



Lampiran 1. Pengujian Berat Jenis Pasir

Hari/Tanggal : Senin, 4 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ember
- Perkakas uji kondisi agregat halus
- Gelas ukur
- Neraca keseimbangan berat

BAHAN PENGUJIAN

- Pasir
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Pasir sejumlah yang dibutuhkan direndam dalam ember yang berisi air selama ± 24 jam.
2. Pasir dikondisikan menjadi SSD yang dipastikan dengan uji kondisi agregat halus menggunakan perkakas uji kondisi agregat halus.
3. Pasir dipersiapkan menjadi lima sampel dengan berat 150 g per-sampel.
4. Setiap sampel pasir dimasukkan secara perlahan ke dalam gelas ukur yang berisi air dengan volume perkiraan untuk merendam seluruh butiran pasir, kemudian dipastikan tidak ada butiran pasir yang menempel di dinding dalam gelas ukur dan tidak ada gelembung udara di dalam air.
5. Berat jenis dihitung dengan persamaan berikut:

$$BJ_H = \frac{B_{SSD}}{(V_B - V_A)}$$

di mana

BJ_H : berat jenis

B_{SSD} : berat pasir dalam kondisi SSD (g)

V_A : volume air di dalam gelas ukur setelah dimasuki oleh pasir (ml)

V_B : volume air di dalam gelas ukur sebelum dimasuki oleh pasir (ml)

HASIL PENGUJIAN

$$BJ_H 1 = \frac{150.0}{(204 - 150)} = 2.78$$

$$BJ_H 2 = \frac{150.1}{(206 - 150)} = 2.68$$

$$BJ_H 3 = \frac{150.7}{(208 - 150)} = 2.60$$

$$BJ_H 4 = \frac{150.2}{(206 - 150)} = 2.68$$

$$BJ_H 5 = \frac{150.6}{(204 - 150)} = 2.79$$

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 2. Pengujian Berat Jenis Batu Pecah

Hari/Tanggal : Senin/4 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ember
- Kain lap
- Gelas ukur
- Neraca keseimbangan berat

BAHAN PENGUJIAN

- Batu pecah
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Batu pecah sejumlah yang dibutuhkan direndam dalam ember yang berisi air selama ± 24 jam.
2. Batu pecah dikondisikan menjadi SSD dengan cara air yang berada di permukaan butiran batu pecah dihilangkan menggunakan kain lap.
3. Batu pecah dipersiapkan menjadi lima sampel dengan berat 150 g per-sampel menggunakan neraca keseimbangan berat.
4. Setiap sampel batu pecah dimasukkan secara perlahan ke dalam gelas ukur yang berisi air dengan volume perkiraan untuk merendam seluruh butiran batu pecah, kemudian dipastikan tidak ada gelembung udara di dalam air.
5. Berat jenis dihitung dengan persamaan berikut:

$$BJ_K = \frac{B_{SSD}}{(V_B - V_A)}$$

di mana

BJ_K : berat jenis

B_{SSD} : berat pasir dalam kondisi SSD (g)

V_A : volume air di dalam gelas ukur setelah dimasuki oleh batu pecah (ml)

V_B : volume air di dalam gelas ukur sebelum dimasuki oleh batu pecah (ml)

HASIL PENGUJIAN

$$BJ_K 1 = \frac{150.4}{(210 - 150)} = 2.51$$

$$BJ_K 2 = \frac{150.4}{(212 - 150)} = 2.42$$

$$BJ_K 3 = \frac{150.6}{(212 - 150)} = 2.43$$

$$BJ_K 4 = \frac{150.0}{(210 - 150)} = 2.50$$

$$BJ_K 5 = \frac{151.1}{(210 - 150)} = 2.52$$

$$BJ_K = \frac{(2.51 + 2.42 + 2.43 + 2.50 + 2.52)}{5} = 2.48$$

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 3. Pengujian Berat Jenis Abu Terbang

Hari/Tanggal : Selasa/5 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ember
- Perkakas uji kondisi agregat halus
- Gelas ukur
- Neraca keseimbangan berat

BAHAN PENGUJIAN

- Abu terbang
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Abu terbang sejumlah yang dibutuhkan direndam dalam ember yang berisi air selama ± 24 jam.
2. Abu terbang dikondisikan menjadi SSD yang dipastikan dengan uji kondisi agregat halus menggunakan perkakas uji kondisi agregat halus.
3. Abu terbang dipersiapkan menjadi lima sampel dengan berat 150 g per-sampel menggunakan neraca keseimbangan berat.
4. Setiap sampel abu terbang dimasukkan secara perlahan ke dalam gelas ukur yang berisi air dengan volume perkiraan untuk merendam seluruh butiran Abu terbang, kemudian dipastikan tidak ada butiran abu terbang yang menempel di dinding dalam gelas ukur dan tidak ada gelembung udara di dalam air.
5. Berat jenis dihitung dengan persamaan berikut:

$$BJ_{AT} = \frac{B_{SSD}}{(V_B - V_A)}$$

di mana

BJ_{AT} : berat jenis

B_{SSD} : berat pasir dalam kondisi SSD (g)

V_A : volume air di dalam gelas ukur setelah dimasuki oleh batu pecah (ml)

V_B : volume air di dalam gelas ukur sebelum dimasuki oleh batu pecah (ml)

HASIL PENGUJIAN

$$BJ_{AT} 1 = \frac{150.1}{(278 - 200)} = 1.93$$

$$BJ_{AT} 2 = \frac{150.1}{(279 - 200)} = 1.91$$

$$BJ_{AT} 3 = \frac{150.3}{(278 - 200)} = 1.92$$

$$BJ_{AT} 4 = \frac{150.1}{(277 - 200)} = 1.94$$

$$BJ_{AT} 5 = \frac{150.2}{(278 - 200)} = 1.93$$

$$BJ_{AT} = \frac{(1.93 + 1.91 + 1.92 + 1.94 + 1.93)}{5} = 1.93$$

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 4. Pengujian Kadar Air Pasir

Hari/Tanggal : Selasa/5 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ember
- Perkakas uji kondisi agregat halus
- Neraca keseimbangan berat
- Oven

BAHAN PENGUJIAN

- Pasir
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Pasir sejumlah yang dibutuhkan direndam dalam ember yang berisi air selama ± 24 jam.
2. Pasir dikondisikan menjadi SSD yang dipastikan dengan uji kondisi agregat halus menggunakan perkakas uji kondisi agregat halus.
3. Pasir dipersiapkan menjadi lima sampel dengan berat 300 g per-sampel menggunakan neraca keseimbangan berat.
4. Seluruh sampel pasir dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama ± 24 jam.
5. Berat setiap sampel pasir dalam kondisi kering pori diukur menggunakan neraca keseimbangan berat.
6. Kadar air pasir dihitung dengan persamaan berikut:

$$KA_H = \left(\frac{B_{SSD} - B_k}{B_{SSD}} \right) \times 100\%$$

di mana

KA_H : kadar air

B_{SSD} : berat pasir dalam kondisi SSD (g)

B_k : berat pasir dalam kondisi kering pori (g)

HASIL PENGUJIAN

$$KA_H 1 = \frac{(300 - 286)}{300} \times 100 = 4.67\%$$

$$KA_H 2 = \frac{(300 - 294)}{300} \times 100 = 2\%$$

$$KA_H 3 = \frac{(300 - 294)}{300} \times 100 = 2\%$$

$$KA_H 4 = \frac{(300 - 299)}{300} \times 100 = 0.33\%$$

$$KA_H 5 = \frac{(300 - 297)}{300} \times 100 = 1\%$$

$$KA_H = \frac{(4.67 + 2 + 2 + 0.33 + 1)}{5} = 1.99\%$$

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 5. Pengujian Kadar Air Batu Pecah

Hari/Tanggal : Selasa/5 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ember
- Kain lap
- Neraca keseimbangan berat
- Oven

BAHAN PENGUJIAN

- Batu pecah
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Batu pecah sejumlah yang dibutuhkan direndam dalam ember yang berisi air selama ± 24 jam.
2. Batu pecah dikondisikan menjadi SSD dengan cara air yang berada di permukaan butiran batu pecah dihilangkan menggunakan kain lap.
3. Batu pecah dipersiapkan menjadi lima sampel dengan berat 500 g per-sampel menggunakan neraca keseimbangan berat.
4. Seluruh sampel batu pecah dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama ± 24 jam.
5. Berat setiap sampel batu pecah dalam kondisi kering pori diukur menggunakan neraca keseimbangan berat.
6. Kadar air batu pecah dihitung dengan persamaan berikut:

$$KA_K = \left(\frac{B_{SSD} - B_k}{B_{SSD}} \right) \times 100\%$$

di mana

KA_K : kadar air

B_{SSD} : berat batu pecah dalam kondisi SSD (g)

B_k : berat batu pecah dalam kondisi kering pori (g)

HASIL PENGUJIAN

$$KA_K 1 = \frac{(500 - 484)}{500} \times 100 = 3.2\%$$

$$KA_K 2 = \frac{(500 - 490)}{500} \times 100 = 2\%$$

$$KA_K 3 = \frac{(500 - 487)}{500} \times 100 = 2.6\%$$

$$KA_K 4 = \frac{(500 - 488)}{500} \times 100 = 2.4\%$$

$$KA_K 5 = \frac{(500 - 490)}{500} \times 100 = 2\%$$

$$KA_K = \frac{(3.2 + 2 + 2.6 + 2.4 + 2)}{5} = 2.44\%$$

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 6. Pengujian Kadar Air Abu Terbang

Hari/Tanggal : Rabu/6 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ember
- Perkakas uji kondisi agregat halus
- Neraca keseimbangan berat
- Oven

BAHAN PENGUJIAN

- Abu terbang
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Abu terbang sejumlah yang dibutuhkan direndam dalam ember yang berisi air selama ± 24 jam.
2. Abu terbang dikondisikan menjadi SSD yang dipastikan dengan uji kondisi agregat halus menggunakan perkakas uji kondisi agregat halus.
3. Abu terbang dipersiapkan menjadi lima sampel dengan berat 150 g per-sampel menggunakan neraca keseimbangan berat.
4. Seluruh sampel abu terbang dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama ± 24 jam.
5. Berat setiap sampel abu terbang dalam kondisi kering pori diukur menggunakan neraca keseimbangan berat.
6. Kadar air abu terbang dihitung dengan persamaan berikut:

$$KA_{AT} = \left(\frac{B_{SSD} - B_k}{B_{SSD}} \right) \times 100\%$$

di mana

KA_{AT} : kadar air

B_{SSD} : berat abu terbang dalam kondisi SSD (g)

B_k : berat abu terbang dalam kondisi kering pori (g)

HASIL PENGUJIAN

$$KA_{AT\ 1} = \frac{(150 - 110)}{150} \times 100 = 26.67\%$$

$$KA_{AT\ 2} = \frac{(150 - 110)}{150} \times 100 = 26.67\%$$

$$KA_{AT\ 3} = \frac{(150 - 110)}{150} \times 100 = 26.67\%$$

$$KA_{AT\ 4} = \frac{(150 - 110)}{150} \times 100 = 26.67\%$$

$$KA_{AT\ 5} = \frac{(150 - 110)}{150} \times 100 = 26.67\%$$

$$KA_{AT} = \frac{(26.67 + 26.67 + 26.67 + 26.67 + 26.67)}{5} = 26.67\%$$

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 7. Pengujian Gradasi Pasir

Hari/Tanggal : Kamis/7 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ayakan gradasi
- Neraca Ohaus
- Neraca keseimbangan berat
- Mesin gradasi
- Oven

