

LAMPIRAN

A. Perhitungan

Berikut merupakan perhitungan pada percobaan ini :

1. Pasir Silika

Tabel A.1 Variasi pada percobaan

Variasi Tinggi (cm)	30	40	50		
Variasi kecepatan blower (hz)	10	20	30	40	50
Kecepatan fluida (cm/s)	9	50	100	140	205

Tabel A.2 Pressure drop pada variasi tinggi 30 cm

Kecepatan Udara	Pressure Drop							
(U) cm/s	dP1 (Pa)		dP2 (Pa)		dP3 (Pa)		dP4 (Pa)	
9	0,05	0,07	0,07	0,06	0,09	0,09	0,12	0,14
50	0,15	0,15	0,14	0,17	0,18	0,17	0,21	0,19
100	0,3	0,32	0,35	0,37	0,36	0,38	0,4	0,42
140	0,6	0,62	0,73	0,71	0,8	0,8	0,82	0,81
204	0,41	0,42	0,45	0,47	0,5	0,52	0,66	0,67

a. Variasi tinggi pasir silika 30 cm

- Pressure drop rata rata pada kecepatan 10 hz atau 9 cm/s

$$\Delta P1 = \frac{0,05+0,07}{2} = 0,06 \text{ kPa}$$

$$\Delta P2 = \frac{0,07+0,06}{2} = 0,065 \text{ kPa}$$

$$\Delta P3 = \frac{0,09+0,09}{2} = 0,09 \text{ kPa}$$

$$\Delta P4 = \frac{0,12+0,14}{2} = 0,13 \text{ kPa}$$

Dengan cara yang sama maka di dapatkan tabel di bawah ini :

Tabel A.3 Pressure drop rata-rata pada variasi ketinggian 30 cm

Kecepatan Udara	Pressure Drop			
(U) cm/s	$\Delta P1$ (Pa)	$\Delta P2$ (Pa)	$\Delta P3$ (Pa)	$\Delta P4$ (Pa)
9	0,06	0,065	0,09	0,13
50	0,145	0,155	0,175	0,2
100	0,310	0,36	0,37	0,41
140	0,610	0,72	0,8	0,815
204	0,415	0,46	0,51	0,665

- Konversi kPa ke Pa

$$\Delta P1 = 0,06 \text{ kPa} \times \frac{1000 \text{ Pa}}{\text{kPa}} = 60 \text{ Pa}$$

$$\Delta P2 = 0,065 \text{ kPa} \times \frac{1000 \text{ Pa}}{\text{kPa}} = 65 \text{ Pa}$$

$$\Delta P3 = 0,09 \text{ kPa} \times \frac{1000 \text{ Pa}}{\text{kPa}} = 90 \text{ Pa}$$

$$\Delta P4 = 0,13 \text{ kPa} \times \frac{1000 \text{ Pa}}{\text{kPa}} = 130 \text{ Pa}$$

Dengan cara yang sama maka di dapatkan tabel di bawah in :

Tabel A.4 Pressure drop dalam bentuk Pa

Kecepatan Udara	Pressure Drop			
(U) cm/s	$\Delta P1$ (Pa)	$\Delta P2$ (Pa)	$\Delta P3$ (Pa)	$\Delta P4$ (Pa)
9	60	65	90	130
50	145	155	175	200
100	310	360	370	410
140	610	720	800	815
204	415	460	510	665

Mengubah kecepatan udara dan pressure drop menjadi bentuk logaritmik kecepatan udara

Kecepatan udara

- Log 9 cm/s = 0,954 cm/s
- Log 50 cm/s = 1,698 cm/s
- Log 100 cm/s = 2 cm/s

- Log 140 cm/s = 2,146 cm/s
- Log 205 cm/s = 2,311 cm/s

Pressured drop

- Log 60 Pa = 1,77 Pa
- Log 145 Pa = 2,19 Pa
- Log 305 Pa = 2,483 Pa
- Log 685 Pa = 2,83 Pa
- Log 455 Pa = 2,65 Pa

Tabel A.5 Pressure drop kurva karakteristik

Kecepatan Udara	Pressure Drop			
(Log U) cm/s	Log $\Delta P1$ (Pa)	Log $\Delta P2$ (Pa)	Log $\Delta P3$ (Pa)	Log $\Delta P4$ (Pa)
0,954243	1,778151	1,845098	1,977724	2,041393
1,69897	2,190332	2,255273	2,311754	2,380211
2	2,4843	2,579784	2,60206	2,667453
2,146128	2,835691	2,829304	2,845098	2,89487
2,311754	2,658011	2,752048	2,770852	2,812913

Lalu membuat grafik kurva karakteristik fluidisasi dengan Log U sebagai sumbu Y dan Log ΔP sebagai sumbu X seperti pada gambar 4.1 (a).

