk ukuran 1 m<sup>2</sup>.

#### 4.7.1 Biaya Pembuatan Mortar Plesteran Variasi A per 1m<sup>2</sup>

**Tabel 4. 27** Analisis Biaya Mortar Plesteran Variasi A per 1m2

| Material       | Volume | Satuan | Harga Satuan<br>(Rp) | Harga Jumlah<br>(Rp) |
|----------------|--------|--------|----------------------|----------------------|
| Semen          | 9,450  | kg     | 1.410,00             | 13.324,50            |
| Pasir          | 16,800 | kg     | 833,00               | 13.994,40            |
| Air            | 4,583  | l      | 333,00               | 1.526,23             |
| Abu Ampas Tebu | 0,000  | kg     | -                    | -                    |
| Serbuk Kaca    | 0,000  | kg     | -                    | -                    |
| Sub Total      |        |        |                      | 28.845,13            |
| Alat (10%)     |        |        |                      | 2.884,51             |
| Upah (30%)     |        |        |                      | 8.653,54             |
| Total          |        |        |                      | 69.228,32            |

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil bahwa untuk pembuatan 1 m<sup>2</sup> mortar plesteran variasi A diperlukan biaya sebesar Rp69.228,32.

#### 4.7.2 Biaya Pembuatan Mortar Plesteran Variasi B per 1m<sup>2</sup>

**Tabel 4. 28** Analisis Biaya Mortar Plesteran Variasi B per 1m2

| Material       | Volume | Satuan | Harga Satuan<br>(Rp) | Harga Jumlah<br>(Rp) |
|----------------|--------|--------|----------------------|----------------------|
| Semen          | 8,978  | kg     | 1.410,00             | 12.658,28            |
| Pasir          | 15,960 | kg     | 833,00               | 13.294,68            |
| Air            | 4,583  | l      | 333,00               | 1.526,23             |
| Abu Ampas Tebu | 0,473  | kg     | -                    | -                    |
| Serbuk Kaca    | 0,840  | kg     | -                    | -                    |
| Sub Total      |        |        |                      | 27.479,19            |
| Alat (10%)     |        |        |                      | 2.747,92             |
| Upah (30%)     |        |        |                      | 8.243,76             |
| Total          |        |        |                      | 65.950,05            |

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil bahwa untuk pembuatan 1 m<sup>2</sup> mortar plesteran variasi B dengan 5% abu ampas tebu dan 5% serbuk limbah kaca diperlukan biaya sebesar Rp65.950,05.

#### 4.7.3 Biaya Pembuatan Mortar Plesteran Variasi C per 1m<sup>2</sup>

**Tabel 4. 29** Analisis Biaya Mortar Plesteran Variasi C per 1m<sup>2</sup>

| Material       | Volume | Satuan | Harga Satuan<br>(Rp) | Harga Jumlah<br>(Rp) |
|----------------|--------|--------|----------------------|----------------------|
| Semen          | 8,505  | kg     | 1.410,00             | 11.992,05            |
| Pasir          | 15,120 | kg     | 833,00               | 12.594,96            |
| Air            | 4,583  | l      | 333,00               | 1.526,23             |
| Abu Ampas Tebu | 0,945  | kg     | -                    | -                    |
| Serbuk Kaca    | 1,680  | kg     | -                    | -                    |
| Sub Total      |        |        |                      | 26.113,24            |
| Alat (10%)     |        |        |                      | 2.611,32             |
| Upah (30%)     |        |        |                      | 7.833,97             |
| Total          |        |        |                      | 62.671,78            |

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil bahwa untuk pembuatan 1 m<sup>2</sup> mortar plesteran variasi C dengan 10% abu ampas tebu dan 10% serbuk limbah kaca diperlukan biaya sebesar Rp62.671,78.

#### 4.7.4 Biaya Pembuatan Mortar Plesteran Variasi D per 1m<sup>2</sup>

**Tabel 4. 30** Analisis Biaya Mortar Plesteran Variasi D per 1m<sup>2</sup>

| Material       | Volume | Satuan | Harga Satuan<br>(Rp) | Harga Jumlah<br>(Rp) |
|----------------|--------|--------|----------------------|----------------------|
| Semen          | 8,033  | kg     | 1.410,00             | 11.325,83            |
| Pasir          | 14,280 | kg     | 833,00               | 11.895,24            |
| Air            | 4,583  | l      | 333,00               | 1.526,23             |
| Abu Ampas Tebu | 1,418  | kg     | -                    | -                    |
| Serbuk Kaca    | 2,520  | kg     | -                    | -                    |
| Sub Total      |        |        |                      | 24.747,30            |
| Alat (10%)     |        |        |                      | 2.474,73             |
| Upah (30%)     |        |        |                      | 7.424,19             |
| Total          |        |        |                      | 59.393,51            |