BAHAN PENGUJIAN

- Pasir
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Pasir sejumlah yang dibutuhkan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama ± 24 jam.
2. Pasir dipersiapkan menjadi dua sampel dengan berat 1000 g per-sampel.
3. Setiap sampel pasir dimasukkan ke dalam ayakan gradasi kemudian ayakan diletakkan pada mesin gradasi
4. Mesin gradasi dioperasikan selama tiga menit, kemudian ayakan gradasi diputar secara horizontal dengan sudut 90° , kemudian mesin gradasi dioperasikan kembali selama dua menit.
5. Setiap butiran pasir yang terdapat di atas ayakan tertentu dikeluarkan kemudian diukur beratnya menggunakan neraca Ohaus dan neraca keseimbangan berat.
6. Persentase butiran batu pecah yang lolos ayakan tertentu dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$lk_x = 100 - tk_x$$

dengan

$$tk_x = tk_{x+1} + t_x$$

di mana

lk_x : persentase butiran pasir kumulatif yang lolos dari ayakan ke-x

tk_x : persentase butiran pasir kumulatif yang tertahan di ayakan ke-x

tk_{x+1} : persentase butiran pasir kumulatif yang tertahan di satu ayakan atas ayakan ke-x

t_x : persentase butiran pasir dari dua sampel yang tertahan di ayakan ke-x

7. Zona pasir ditetapkan menurut SNI 03-2834-2000, kemudian modulus halus butir pasir dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$FM = \frac{\sum tk_x}{100}$$

di mana

FM : Modulus halus butir pasir

HASIL PENGUJIAN

Lubang Ayakan (mm)	Sisa Ayakan (g)	Persentase Sisa Ayakan	Persentase Sisa Ayakan Komulatif	Persentase Lolos Ayakan Komulatif
9.6	0	0	0	100
4.8	0	0	0	100
2.4	97.2	5	5	95
1.2	328	16	21	79
0.6	596	30	51	49
0.3	375	19	69	31
0.15	493	24	94	6
0	125.5	6	100	0
Total	2014.7	100	240	

Pasir masuk ke dalam Zona 2 dengan modulus halus butir 2.40 yang memenuhi syarat SK SNI S-04-1989-F.

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 8. Pengujian Gradasi Batu Pecah

Hari/Tanggal : Jumat/8 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ayakan gradasi
- Neraca Ohaus
- Neraca keseimbangan berat
- Mesin gradasi
- Oven

BAHAN PENGUJIAN

- Batu pecah
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Batu pecah sejumlah yang dibutuhkan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama ± 24 jam.
2. Batu pecah dipersiapkan menjadi dua sampel dengan berat 1000 g per-sampel.
3. Setiap sampel batu pecah dimasukkan ke dalam ayakan gradasi kemudian ayakan diletakkan pada mesin gradasi
4. Mesin gradasi dioperasikan selama tiga menit, kemudian ayakan gradasi diputar secara horizontal dengan sudut 90° , kemudian mesin gradasi dioperasikan kembali selama dua menit.
5. Setiap butiran batu pecah yang terdapat di atas ayakan tertentu dikeluarkan kemudian diukur beratnya menggunakan neraca Ohaus dan neraca keseimbangan berat.
6. Persentase butiran batu pecah yang lolos ayakan tertentu dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$lk_x = 100 - tk_x$$

dengan

$$tk_x = tk_{x+1} + t_x$$

di mana

lk_x : persentase butiran batu pecah kumulatif yang lolos dari ayakan ke-x

tk_x : persentase butiran batu pecah kumulatif yang tertahan di ayakan ke-x

tk_{x+1} : persentase butiran batu pecah kumulatif yang tertahan di satu ayakan atas ayakan ke-x

t_x : persentase butiran batu pecah dari dua sampel yang tertahan di ayakan ke-x

7. Ukuran agregat maksimum ditetapkan menurut SNI 03-2834-2000, kemudian modulus halus butir batu pecah dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$FM = \frac{\sum tk_x}{100}$$

di mana

FM : Modulus halus butir

HASIL PENGUJIAN

Lubang Ayakan (mm)	Sisa Ayakan (g)	Persentase Sisa Ayakan	Persentase Sisa Ayakan Komulatif	Persentase Lolos Ayakan Komulatif
76.2	0	0	0	100
38.1	0	0	0	100
25	0	0	0	100
19.1	334.1	16	16	84
12.5	481	23	39	61
9.6	1216	58	96	4
4.8	68.1	3	100	0
2.4	3.7	0	100	0
1.2	0.6	0	100	0
0.6	0.7	0	100	0
0.3	0.8	0	100	0

Lubang Ayakan (mm)	Sisa Ayakan (g)	Persentase Sisa Ayakan	Persentase Sisa Ayakan Komulatif	Persentase Lolos Ayakan Komulatif
0.15	0.2	0	100	0
0	0.5	0	100	0
Total	2105.7	100	750	

Ukuran maksimum agregat ditetapkan 20 mm karena gradasi batu pecah tidak memenuhi seluruh syarat SNI 03-2834-2000 dengan modulus halus butir 7.50 yang juga tidak memenuhi syarat SK SNI S-04-1989-F.

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 9. Pengujian Gradasi Abu Terbang

Hari/Tanggal : Jumat/8 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ayakan gradasi
- Neraca Ohaus
- Neraca keseimbangan berat
- Mesin gradasi
- Oven

BAHAN PENGUJIAN

- Abu terbang
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Abu terbang sejumlah yang dibutuhkan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama ± 24 jam.
2. Abu terbang dipersiapkan menjadi dua sampel dengan berat 100 g per-sampel.
3. Setiap sampel abu terbang dimasukkan ke dalam ayakan gradasi kemudian ayakan diletakkan pada mesin gradasi
4. Mesin gradasi dioperasikan selama tiga menit, kemudian ayakan gradasi diputar secara horizontal dengan sudut 90° , kemudian mesin gradasi dioperasikan kembali selama dua menit.
5. Setiap butiran abu terbang yang terdapat di atas ayakan tertentu dikeluarkan kemudian diukur beratnya menggunakan neraca Ohaus dan neraca keseimbangan berat.
6. Persentase butiran abu terbang yang lolos ayakan tertentu dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$lk_x = 100 - tk_x$$

dengan

$$tk_x = tk_{x+1} + t_x$$

di mana

lk_x : persentase butiran abu terbang kumulatif yang lolos dari ayakan ke-x

tk_x : persentase butiran abu terbang kumulatif yang tertahan di ayakan ke-x

tk_{x+1} : persentase butiran abu terbang kumulatif yang tertahan di satu ayakan
atas ayakan ke-x

t_x : persentase butiran abu terbang dari dua sampel yang tertahan di ayakan
ke-x

7. Jumlah *binder* ditetapkan berdasarkan persentase butiran abu terbang yang lolos ayakan 0.15 mm, kemudian modulus halus butir pasir dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$FM = \frac{\sum tk_x}{100}$$

di mana

fm : modulus halus butir

HASIL PENGUJIAN

Lubang Ayakan (mm)	Sisa Ayakan (g)	Persentase Sisa Ayakan	Persentase Sisa Ayakan Komulatif	Persentase Lolos Ayakan Komulatif
9.6	0	0	0	100
4.8	2.3	1	1	99
2.4	3.2	2	3	97
1.2	1.3	1	3	97
0.6	4.6	2	6	94
0.3	22.6	11	17	83
0.15	96.6	49	66	34
0	97	34	100	0
Total	197.6	100	96	

Abu terbang memiliki *binder* sebanyak 34% dengan modulus halus butir 0.96.

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 10. Pengujian Kadar Lumpur Pasir

Hari/Tanggal : Senin/11 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Gelas ukur

BAHAN PENGUJIAN

- Pasir
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Pasir dari tempat penyimpanan sebanyak lima sampel dalam gelas ukur dengan volume 105 ± 3 ml per-sampel.
2. Setiap gelas ukur diisi air dengan volume yang dapat merendam seluruh butiran pasir.
3. Setiap gelas ukur dikocok selama 30 detik.
4. Butiran pasir yang menempel di dinding dalam gelas ukur dibersihkan menggunakan air tambahan secukupnya.
5. Setiap sampel pasir yang berada di dalam gelas ukur dibiarkan mengendap selama ± 24 jam.
6. Kadar lumpur pasir dihitung dengan persamaan berikut:

$$D = \frac{v_L}{(v_P + v_L)} \times 100$$

di mana

D : kadar lumpur pasir (%)

v_L : volume lumpur yang berada di atas pasir di dalam gelas ukur (ml)

v_P : volume pasir di dalam gelas ukur (ml)

HASIL PENGUJIAN

$$D_1 = \frac{2}{(104 + 2)} \times 100 = 1.89\%$$

$$D_2 = \frac{2}{(102 + 2)} \times 100 = 1.92\%$$

$$D_3 = \frac{2}{(106 + 2)} \times 100 = 1.85\%$$

$$D_4 = \frac{2}{(106 + 2)} \times 100 = 1.85\%$$

$$D_5 = \frac{2}{(104 + 2)} \times 100 = 1.89\%$$

$$D = \frac{(1.89 + 1.92 + 1.85 + 1.85 + 1.89)}{5} = 1.88\%$$

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 11. Pengujian Kekerasan Batu Pecah

Hari/Tanggal : Senin/11 Februari 2019

ALAT PENGUJIAN

- Ember
- Ayakan 20, 15, dan 1.7 mm
- Ayakan pencuci
- Neraca keseimbangan berat
- Oven
- Mesin Los Angeles

BAHAN PENGUJIAN

- Batu pecah
- Air

PROSEDUR PENGUJIAN

1. Batu pecah berukuran butiran yang lolos dari ayakan 20 mm dan tertinggal di ayakan 15 mm dipersiapkan seberat yang dibutuhkan, kemudian dibersihkan dari kotoran menggunakan ayakan pencuci dan air.
2. Batu pecah yang telah diayak dan dicuci dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama ± 24 jam.
3. Batu pecah dalam kondisi kering pori dipersiapkan sebanyak dua sampel dengan berat 5000 g per-sampel.
4. Setiap sampel batu pecah dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles, kemudian mesin Los Angeles dioperasikan sebanyak 500 putaran.
5. Sampel batu pecah terabrasi diayak menggunakan ayakan 1.7 mm, kemudian butiran batu pecah yang tertahan dicuci menggunakan air.
6. Butiran batu pecah tertahan ayakan 1.7 mm yang telah dicuci dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ selama ± 24 jam.