Dengan cara yang sama pada variasi 40 cm di dapatkan tabel di bawah ini :

Tabel A.6 Pressure drop pada variasi tinggi 40 cm

Kecepatan Udara	Pressure Drop							
(U) cm/s	dP1 (Pa)		dP2 (Pa)		dP3 (Pa)		dP4 (Pa)	
9	0,05	0,06	0,07	0,07	0,1	0,09	0,1	0,12
50	0,16	0,15	0,18	0,18	0,2	0,21	0,25	0,23
100	0,35	0,26	0,38	0,38	0,42	0,38	0,48	0,45
140	0,69	0,68	0,67	0,68	0,7	0,7	0,79	0,78
204	0,46	0,45	0,56	0,57	0,79	0,78	0,63	0,67

Tabel A.7 Pressure drop kurva karakteristik pada variasi 40 cm

Kecepatan Udara	Pressure Drop			
(Log U) cm/s	Log ΔP_1 (Pa)	Log ΔP_2 (Pa)	Log ΔP_3 (Pa)	Log ΔP_4 (Pa)
0,954243	1,778151	1,845098	1,977724	2,041393
1,69897	2,190332	2,255273	2,311754	2,380211
2	2,4843	2,579784	2,60206	2,667453
2,146128	2,835691	2,829304	2,845098	2,89487
2,311754	2,658011	2,752048	2,770852	2,812913

Lalu membuat grafik kurva karakteristik fluidisasi dengan Log U sebagai sumbu Y dan Log ΔP sebagai sumbu X seperti pada gambar 4.1 (b).

Dengan cara yang sama pada variasi 40 cm di dapatkan tabel di bawah ini :

Tabel A.8 Pressure drop pada variasi tinggi 50 cm

Kecepatan Udara	Pressure Drop							
(U) cm/s	dP1 (Pa)		dP2 (Pa)		dP3 (Pa)		dP4 (Pa)	
9	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,11	0,12
50	0,18	0,16	0,19	0,2	0,23	0,2	0,26	0,27
100	0,38	0,39	0,35	0,38	0,45	0,47	0,51	0,49
140	0,41	0,42	0,56	0,57	0,58	0,6	1,15	1,18
204	0,45	0,46	0,7	0,68	0,75	0,78	1,5	1,6

Tabel A.9 Pressure drop kurva karakteristik pada variasi 40 cm

Kecepatan Udara	Pressure Drop			
(Log U) cm/s	Log ΔP_1 (Pa)	Log ΔP_2 (Pa)	Log ΔP_3 (Pa)	Log ΔP_4 (Pa)
0,954243	1,812913	1,845098	1,875061	2,060698
1,69897	2,230449	2,290035	2,332438	2,423246
2	2,585461	2,562293	2,662758	2,69897
2,146128	2,618048	2,752048	2,770852	3,066326
2,311754	2,658011	2,838849	2,883661	3,190332

Lalu membuat grafik kurva karakteristik fluidisasi dengan Log U sebagai sumbu Y dan Log ΔP sebagai sumbu X seperti pada gambar 4.1 (b).

2. Batubara

Dengan cara yang sama pada variasi Batubara pada variasi 30, 40 dan 50 cm di dapatkan tabel di bawah ini :

Tabel A.10 Pressure drop pada variasi batubara dengan tinggi 30 cm

Kecepatan Udara	Pressure Drop							
(U) cm/s	dP1 (Pa)		dP2 (Pa)		dP3 (Pa)		dP4 (Pa)	
9	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	0,07	0,08
50	0,05	0,05	0,06	0,08	0,07	0,08	0,11	0,12
100	0,06	0,08	0,07	0,08	0,07	0,09	0,24	0,2
140	0,09	0,12	0,11	0,1	0,11	0,12	0,35	0,38
204	0,17	0,15	0,11	0,1	0,15	0,14	0,69	0,7

Tabel A.11 Pressure drop pada variasi batubara dengan tinggi 40 cm

Kecepatan Udara	Pressure Drop							
(U) cm/s	dP1 (Pa)		dP2 (Pa)		dP3 (Pa)		dP4 (Pa)	
9	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04	0,04	0,08	0,1
50	0,04	0,03	0,05	0,03	0,05	0,07	0,15	0,17
100	0,07	0,07	0,06	0,08	0,11	0,12	0,45	0,46
140	0,1	0,12	0,13	0,15	0,2	0,21	0,65	0,67
204	0,21	0,22	0,23	0,2	0,19	0,22	0,78	0,8