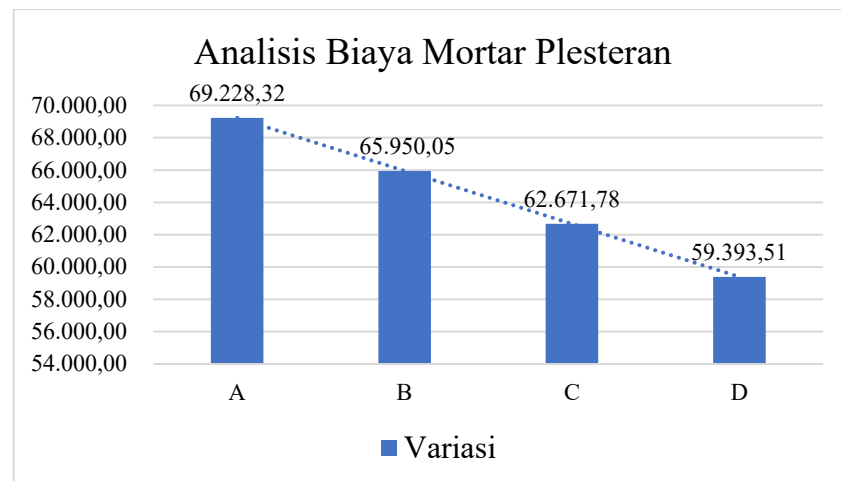
Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil bahwa untuk pembuatan 1 m<sup>2</sup> mortar plesteran variasi D dengan 15% abu ampas tebu dan 15% serbuk

limbah kaca diperlukan biaya sebesar Rp59.393,51. Secara keseluruhan hasil analisis biaya mortar plesteran dari variasi A, B, C dan D adalah sebagai berikut.

**Tabel 4. 31** Hasil Perhitungan Biaya Semua Variasi

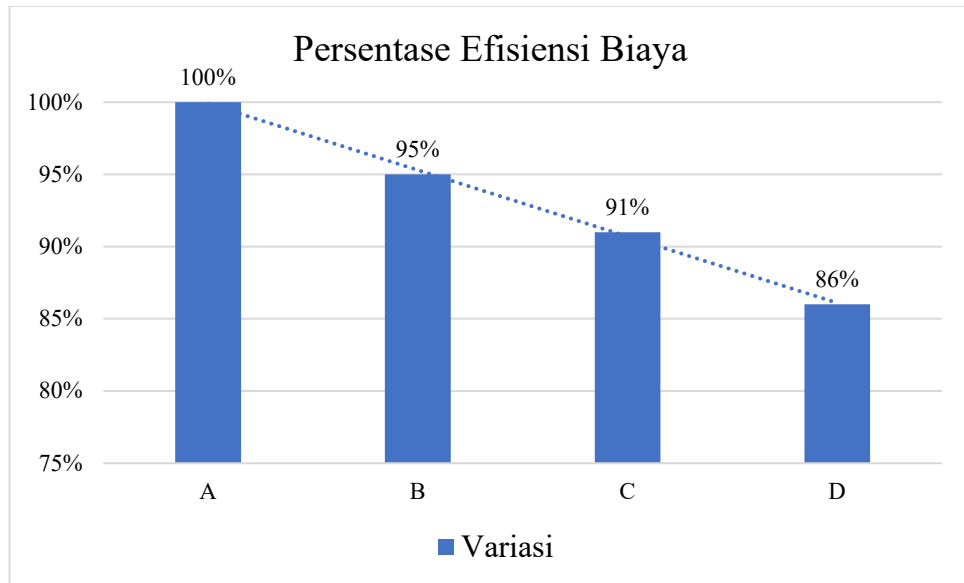
| No. | Variasi Sampel | Harga Jumlah (Rp) |
|-----|----------------|-------------------|
| 1   | A              | 69.228,32         |
| 2   | B              | 65.950,05         |
| 3   | C              | 62.671,78         |
| 4   | D              | 59.393,51         |

Hasil analisis perbandingan biaya mortar plesteran dari variasi A, B, C dan D disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



**Gambar 4. 13** Grafik Analisis Biaya Mortar Plesteran

Melalui grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa biaya mortar plesteran dari variasi A hingga D mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase substitusi dari semen dan pasir dengan abu ampas tebu dan serbuk limbah kaca. Hal ini dikarenakan penggunaan bahan substitusi tersebut merupakan bahan yang telah bersifat limbah sehingga tidak memerlukan biaya yang sebanding dengan semen dan pasir yang dijual di pasaran pada umumnya. Sedangkan untuk efisiensi biaya dari penggunaan substitusi bahan dibandingkan dengan mortar plesteran variasi A atau konvensional dapat dilihat pada grafik berikut.



**Gambar 4. 14** Grafik Persentase Efisiensi Biaya

Sesuai dengan hasil perbandingan biaya sebelumnya, terkait persentase efisiensi biaya dari substitusi yang dilakukan juga mengalami penurunan seiring dengan penambahan persentase untuk bahan substitusi semen dan pasir. Sehingga semakin banyaknya penggunaan substitusi bahan juga semakin minimal biaya yang perlu dikeluarkan untuk membuat 1m<sup>2</sup> mortar plesteran.