7. Berat batu pecah dalam keadaan kering pori diukur menggunakan neraca keseimbangan berat.
8. Bagian per-sampel batu pecah yang hancur dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$C = \left(\frac{B_A - B_B}{B_A} \right) \times 100\%$$

di mana

C : persentase

B_A : berat batu pecah sebelum terabrasi (g)

B_B : berat batu pecah setelah terabrasi (g)

HASIL PENGUJIAN

$$C_1 = \frac{(5000 - 2640)}{5000} \times 100 = 47.20\%$$

$$C_2 = \frac{(5000 - 2556)}{5000} \times 100 = 47.88\%$$

$$C = \frac{(47.20 + 47.88)}{2} = 48.02\%$$

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

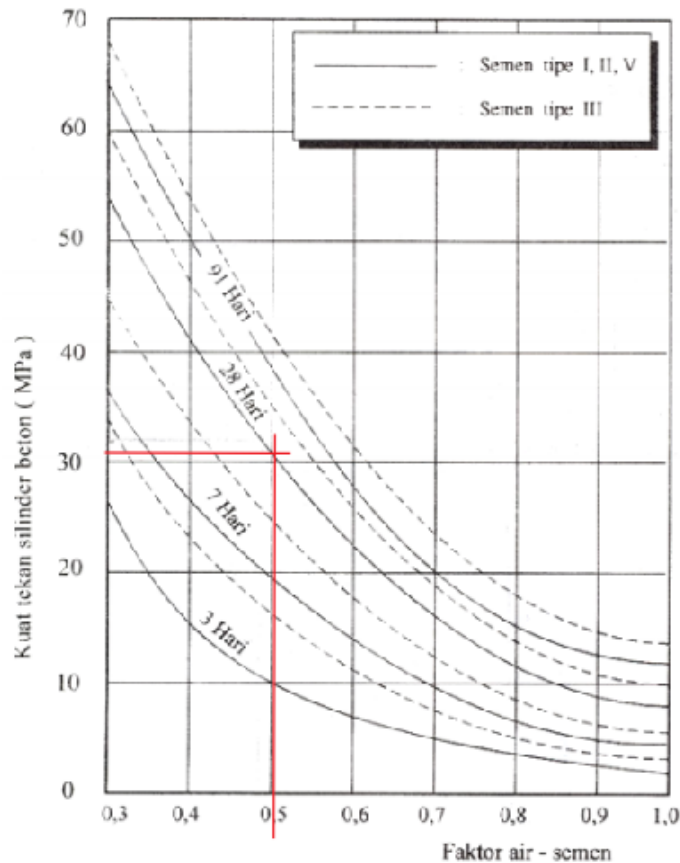
Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501

Lampiran 12. Perancangan Campuran Beton Segar

BETON KONTROL (0%: SNI 03-2834-2000)

1. Menetapkan kuat tekan rata-rata perlu, f_{cr}
 - Kuat tekan disyaratkan, $f_c' = 31$ MPa
2. Menetapkan nilai Faktor Air Semen, FAS
 - Jenis semen: Tipe I
 - Umur perawatan: 28 hari



$FAS: 0.500$

3. Menentukan jumlah kebutuhan air, A
 - Nilai *slump*: 120 mm
 - Ukuran agregat maksimum: 20 mm
 - Jenis agregat halus: Alami

- Jenis agregat kasar: Batu pecah

$$A = 0.67 \times A_h + 0.33 \times A_k$$

Perkiraan Kebutuhan Air untuk setiap Meter Kubik Beton (*liter*)

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

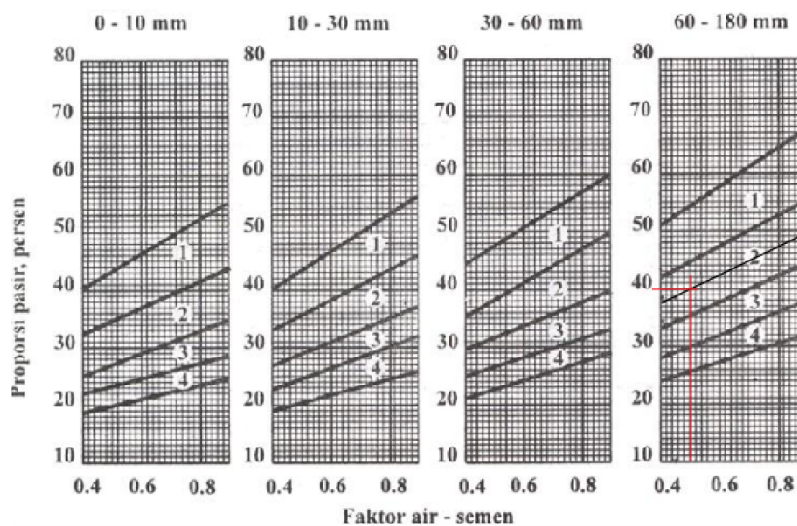
$$A = 0.67 \times 195 + 0.33 \times 225 = 204.90 \text{ ltr/m}^3$$

- Menghitung kebutuhan semen, S_k

$$S_k = A/FAS = 204.90/0.500 = 409.80 \text{ kg/m}^3$$

- Menentukan perbandingan agregat halus terhadap agregat campuran, P_k

- Daerah gradasi agregat halus: Zona 2



Gambar 7. Grafik Presentasi Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran dengan Ukuran Butir Maksimum 20 mm

P_k : 40% agregat campuran

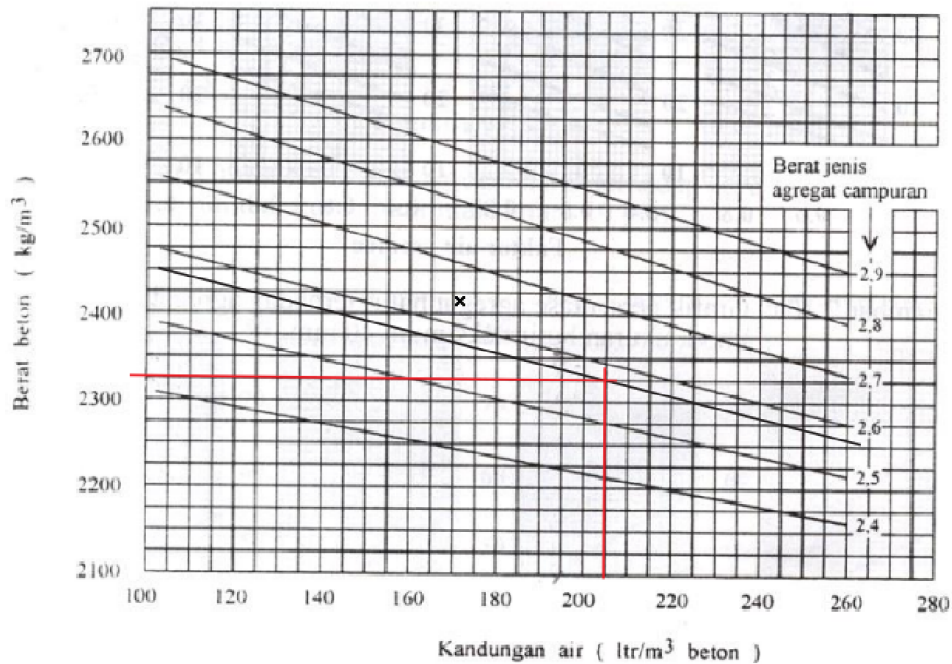
- Menghitung berat jenis campuran, BJ_{camp}

- Berat jenis agregat halus: 2.71

- Berat jenis agregat kasar: 2.48

$$BJ_{camp} = P_k / 100 \times BJ_h + K_k / 100 \times BJ_k = 40/100 \times 2.71 + 60/100 \times 2.48 = 2.57$$

7. Menentukan berat campuran beton segar, B_{bk}



$$B_{bk}: 2325.00 \text{ kg/m}^3$$

8. Menghitung kebutuhan agregat campuran, A_{camp}

$$A_{camp} = B_{bk} - S_k - A_k = 2325.00 - 409.80 - 204.90 = 1710.30 \text{ kg/m}^3$$

9. Menghitung kebutuhan agregat halus, P_k

$$P_k = 0.40 \times A_{camp} = 0.40 \times 1710.30 = 684.12 \text{ kg/m}^3$$

10. Menghitung kebutuhan agregat kasar, K_k

$$K_k = A_{camp} - P_k = 1710.30 - 684.12 = 1026.18 \text{ kg/m}^3$$

11. Rekapitulasi kebutuhan material campuran

Semen: 409.80 kg/m³

Pasir: 684.12 kg/m³

Kerikil: 1026.18 kg/m³

Air: 204.90 ltr/m³

- Perbandingan

$$S_k: P_k: K_k: FAS = 1.00: 1.67: 2.50: 0.500$$

SPP (20%, 35%, 50%)

1. Menghitung nilai *cementing efficiency*, k (Yeh, 2013)

$$k = 1.25 + 0.140 \times \ln T - 3.9 \times R + 2.75 \times R^2$$

$$k_{20\%} = 1.25 + 0.140 \times \ln 28 - 3.9 \times 0.20 + 2.75 \times 0.20^2 = 1.05$$

$$k_{35\%} = 1.25 + 0.140 \times \ln 28 - 3.9 \times 0.35 + 2.75 \times 0.35^2 = 0.69$$

$$k_{50\%} = 1.25 + 0.140 \times \ln 28 - 3.9 \times 0.50 + 2.75 \times 0.50^2 = 0.45$$

2. Menghitung nilai fraksi bahan pengikat, p (Parshwanath dan Parukutty, 2013)

$$p = At/(S + At)$$

$$p_{20\%} = 0.20/(1 + 0.20) = 0.17$$

$$p_{35\%} = 0.35/(1 + 0.35) = 0.26$$

$$p_{50\%} = 0.50/(1 + 0.50) = 0.33$$

3. Menghitung nilai Faktor Air Binder, FAB (Parshwanath dan Parukutty, 2013)

$$FAB = FAS \times [(1 - p) + k \times p]$$

$$FAB_{20\%} = 0.500 \times [(1 - 0.17) + 1.05 \times 0.17] = 0.504$$

$$FAB_{35\%} = 0.500 \times [(1 - 0.26) + 0.69 \times 0.26] = 0.459$$

$$FAB_{50\%} = 0.500 \times [(1 - 0.33) + 0.45 \times 0.33] = 0.409$$

4. Menghitung perbandingan kebutuhan material (Parshwanath dan Parukutty, 2013)

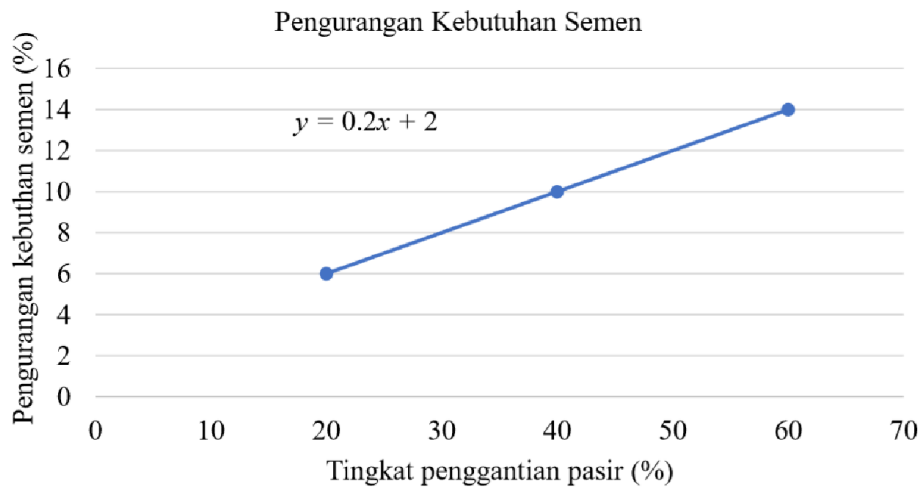
$$[S_{at}: At]: (P_k - At): K_{at}: FAB = [S_{at}: At]: P_{at}: K_{at}: FAB$$

$$20\% = [1.00: 0.20]: (1.67 - 0.20): 2.50: 0.50 = [1.00: 0.20]: 1.47: 2.50: 0.504$$

$$35\% = [1.00: 0.35]: (1.67 - 0.35): 2.50: 0.46 = [1.00: 0.35]: 1.32: 2.50: 0.459$$

$$50\% = [1.00: 0.50]: (1.67 - 0.50): 2.50: 0.41 = [1.00: 0.50]: 1.17: 2.50: 0.409$$