Tabel A.12 Pressure drop pada batubara dengan tinggi 50 cm

Kecepatan Udara	Pressure Drop							
(U) cm/s	dP1 (Pa)		dP2 (Pa)		dP3 (Pa)		dP4 (Pa)	
9	0,04	0,03	0,04	0,06	0,05	0,06	0,09	0,1
50	0,06	0,04	0,06	0,08	0,06	0,09	0,2	0,18
100	0,08	0,09	0,08	0,1	0,13	0,19	0,28	0,3
140	0,1	0,08	0,07	0,08	0,23	0,26	0,4	0,43
204	0,13	0,13	0,12	0,09	0,29	0,32	0,78	0,73

3. Partikel Size Distribusi

- Menghitung diameter rata-rata (d_m) pasir silika

Tabel A.13 Partikel size distribution pasir silika

Sample 1	Fraksi (Mesh)	Fraksi (mm)	Berat (%)
Pasir silika	20	0,85	8,62%
	-20+35	-0,850+0,71	29,06%
	-35+30	0,71+0,6	10,94%
	-30	0,6	51,38%
Total			100%

Mencari rata-rata fraksi

- 0,85 mm = 0,85 mm
- $\frac{0,85+0,71}{2} = 0,78$ mm
- $\frac{0,71+0,6}{2} = 0,655$ mm
- 0,6 mm = 0,6 mm

Menghitung d_m

Fraksi $\bar{x}$ × berat (%)

- 0,85 mm × 8,62% = 0,073 mm
- 0,78 mm × 29,06% = 0,227 mm
- 0,65 mm × 10,94% = 0,071 mm
- 0,6 mm × 51,38% = 0,308 mm

Maka

$$d_m = 0,073 + 0,227 + 0,071 + 0,308$$

$$d_m = 0,679 \text{ mm}$$

Dengan cara yang sama maka di dapatkan ukuran d_m material batubara pada tabel di bawah ini :

Tabel A.14 Partikel size distribution batubara

Sample 1	Fraksi (Mesh)	Fraksi (mm)	Fraksi rata-rata(mm)	Berat (%)	Diameter Partikel (mm)
Batubara	<4	<4,76	4,76	0,06%	0,003
	4,1-5	4,75-4	4,38	0,10%	0,004
	5,1-7	4-2,38	3,415	0,50%	0,017
	7,1-10	2,38-2	2,415	14,01%	0,338
	10,1-20	2-0,841	1,4205	81,57%	1,159
	>20	0,841	0,841	3,75%	0,032
Total				100,00%	1,553

4. Mencari nilai U_{mf} prediksi pasir silika

Untuk mencari nilai U_{mf} prediksi dapat menggunakan 3 persamaan di bawah ini :

Pers. 3.1

$$\begin{aligned}
 &= \frac{d_m U_{mf} \rho_g}{\mu} = \left(33,7^2 + 0,0408 \frac{d^3_m \rho_g (\rho_m - \rho_g)}{\mu^2} \right)^{\frac{1}{2}} - 33,7 \\
 &= \frac{0,00068 \times U_{mf} \times 1,16}{(0,0000181)} = \left(33,7^2 + 0,0408 \frac{0,00068^3 \times 1,16 (1400 - 1,16)}{(0,0000181)^2} \right)^{\frac{1}{2}} - 33,7 \\
 &= \frac{0,00068 \times U_{mf} \times 1,16}{(0,0000181)} = (1383,84 + 624,341)^{\frac{1}{2}} - 33,7 \\
 &= \frac{0,00068 \times U_{mf} \times 1,16}{(0,0000181)} = 44,812 - 33,7 \\
 &= \frac{0,00068 \times U_{mf} \times 1,16}{(0,0000181)} = 7,612 \\
 &= U_{mf} = \frac{0,0000181 \times 7,612}{0,00068 \times 1,16} \\
 &= U_{mf} = \frac{1,38 \times 10^{-4}}{7,8 \times 10^{-4}} \\
 &= U_{mf} = 0,1776 \text{ m/s} = 17,76 \text{ cm/s}
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada Pers. 3.2