5. Menentukan persentase pengurangan kebutuhan semen, y (Parshwanath dan Parukutty, 2013)



$$y_{20\%} = 0.20 \times 20 + 2 = 6\%$$

$$y_{35\%} = 0.20 \times 35 + 2 = 9\%$$

$$y_{50\%} = 0.20 \times 50 + 2 = 12\%$$

6. Menghitung kebutuhan material (Parshwanath dan Parukutty, 2013)

a. Semen = $S_k - (y \times S_k)$

b. Abu terbang = $At \times S_{at}$

c. Pasir = $P_{at} \times S_{at}$

d. Kerikil = $K_{at} \times S_{at}$

e. Air = $FAB \times (At + S_{at})$

- 20% ([1.00: 0.20]: 1.47: 2.50: 0.504)

Semen: $409.80 - (0.06 \times 409.80) = 385.21 \text{ kg/m}^3$

Abu terbang: $0.20 \times 385.21 = 77.04 \text{ kg/m}^3$

Pasir: $1.47 \times 385.21 = 566.26 \text{ kg/m}^3$

Kerikil: $2.50 \times 385.21 = 963.02 \text{ kg/m}^3$

Air: $0.504 \times (77.04 + 385.21) = 232.97 \text{ ltr/m}^3$

- 35% ([1.00: 0.35]: 1.32: 2.50: 0.46)

Semen: $409.80 - (0.09 \times 409.80) = 372.92 \text{ kg/m}^3$

Abu terbang: $0.35 \times 372.92 = 130.52 \text{ kg/m}^3$

Pasir: $1.32 \times 372.92 = 492.25 \text{ kg/m}^3$

Kerikil: $2.50 \times 372.92 = 932.30 \text{ kg/m}^3$

Air: $0.459 \times (130.52 + 372.92) = 231.08 \text{ ltr/m}^3$

- 50% ([1.00: 0.50]: 1.17: 2.50: 0.41)

$$\text{Semen: } 409.80 - (0.12 \times 409.80) = 360.62 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Abu terbang: } 0.50 \times 360.62 = 180.31 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pasir: } 1.17 \times 360.62 = 421.92 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kerikil: } 2.50 \times 360.62 = 901.55 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Air: } 0.409 \times (180.31 + 360.62) = 221.24 \text{ ltr/m}^3$$

REKAPITULASI RANCANGAN CAMPURAN BETON

Data Campuran	SPP1	SPP2	SPP3	SPP4
Tingkat penggantian pasir, %	0	20	35	50
k (1)	-	1.05	0.69	0.45
p (2)	-	0.17	0.26	0.33
FAB (3)	0.500	0.504	0.459	0.409
Semen, kg/m^3 (6.a)	409.80	385.21	372.92	360.62
Abu terbang, kg/m^3 (6.b)	0.00	77.04	130.52	180.31
Pasir, kg/m^3 (6.c)	684.12	566.26	492.25	421.92
Kerikil, kg/m^3 (6.d)	1026.18	963.02	932.30	901.55
Air, ltr/m^3 (6.e)	204.90	232.97	231.08	221.24
Berat campuran (kg/m^3)	2325.00	2224.50	2159.07	2085.64
Perubahan kebutuhan semen (%)	0	-6	-9	-12
Perubahan kebutuhan pasir (%)	0	-17	-28	-38
Perubahan kebutuhan kerikil (%)	0	-6	-9	-12
Perubahan kebutuhan air (%)	0	13	11	7
Perubahan berat campuran (%)	0	-4	-7	-10



Lampiran 13. Pengujian Porositas Semu Beton

PROSEDUR PENELITIAN

1. Lepaskan sejumlah tiga spesimen dari cetakan silinder ketika umur benda uji 1 hari, kemudian rendam spesimen di dalam bak air hingga umur benda uji 28 hari.
2. Keluarkan spesimen dari dalam bak air pada umur benda uji 28 hari.
3. Timbang spesimen dalam keadaan SSD (B_{SSD}).
4. Masukkan spesimen tersebut ke dalam oven pada suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
5. Setelah 24 jam, keluarkan spesimen tersebut untuk ditimbang beratnya (B_k).

$$P = \frac{(B_{SSD} - B_k)}{B_k} \times 100\%$$

dimana

P : Nilai porositas semu (%)

B_{SSD} : Berat benda uji kondisi SSD (g)

B_k : Berat benda uji kondisi kering oven (g)

HASIL PENGUJIAN

a. Benda Uji SPP1 (0%)

Hari/Tanggal Pembuatan : Senin/25 Maret 2019

Hari/Tanggal Pengujian : Senin/22 April 2019

$$P_1 = \frac{(3788 - 3565)}{3565} \times 100\% = 6,26\%$$

$$P_2 = \frac{(3825 - 3576)}{3576} \times 100\% = 6,96\%$$

$$P_3 = \frac{(3798 - 3567)}{3567} \times 100\% = 6,48\%$$

$$P = \frac{6,26 + 6,96 + 6,48}{3} \times 100\% = 6,56\%$$

b. Benda Uji SPP2 (20%)

Hari/Tanggal Pembuatan : Jumat/22 Maret 2019

Hari/Tanggal Pengujian : Kamis/18 April 2019

$$P_1 = \frac{(3615 - 3480)}{3480} \times 100\% = 3,88\%$$

$$P_2 = \frac{(3702 - 3499)}{3499} \times 100\% = 5,80\%$$

$$P_3 = \frac{(3674 - 3485)}{3485} \times 100\% = 5,42\%$$

$$P = \frac{3,88 + 5,80 + 5,42}{3} \times 100\% = 5,03\%$$

c. Benda Uji SPP3 (35%)

Hari/Tanggal Pembuatan : Jumat/29 Maret 2019

Hari/Tanggal Pengujian : Jumat/26 April 2019

$$P_1 = \frac{(3700 - 3480)}{3480} \times 100\% = 6,32\%$$

$$P_2 = \frac{(3699 - 3485)}{3485} \times 100\% = 6,14\%$$

$$P_3 = \frac{(3642 - 3460)}{3460} \times 100\% = 5,26\%$$

$$P = \frac{6,32 + 6,14 + 5,26}{3} \times 100\% = 5,91\%$$

d. Benda Uji SPP4 (50%)

Hari/Tanggal Pembuatan : Jumat/29 Maret 2019

Hari/Tanggal Pengujian : Jumat/26 April 2019

$$P_1 = \frac{(2440 - 2285)}{2285} \times 100\% = 6,78\%$$

$$P_2 = \frac{(2415 - 2256)}{2256} \times 100\% = 7,05\%$$

$$P_3 = \frac{(2425 - 2275)}{2275} \times 100\% = 6,59\%$$

$$P = \frac{6,78 + 7,05 + 6,59}{3} \times 100\% = 6,81\%$$

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501



Lampiran 14. Pengujian Sorptivitas Beton

PROSEDUR PENELITIAN

1. Lepaskan sejumlah tiga silinder beton dari cetakan silinder ketika umur benda uji 1 hari, kemudian rendam silinder beton di dalam bak air hingga umur benda uji 28 hari.
2. Keluarkan silinder beton dari dalam bak air pada umur benda uji 28 hari.
3. Potong silinder beton dengan ukuran sebagai berikut:
4. Untuk variasi SPP1, SPP2, dan SPP3 dipotong sepanjang 50 ± 3 mm. Tiap silinder beton didapatkan dua spesimen.
5. Untuk variasi SPP4 dipotong sepanjang 40 ± 2.5 mm. Tiap silinder beton didapatkan dua spesimen.
6. Letakkan spesimen selama 24 jam pada suhu ruang agar benda uji tidak jenuh air.
7. Masukkan spesimen tersebut ke dalam oven pada suhu $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 72 jam. Setelah 72 jam, keluarkan spesimen lalu bungkus spesimen menggunakan *plastic wrap* untuk mencegah udara bebas mengalir disekitar spesimen.
8. Simpan spesimen pada suhu $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ (asumsi suhu ruang 25°C) selama 15 hari. Setelah disimpan selama 15 hari, buka *plastic wrap* lalu lapisi seluruh permukaan spesimen dengan cat kedap air (kecuali sisi yang akan diuji). Diamkan selama 24 jam pada suhu ruang agar cat mengering sempurna.
9. Catat berat awal, tinggi spesimen, dan diameter sisi yang diuji. Untuk tinggi spesimen dan diameter sisi yang diuji diukur masing-masing dua kali.
10. Susun spesimen dan alat uji
11. Hitung waktu dengan *stopwatch* dan timbang berat spesimen pada dengan interval waktu 1, 5, 10, 20, 30, 60 menit.
12. Nilai sorptivitas spesimen dapat diketahui dengan *trendline* dari jumlah penyerapan dibandingkan dengan akar waktu penyerapan.

$$I = S \times \sqrt{t}$$

dengan:

$$I = \frac{m_t}{A}$$

dimana:

I : Penyerapan spesimen (g/cm)

S : Koefisien sorptivitas (cm/detik^{-1/2})

t : waktu interval (s)

m_t : perubahan berat spesimen pada waktu interval t (g)

A : Luas penampang penyerapan (cm²)

DIMENSI BENDA UJI SPP1 (0%)

Hari/Tanggal Pembuatan : Senin/25 Maret 2019

Hari/Tanggal Pengujian : Senin/6 Mei 2019

No.	Tinggi (cm)			Diameter (cm)			Massa (g)
	1	2	Rerata	1	2	Rerata	
1	4,98	4,99	4,99	10,03	10,07	10,05	896,5
2	5,09	5,10	5,10	10,01	10,01	10,01	921,6
3	4,70	4,72	4,71	10,02	10,06	10,04	844,3
4	5,21	5,19	5,20	9,96	9,98	9,97	950
5	4,72	4,77	4,75	10,01	10,05	10,03	801,7
6	4,71	4,72	4,72	9,99	10,00	10,00	846,9

DIMENSI BENDA UJI SPP2 (20%)

Hari/Tanggal Pembuatan : Jumat/22 Maret 2019

Hari/Tanggal Pengujian : Kamis/2 Mei 2019

No.	Tinggi (cm)			Diameter (cm)			Massa (g)
	1	2	Rerata	1	2	Rerata	
1	4,97	4,92	4,95	10,02	10,04	10,03	888,2
2	4,74	4,8	4,77	10,02	10,05	10,04	820,9
3	4,81	4,91	4,86	10,03	10	10,02	846,7
4	4,8	4,82	4,81	10,02	9,98	10,00	825,6
5	4,8	4,81	4,81	10,01	10,03	10,02	845,6
6	4,83	4,79	4,81	9,98	10	9,99	804,1

DIMENSI BENDA UJI SPP3 (35%)

Hari/Tanggal Pembuatan : Jumat/29 Maret 2019

Hari/Tanggal Pengujian : Kamis/9 Mei 2019

No.	Tinggi (cm)			Diameter (cm)			Massa (g)
	1	2	Rerata	1	2	Rerata	
1	4,9	4,96	4,93	10	9,97	9,99	845,6
2	4,94	5,01	4,98	10	9,96	9,98	869,4
3	4,94	4,9	4,92	10,02	10,01	10,02	827,7
4	4,95	4,96	4,96	10,3	9,98	10,14	857,4
5	4,89	4,92	4,91	10,02	10	10,01	818,7
6	4,93	4,97	4,95	10,04	10,02	10,03	846

DIMENSI BENDA UJI SPP4 (50%)

Hari/Tanggal Pembuatan : Jumat/29 Maret 2019

Hari/Tanggal Pengujian : Kamis/9 Mei 2019

No.	Tinggi (cm)			Diameter (cm)			Massa (g)
	1	2	Rerata	1	2	Rerata	
1	4,01	3,97	3,99	8,19	8,24	8,22	455,7
2	4,1	4,07	4,09	8,22	8,27	8,25	475
3	4,13	4,14	4,14	8,27	8,16	8,22	472,9
4	4,14	4,17	4,16	8,21	8,17	8,19	470,8
5	4,17	4,19	4,18	8,14	8,23	8,19	512,9
6	4,2	4,15	4,18	8,23	8,27	8,25	475,9

LUAS PENAMPANG PENYERAPAN

$$A = \frac{1}{4}\pi D^2$$

dimana

A : Luas Penampang Penyerapan (cm²)

D : Diameter benda uji (cm)

a. Benda Uji SPP1 (0%)

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,05^2 = 79,36 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,01^2 = 78,73 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,04^2 = 79,20 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 9,97^2 = 78,10 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,03^2 = 79,04 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,00^2 = 78,49 \text{ cm}^2$$

b. Benda Uji SPP2 (20%)

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,03^2 = 79,04 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,04^2 = 79,20 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,02^2 = 78,81 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,00^2 = 78,49 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,02^2 = 78,81 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 9,99^2 = 78,41 \text{ cm}^2$$

c. Benda Uji SPP3 (35%)

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 9,99^2 = 78,41 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 9,98^2 = 78,26 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,02^2 = 78,81 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,14^2 = 80,79 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,01^2 = 78,73 \text{ cm}^2$$

$$A_6 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10,03^2 = 79,04 \text{ cm}^2$$

d. Benda Uji SPP4 (50%)

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8,22^2 = 53,02 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8,25^2 = 53,41 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8,22^2 = 53,02 \text{ cm}^2$$

$$A_4 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8,19^2 = 52,70 \text{ cm}^2$$

$$A_5 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8,19^2 = 52,64 \text{ cm}^2$$

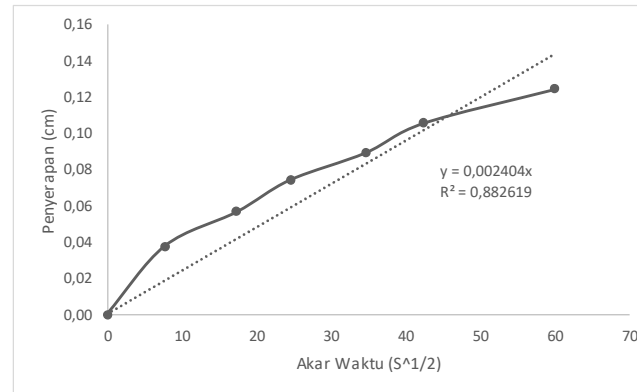
$$A_6 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8,25^2 = 53,48 \text{ cm}^2$$

PERHITUNGAN PENYERAPAN

Kode Sampel : 0% 1

Massa : 896,5 gram
 Tinggi : 4,98 4,99 4,99 cm
 Diameter : 10,03 10,07 10,05 cm
 Area : 79,36 cm²
 terekspos air

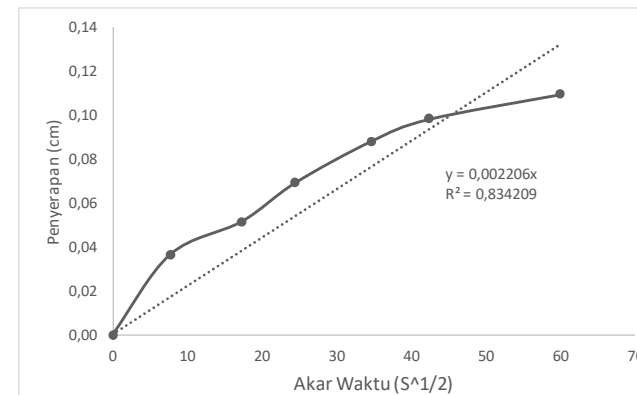
Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	896,5	0	0,0000
1	60	7,75	899,5	3,0	0,0378
5	300	17,32	901,0	4,5	0,0567
10	600	24,49	902,4	5,9	0,0743
20	1200	34,64	903,6	7,1	0,0895
30	1800	42,43	904,9	8,4	0,1058
60	3600	60,00	906,4	9,9	0,1247



Kode Sampel : 0% 2

Massa : 921,6 gram
 Tinggi : 5,09 5,1 5,10 cm
 Diameter : 10,01 10,01 10,01 cm
 Area : 78,73 cm²
 terekspos air

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	921,6	0	0,0000
1	60	7,75	924,5	2,9	0,0365
5	300	17,32	925,7	4,1	0,0517
10	600	24,49	927,1	5,5	0,0693
20	1200	34,64	928,6	7,0	0,0882
30	1800	42,43	929,4	7,8	0,0983
60	3600	60,00	930,3	8,7	0,1096



Kode Sampel : 0% 3

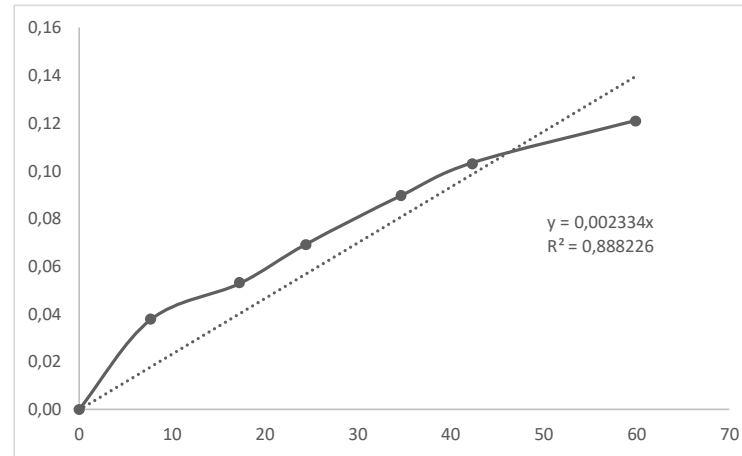
Massa : 844,3 gram

Tinggi : 4,7 4,72 4,71 cm

Diameter : 10,02 10,06 10,04 cm

Area
terekspose air : 79,20 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	844,3	0	0,0000
1	60	7,75	847,3	3,0	0,0378
5	300	17,32	848,5	4,2	0,0529
10	600	24,49	849,8	5,5	0,0693
20	1200	34,64	851,4	7,1	0,0895
30	1800	42,43	852,5	8,2	0,1033
60	3600	60,00	853,9	9,6	0,1210



Kode Sampel : 0% 4

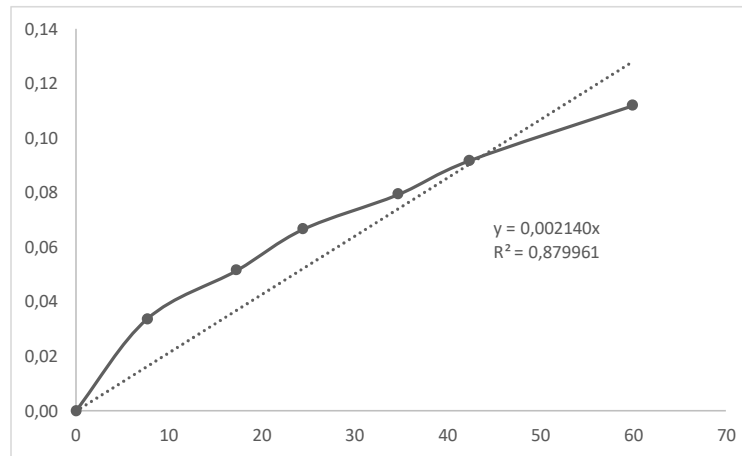
Massa : 950 gram

Tinggi : 5,21 5,19 5,20 cm

Diameter : 9,96 9,98 9,97 cm

Area
terekspose air : 78,10 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	950,0	0	0,0000
1	60	7,75	952,7	2,7	0,0340
5	300	17,32	954,1	4,1	0,0517
10	600	24,49	955,3	5,3	0,0668
20	1200	34,64	956,3	6,3	0,0794
30	1800	42,43	957,3	7,3	0,0920
60	3600	60,00	958,9	8,9	0,1121



Kode Sampel : 0% 5

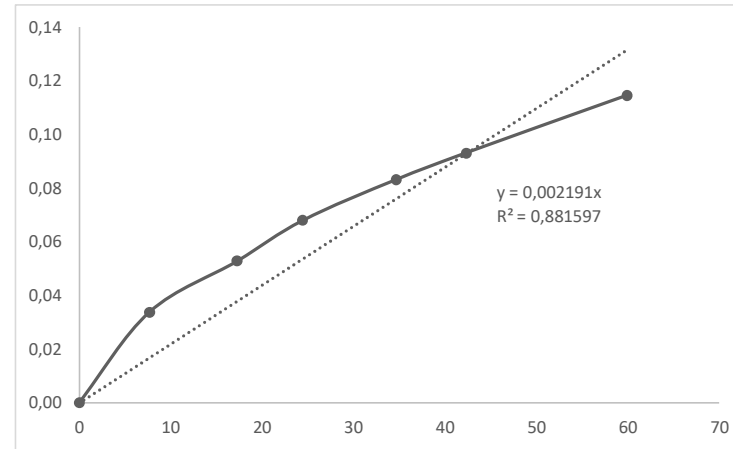
Massa : 801,7 gram

Tinggi : 4,72 4,77 4,75 cm

Diameter : 10,01 10,05 10,03 cm

Area
terekspose air : 79,04 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	801,7	0	0,0000
1	60	7,75	804,4	2,7	0,0340
5	300	17,32	805,9	4,2	0,0529
10	600	24,49	807,1	5,4	0,0680
20	1200	34,64	808,3	6,6	0,0832
30	1800	42,43	809,1	7,4	0,0932
60	3600	60,00	810,8	9,1	0,1147



Kode Sampel : 0% 6

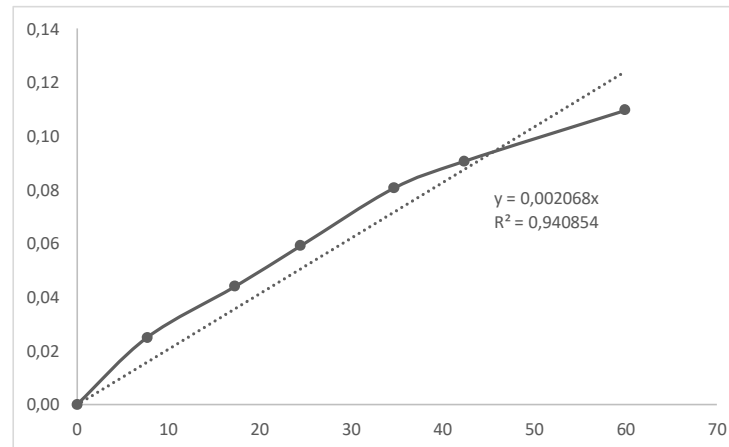
Massa : 846,9 gram

Tinggi : 4,71 4,72 4,72 cm

Diameter : 9,99 10 10,00 cm

Area
terekspose air : 78,49 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	846,9	0	0,0000
1	60	7,75	848,9	2,0	0,0252
5	300	17,32	850,4	3,5	0,0441
10	600	24,49	851,6	4,7	0,0592
20	1200	34,64	853,3	6,4	0,0806
30	1800	42,43	854,1	7,2	0,0907
60	3600	60,00	855,6	8,7	0,1096