$$\begin{aligned}
 &= \frac{d_m U_{mf} \rho_g}{\mu} = \left(27,2^2 + 0,0408 \frac{d^3_m \rho_g (\rho_m - \rho_g)}{\mu^2} \right)^{\frac{1}{2}} - 27,2 \\
 &= \frac{0,00068 \times U_{mf} \times 1,16}{(0,0000181)} = \left(27,2^2 + 0,0408 \frac{0,00068^3 \times 1,16 (1400 - 1,16)}{(0,0000181)^2} \right)^{\frac{1}{2}} - 27,2 \\
 &= \frac{0,00068 \times U_{mf} \times 1,16}{(0,0000181)} = (739,84 + 624,341)^{\frac{1}{2}} - 27,2
 \end{aligned}$$

$$= \frac{0,00068 \times U_{mf} \times 1,16}{(0,0000181)} = 36,935 - 27,2$$

$$= \frac{0,00068 \times U_{mf} \times 1,16}{(0,0000181)} = 9,734$$

$$= U_{mf} = \frac{0,0000181 \times 9,734}{0,00068 \times 1,16}$$

$$= U_{mf} = \frac{1,76 \times 10^{-4}}{7,8 \times 10^{-4}}$$

$$= U_{mf} = 0,22712 \text{ m/s} = 22,712 \text{ cm/s}$$

B. Fenoma pada ruang fluidisasi

1. Pasir silika



a. 30 cm



b. 40 cm



c. 50 cm

2. Batubara



a. 30 cm



b. 40 cm



c. 50 cm



KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
BALAI BESAR PENGUJIAN MINERAL DAN BATUBARA tekMIRA
Jl. Jenderal Sudirman 623 Bandung - 40211

Tromol Pos : 816

Telepon : (022) 6030483

Fax : (022) 6003373

e-mail : laboratorium.tekmira@esdm.go.id

Nomor: 1357/LBB/XII/2023

08 Desember 2023

SERTIFIKAT ANALISIS
CERTIFICATE OF ANALYSIS

Dibuat untuk : Syifa Ainun Mauk dan Oppy Oktaviani Pajri
Certified for
Jenis contoh : Batubara
Type of sample
Sifat / Kondisi Barang yang diuji : -
Description of sample
Asal contoh : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon
Origin of sample
Jumlah contoh : 1 (satu)
Amount of sample
Nomor laboratorium : 7943/2023
Laboratory number
Contoh diterima : 07 Desember 2023
Sample received on
Tanggal Selesai Analisis : 07 Desember 2023
Date of analysis
Hasil analisis : Hasil Analisis Terlampir
Analysis results

Laboratorium Batubara,
Astuti Rahayu, S.Si. 2
NIP. 19730923 199403 2 005

1 dari 2

Catatan : 1. Hasil Pengujian/analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Notes The analysis result are valid only for the tested samples

2. Sertifikat tidak boleh diperbanyak (digandakan) tanpa izin dari Pengendali Teknis

The certificate cannot be reproduced without a written permission from the Technical Controller

Tanggal Penerbitan/Revisi : 08-07-2022/-

Lampiran Sertifikat Nomor : 1357/LBB/XII/2023

HASIL ANALISIS / ANALYSIS RESULT :

No	No. Lab	Sample Marks	Bulk Density
			g/cm ³
1	7943/23	Batubara	0,64
STANDARD METHOD MENGACU KE			ISO 567

Laboratorium Batubara,



Astuti Rahayu, S.Si.

NIP. 19730923 199403 2 005

2 dari 2

Catatan : 1. Hasil Pengujian/analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Notes The analysis result are valid only for the tested samples

2. Sertifikat tidak boleh diperbanyak (digandakan) tanpa izin dari Pengendali Teknis

The certificate cannot be reproduced without a written permission from the Technical Controller

Tanggal Penerbitan/Revisi : 08-07-2022/-



KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL MINERAL DAN BATUBARA
BALAI BESAR PENGUJIAN MINERAL DAN BATUBARA tekMIRA
Jl. Jenderal Sudirman 623 Bandung - 40211

Tromol Pos : 816

Telepon : (022) 6030483

Fax : (022) 6003373

e-mail : laboratorium.tekmira@esdm.go.id

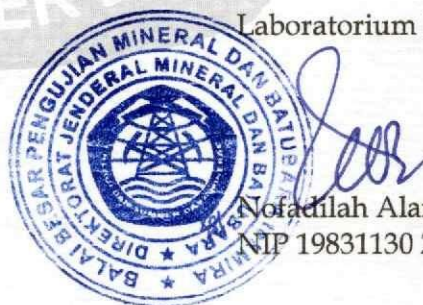
Nomor : 1404/LFM/XII/2023

12 Desember 2023

SERTIFIKAT ANALISIS
CERTIFICATE OF ANALYSIS

Dibuat untuk : Syifa Ainun Mauk & Oppy Oktaviani Pajri
Certified for
Jenis contoh : Pasir Silika
Type of sample
Sifat / Kondisi Barang yang diuji : -
Description of sample
Asal contoh : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon
Origin of sample
Jumlah contoh : 1 (satu)
Amount of sample
Nomor laboratorium : 7942/2023
Laboratory number
Contoh diterima : 07 Desember 2023
Sample received on
Tanggal Selesai Analisis : 12 Desember 2023
Date of analysis
Hasil analisis : Hasil Analisis Terlampir
Analysis results