Kode Sampel : 20% 1

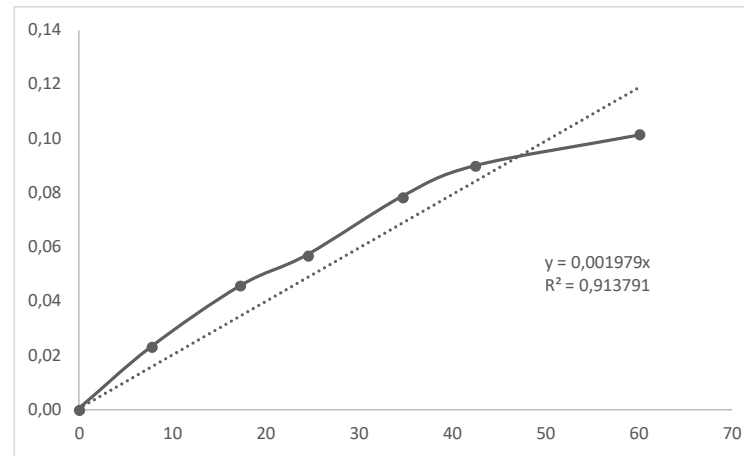
Massa : 888,2 gram

Tinggi : 4,97 4,92 4,95 cm

Diameter : 10,02 10,04 10,03 cm

Area
tereksp. air : 79,04 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	888,2	0	0,0000
1	60	7,75	890,0	1,8	0,0228
5	300	17,32	891,8	3,6	0,0455
10	600	24,49	892,7	4,5	0,0569
20	1200	34,64	894,4	6,2	0,0784
30	1800	42,43	895,3	7,1	0,0898
60	3600	60,00	896,2	8,0	0,1012



Kode Sampel : 20% 2

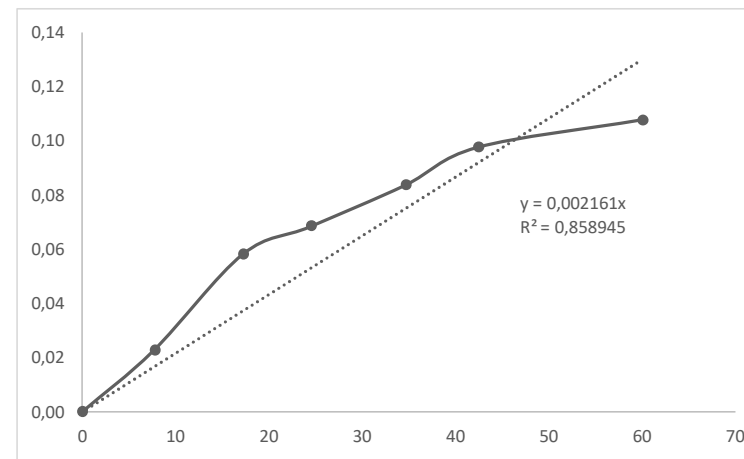
Massa : 820,9 gram

Tinggi : 4,74 4,8 4,77 cm

Diameter : 10,02 10,05 10,04 cm

Area
tereksp. air : 79,12 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	820,9	0	0,0000
1	60	7,75	822,7	1,8	0,0228
5	300	17,32	825,5	4,6	0,0582
10	600	24,49	826,3	5,4	0,0683
20	1200	34,64	827,5	6,6	0,0835
30	1800	42,43	828,6	7,7	0,0974
60	3600	60,00	829,4	8,5	0,1075



Kode Sampel : 20% 3

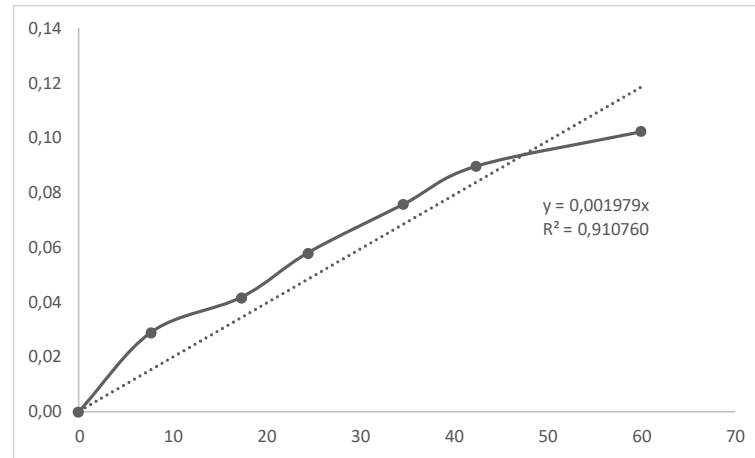
Massa : 846,7 gram

Tinggi 4,81 4,91 4,86 cm

Diameter : 10,03 10 10,02 cm

Area
tereksp. air : 78,81 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	846,7	0	0,0000
1	60	7,75	849,0	2,3	0,0291
5	300	17,32	850,0	3,3	0,0417
10	600	24,49	851,3	4,6	0,0582
20	1200	34,64	852,7	6,0	0,0759
30	1800	42,43	853,8	7,1	0,0898
60	3600	60,00	854,8	8,1	0,1025



Kode Sampel : 20% 4

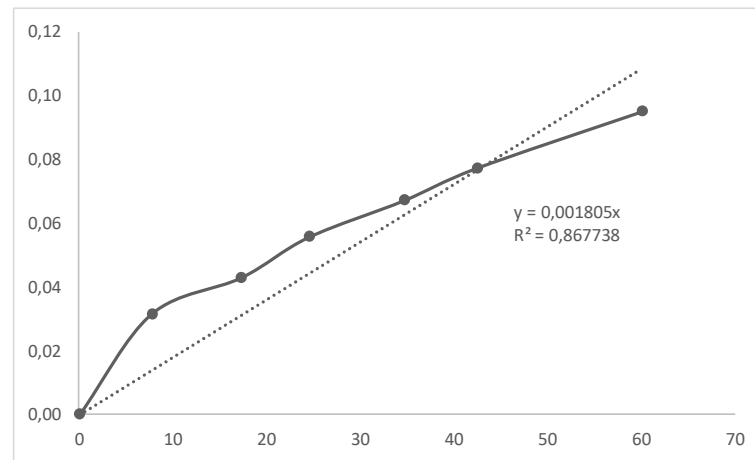
Massa : 825,6 gram

Tinggi 4,8 4,82 4,81 cm

Diameter : 10,02 9,98 10,00 cm

Area
tereksp. air : 78,57 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	825,6	0	0,0000
1	60	7,75	828,1	2,5	0,0316
5	300	17,32	829,0	3,4	0,0430
10	600	24,49	830,0	4,4	0,0557
20	1200	34,64	830,9	5,3	0,0671
30	1800	42,43	831,7	6,1	0,0772
60	3600	60,00	833,1	7,5	0,0949



Kode Sampel : 20% 5

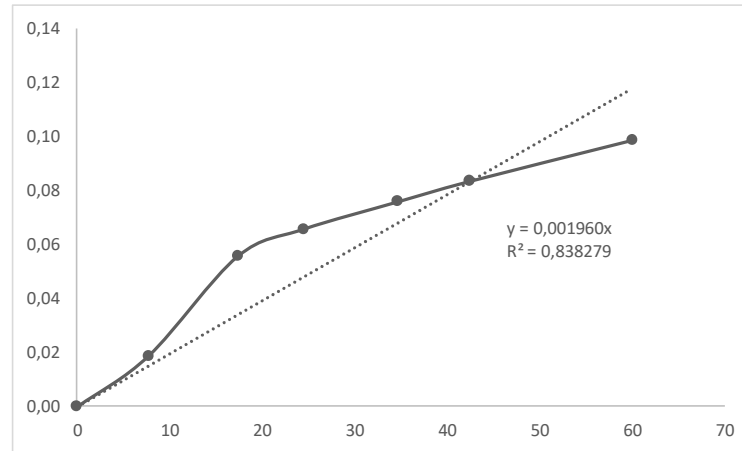
Massa : 845,6 gram

Tinggi : 4,8 4,81 4,81 cm

Diameter : 10,01 10,03 10,02 cm

Area
tereksp. air : 78,89 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^½)	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	845,6	0	0,0000
1	60	7,75	847,1	1,5	0,0190
5	300	17,32	850,0	4,4	0,0557
10	600	24,49	850,8	5,2	0,0658
20	1200	34,64	851,6	6,0	0,0759
30	1800	42,43	852,2	6,6	0,0835
60	3600	60,00	853,4	7,8	0,0987



Kode Sampel : 20% 6

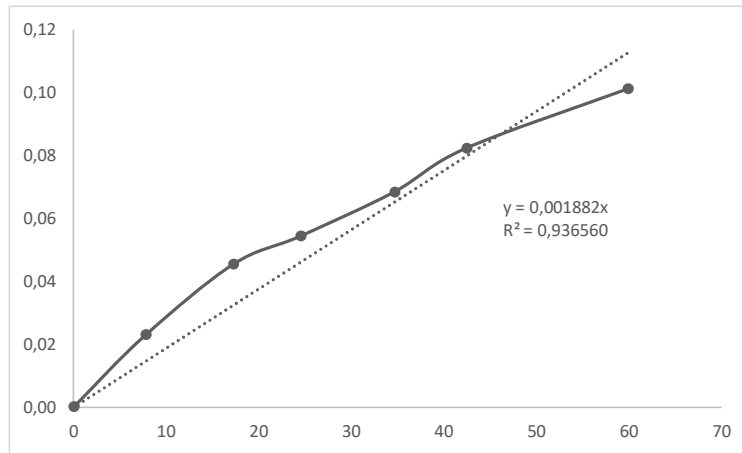
Massa : 804,1 gram

Tinggi : 4,83 4,79 4,81 cm

Diameter : 9,98 10 9,99 cm

Area
tereksp. air : 78,41 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^½)	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	804,1	0	0,0000
1	60	7,75	805,9	1,8	0,0228
5	300	17,32	807,7	3,6	0,0455
10	600	24,49	808,4	4,3	0,0544
20	1200	34,64	809,5	5,4	0,0683
30	1800	42,43	810,6	6,5	0,0822
60	3600	60,00	812,1	8,0	0,1012



Kode Sampel : 35% 1

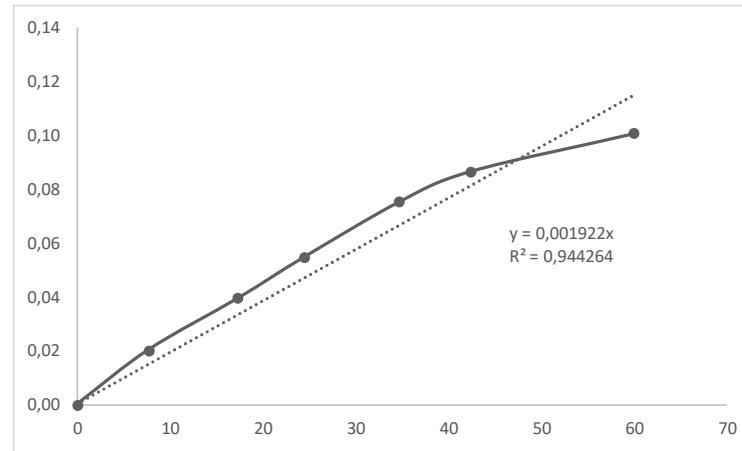
Massa : 845,6 gram

Tinggi : 4,9 4,96 4,93 cm

Diameter : 10 9,97 9,99 cm

Area
tereksp. air : 78,34 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^½)	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	845,6	0	0,0000
1	60	7,75	847,2	1,6	0,0204
5	300	17,32	848,7	3,1	0,0396
10	600	24,49	849,9	4,3	0,0549
20	1200	34,64	851,5	5,9	0,0753
30	1800	42,43	852,4	6,8	0,0868
60	3600	60,00	853,5	7,9	0,1008



Kode Sampel : 35% 2

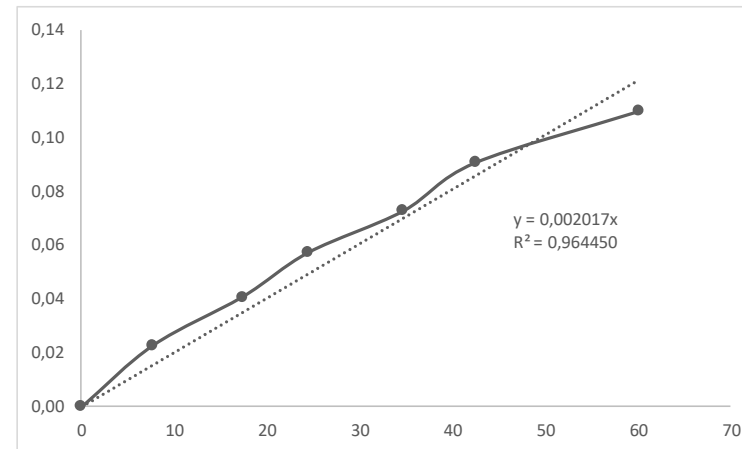
Massa : 869,4 gram

Tinggi : 4,94 5,01 4,98 cm

Diameter : 10 9,96 9,98 cm

Area
tereksp. air : 78,26 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^½)	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	869,4	0	0,0000
1	60	7,75	871,2	1,8	0,0230
5	300	17,32	872,6	3,2	0,0408
10	600	24,49	873,9	4,5	0,0574
20	1200	34,64	875,1	5,7	0,0728
30	1800	42,43	876,5	7,1	0,0906
60	3600	60,00	878,0	8,6	0,1098



Kode Sampel : 35% 3

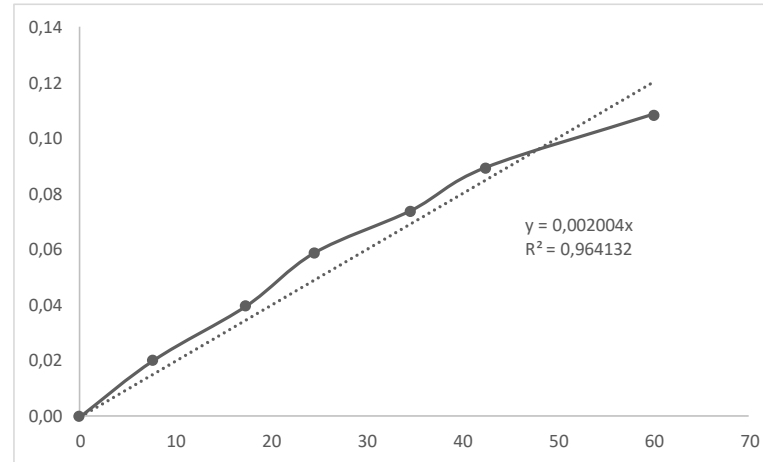
Massa : 827,7 gram

Tinggi 4,94 4,9 4,92 cm

Diameter : 10,02 10,01 10,02 cm

Area
tereksp. air : 78,81 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	827,7	0	0,0000
1	60	7,75	829,3	1,6	0,0204
5	300	17,32	830,8	3,1	0,0396
10	600	24,49	832,3	4,6	0,0587
20	1200	34,64	833,5	5,8	0,0740
30	1800	42,43	834,7	7,0	0,0894
60	3600	60,00	836,2	8,5	0,1085



Kode Sampel : 35% 4

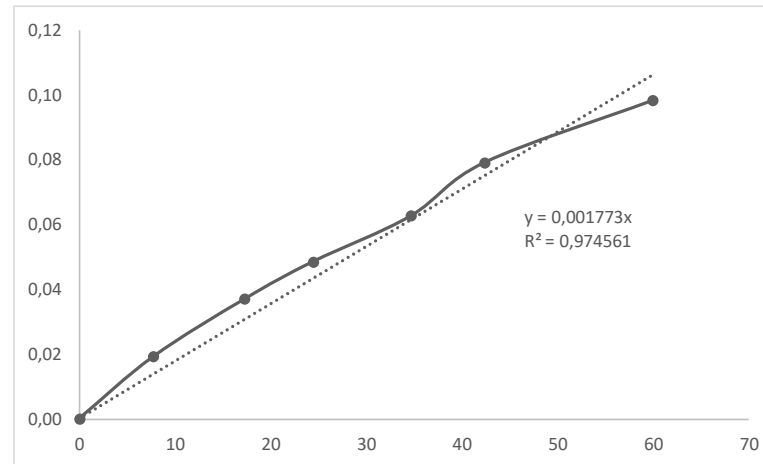
Massa : 857,4 gram

Tinggi 4,95 4,96 4,96 cm

Diameter : 10,3 9,98 10,14 cm

Area
tereksp. air : 80,79 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	857,4	0	0,0000
1	60	7,75	858,9	1,5	0,0191
5	300	17,32	860,3	2,9	0,0370
10	600	24,49	861,2	3,8	0,0485
20	1200	34,64	862,3	4,9	0,0626
30	1800	42,43	863,6	6,2	0,0791
60	3600	60,00	865,1	7,7	0,0983



Kode Sampel : 35% 5

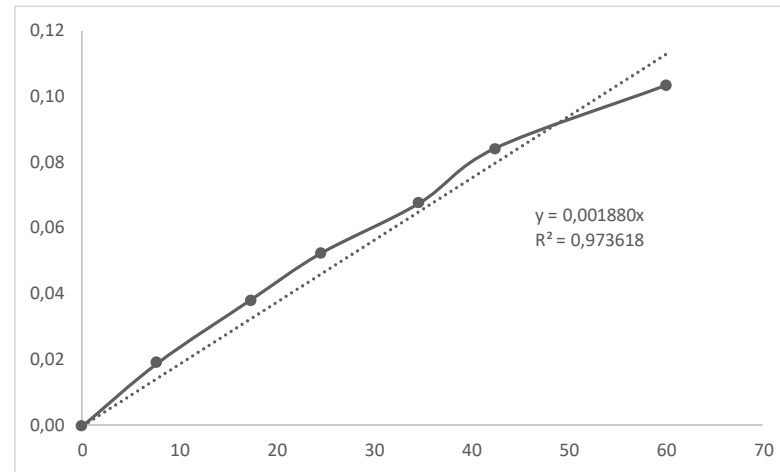
Massa : 818,7 gram

Tinggi 4,89 4,92 4,91 cm

Diameter : 10,02 10 10,01 cm

Area
terekspose air : 78,73 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	818,7	0	0,0000
1	60	7,75	820,2	1,5	0,0191
5	300	17,32	821,7	3,0	0,0383
10	600	24,49	822,8	4,1	0,0523
20	1200	34,64	824	5,3	0,0677
30	1800	42,43	825,3	6,6	0,0843
60	3600	60,00	826,8	8,1	0,1034



Kode Sampel : 35% 6

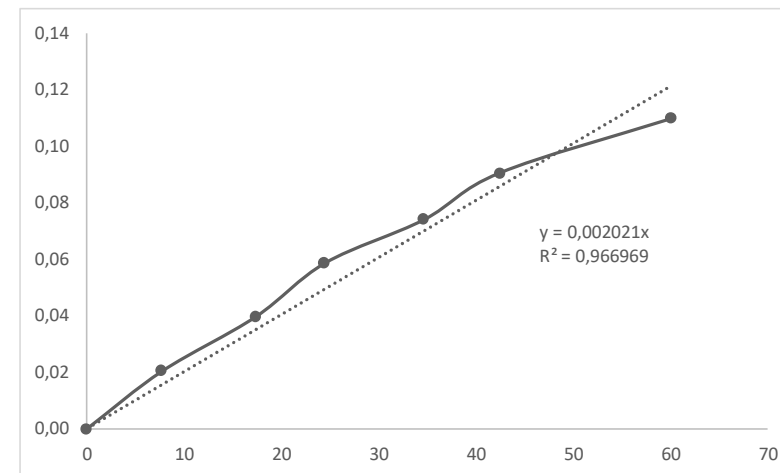
Massa : 846 gram

Tinggi 4,93 4,97 4,95 cm

Diameter : 10,04 10,02 10,03 cm

Area
terekspose air : 79,04 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	846,0	0	0,0000
1	60	7,75	847,6	1,6	0,0204
5	300	17,32	849,1	3,1	0,0396
10	600	24,49	850,6	4,6	0,0587
20	1200	34,64	851,8	5,8	0,0740
30	1800	42,43	853,1	7,1	0,0906
60	3600	60,00	854,6	8,6	0,1098



Kode Sampel : 50% 1

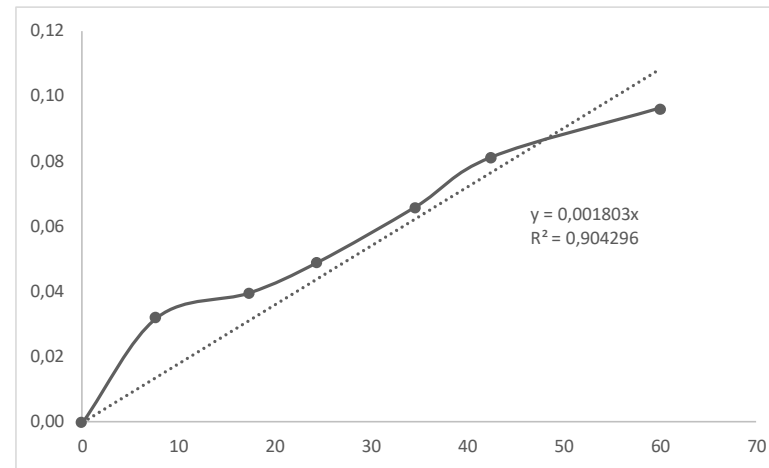
Massa : 455,7 gram

Tinggi : 4,01 3,97 3,99 cm

Diameter : 8,19 8,24 8,22 cm

Area
tereksp. air : 53,02 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^½)	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	455,7	0	0,0000
1	60	7,75	457,4	1,7	0,0321
5	300	17,32	457,8	2,1	0,0396
10	600	24,49	458,3	2,6	0,0490
20	1200	34,64	459,2	3,5	0,0660
30	1800	42,43	460,0	4,3	0,0811
60	3600	60,00	460,8	5,1	0,0962