Laboratorium Mineral,



Nofadilah Alamanda, S.Si
NIP 19831130 200604 2 001

1 dari 2

Catatan : 1. Hasil Pengujian/analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Notes The analysis result are valid only for the tested samples

2. Sertifikat tidak boleh diperbanyak (digandakan) tanpa izin dari Pengendali Teknis

The certificate cannot be reproduced without a written permission from the Technical Controller

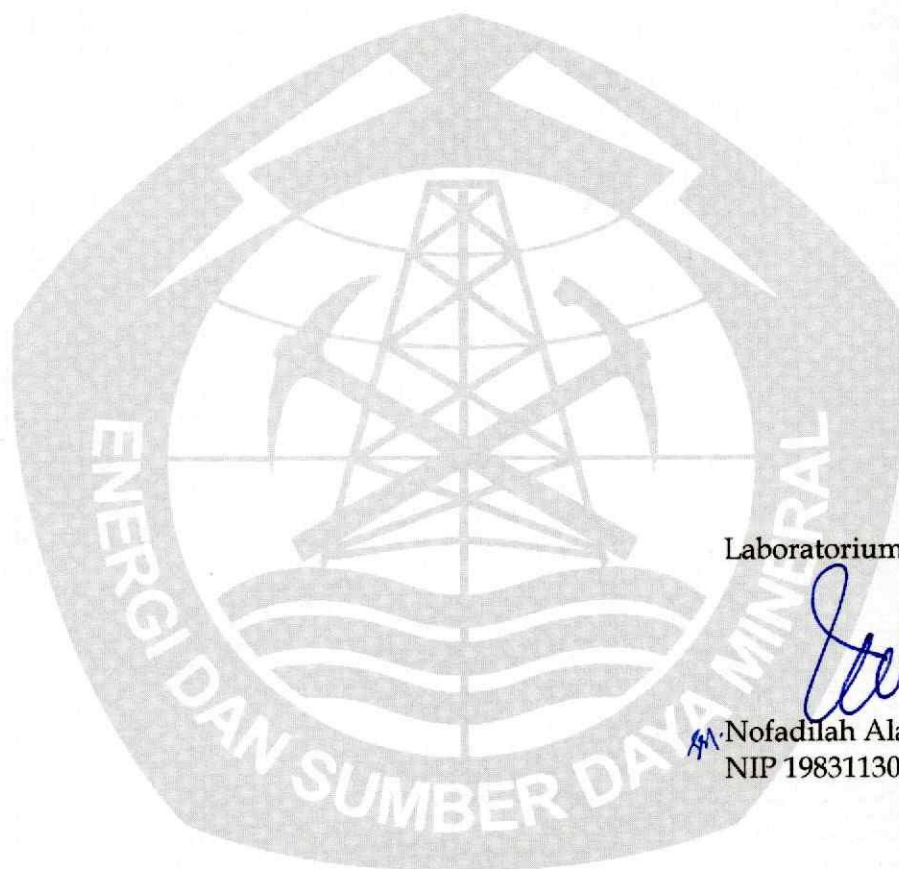
Tanggal Penerbitan/Revisi : 08-07-2022/-

Lampiran sertifikat Nomor : 1404/LFM/XII/2023

Hasil analisis :

Analysis results

Analysis Results				
Nomor Lab.	Sample ID	Fraksi (mesh)	Fraksi (mm/μm)	Berat (%)
7942/2023	Pasir Silika	+20	+850 μm	8,62
		-20+35	-850 μm +710 μm	29,06
		-35+30	-710 μm +600 μm	10,94
		-30	-600 μm	51,38
Total				100,00



Laboratorium Mineral,


 Nofadilah Alamanda, S.Si
 NIP 19831130 200604 2 001

2 dari 2

Catatan : 1. Hasil Pengujian/analisis ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji

Notes The analysis result are valid only for the tested samples

2. Sertifikat tidak boleh diperbanyak (digandakan) tanpa izin dari Pengendali Teknis

The certificate cannot be reproduced without a written permission from the Technical Controller

Tanggal Penerbitan/Revisi : 08-07-2022/-