Kode Sampel : 50% 2

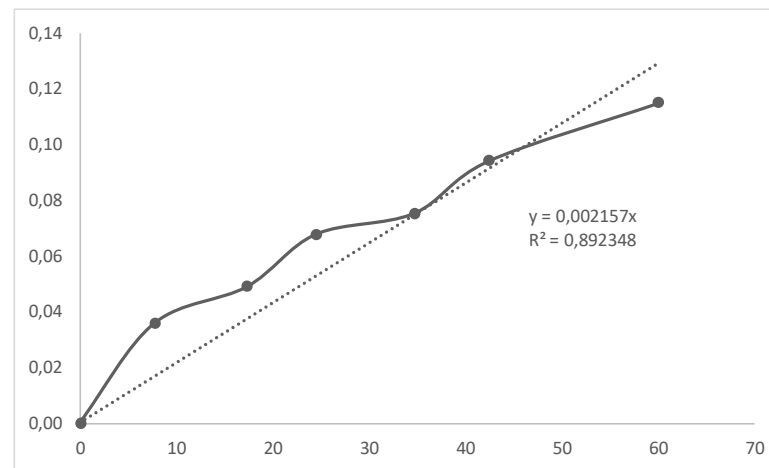
Massa : 475 gram

Tinggi : 4,1 4,07 4,09 cm

Diameter : 8,22 8,27 8,25 cm

Area
tereksp. air : 53,41 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^½)	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	475,0	0	0,0000
1	60	7,75	476,9	1,9	0,0358
5	300	17,32	477,6	2,6	0,0490
10	600	24,49	478,6	3,6	0,0679
20	1200	34,64	479	4,0	0,0754
30	1800	42,43	480,0	5,0	0,0943
60	3600	60,00	481,1	6,1	0,1150



Kode Sampel : 50% 3

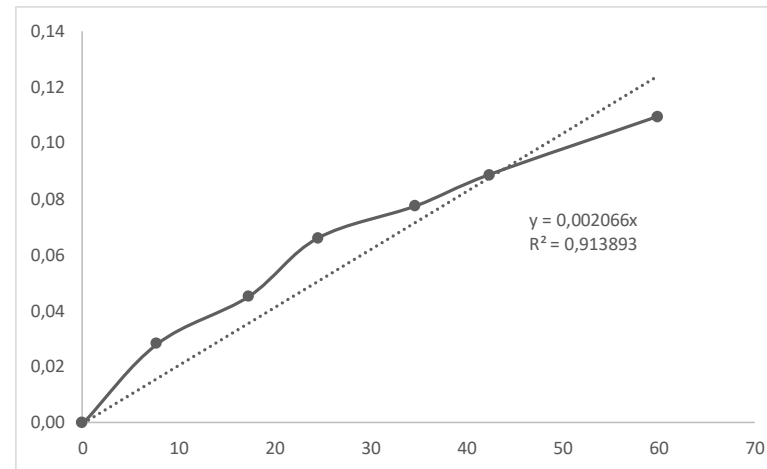
Massa : 472,9 gram

Tinggi 4,13 4,14 4,14 cm

Diameter : 8,27 8,16 8,22 cm

Area
tereksp. air : 53,02 cm²

Waktu		$\sqrt{\text{Waktu}}$	Massa	ΔMassa	$\Delta\text{Massa}/\text{Area} = I$
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	472,9	0	0,0000
1	60	7,75	474,4	1,5	0,0283
5	300	17,32	475,3	2,4	0,0453
10	600	24,49	476,4	3,5	0,0660
20	1200	34,64	477	4,1	0,0773
30	1800	42,43	477,6	4,7	0,0886
60	3600	60,00	478,7	5,8	0,1094



Kode Sampel : 50% 4

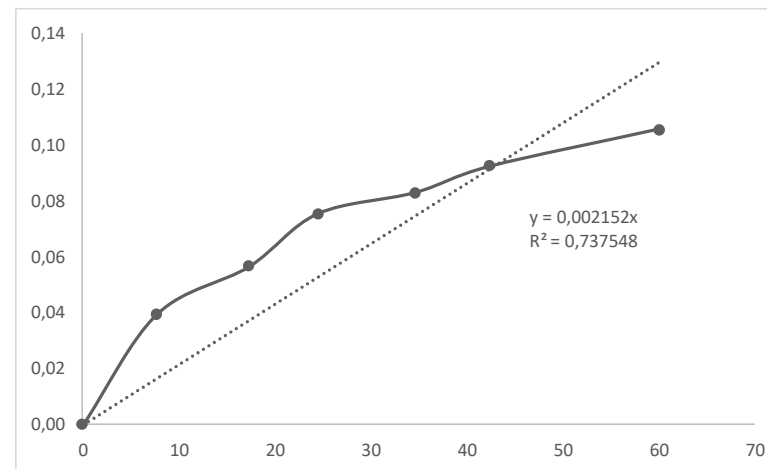
Massa : 470,8 gram

Tinggi 4,14 4,17 4,16 cm

Diameter : 8,21 8,17 8,19 cm

Area
tereksp. air : 52,70 cm²

Waktu		$\sqrt{\text{Waktu}}$	Massa	ΔMassa	$\Delta\text{Massa}/\text{Area} = I$
menit	s	(s ^{1/2})	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	470,8	0	0,0000
1	60	7,75	472,9	2,1	0,0396
5	300	17,32	473,8	3,0	0,0566
10	600	24,49	474,8	4,0	0,0754
20	1200	34,64	475,2	4,4	0,0830
30	1800	42,43	475,7	4,9	0,0924
60	3600	60,00	476,4	5,6	0,1056



Kode Sampel : 50% 5

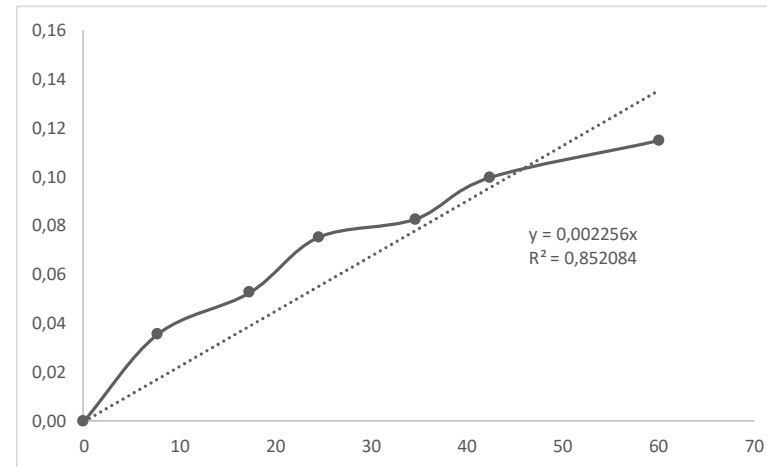
Massa : 512,9 gram

Tinggi : 4,17 4,19 4,18 cm

Diameter : 8,14 8,23 8,19 cm

Area
tereksp. air : 52,64 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^½)	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	512,9	0	0,0000
1	60	7,75	514,8	1,9	0,0358
5	300	17,32	515,7	2,8	0,0528
10	600	24,49	516,9	4,0	0,0754
20	1200	34,64	517,3	4,4	0,0830
30	1800	42,43	518,2	5,3	0,1000
60	3600	60,00	519,0	6,1	0,1150



Kode Sampel : 50% 6

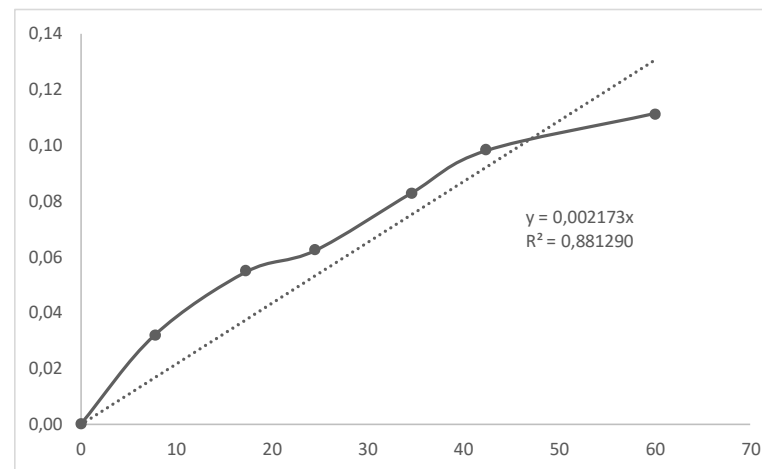
Massa : 475,9 gram

Tinggi : 4,2 4,15 4,18 cm

Diameter : 8,23 8,27 8,25 cm

Area
tereksp. air : 53,48 cm²

Waktu		√Waktu	Massa	ΔMassa	ΔMassa/Area = I
menit	s	(s ^½)	(g)	(g)	(cm)
0	0	0,00	475,9	0	0,0000
1	60	7,75	477,6	1,7	0,0321
5	300	17,32	478,8	2,9	0,0547
10	600	24,49	479,2	3,3	0,0622
20	1200	34,64	480,3	4,4	0,0830
30	1800	42,43	481,1	5,2	0,0981
60	3600	60,00	481,8	5,9	0,1113



REKAPITULASI NILAI KOEFISIEN SORPTIVITAS

Varian	koef. Sorptivitas $S \times 10^{-3}$ (cm/det ^{1/2})	Rerata $S \times 10^{-3}$ (cm/det ^{1/2})
SPP1	2,404	2,224
	2,206	
	2,334	
	2,140	
	2,191	
	2,068	
SPP2	1,979	1,902
	1,805	
	1,979	
	1,805	
	1,960	
	1,882	
SPP3	1,922	1,936
	2,017	
	2,004	
	1,773	
	1,880	
	2,021	
SPP4	1,803	2,101
	2,157	
	2,066	
	2,152	
	2,256	
	2,173	

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium
Bahan Bangunan JPTSP FT UNY

Teknisi Laboratorium Bahan
Bangunan JPTSP FT UNY

Dr. Ir. Slamet Widodo, S.T., M.T.
NIP 19761103 2000031 001

Kimin Triono, S.Pd.
NIP 21403900311501

Lampiran 15. Hasil Pengujian Abu Terbang



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL
PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN PENYAKIT
BALAI BESAR TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN
DAN PENGENDALIAN PENYAKIT YOGYAKARTA
 Jalan Wiyoro Lor No. 21 Baturetho, Banguntapan, Bantul, DIY. 55197
 Telepon (0274) 371588, 443283, Faksimile (0274) 443284
 Laman : www.btkljogja.or.id Surat Elektronik : info@btkljogja.or.id



FR/BBTKLPP/7.8.g. Rev.0

LAPORAN HASIL UJI
PIK / JOC

003521

Pengujian Instalasi Laboratorium Fisika Kimia Padatan dan B3

No Contoh Uji : 2019-18437-P

Jenis Contoh Uji : Padatan

Asal Contoh Uji : Muhammad Mujiburrahman (Mhs Teknik Sipil UNY), Karang Gayam, Caturtunggal, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta,

Pengambil contoh uji : Muhammad Mujiburrahman (Pelanggan)

Tgl. diambil/diterima : 21-12-2018 / 14-08-2019

Tgl. Pengujian : 14-08-2019 s/d 06-09-2019

Uraian : Contoh uji padatan abu terbang batu bara - Jl. Padokan, Rogocolo, Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji	Kadar Maksimum **)
1	Kalsium (CaO)	mg/Kg	538,483	USEPA 3051, SW 846-7000B 2007	-
2	Silikat Total(SiO ₂)	Persen (%)	42,26	AOAC 2.5-2.37.2002	-
3	Kadar Lengas	%	2,78	SNI 13-4719-1998	-

Keterangan:

*) : Parameter Terakreditasi

: Hasil uji dihitung dalam berat kering

Catatan : 1. Hasil uji hanya berlaku untuk contoh yang diuji.
2. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan tanpa izin Kepala BBTKLPP Yogyakarta kecuali secara lengkap.

Yogyakarta, 09-09-2019

Kepala Instalasi

Laboratorium Fisika Kimia Padatan dan B3

(Rinih Winarti SKM)

NIP. 196310271983032001

