

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perhitungan Tingkat Kehalusan Kapur

Pengujian tingkat kehalusan kapur dilakukan bertujuan untuk mengetahui banyaknya sampel yang lolos ayakan mesh 200. Hasil dari pengujian sampel tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Massa Sampel Kapur Lolos Ayakan Mesh 200 (gr)

Pengulangan	Putaran (rpm)				
	100	150	200	250	300
1	16	25	27	34	40
2	14	23	27	36	40
3	16	24	27	34	40
Total	46	72	81	104	120
Rata-rata	15.3	24	27	34.7	40

#### 4.1.1 Hasil Perhitungan Tingkat Kehalusan Kapur

##### 4.1.1.1 Sieve Analysis

*Sieve Analysis* merupakan metode untuk mengetahui tingkat kehalusan suatu material dengan mengayak material tersebut pada ayakan dengan ukuran tertentu, lalu menghitung berapa banyak sampel yang lolos ayakan tersebut. Persamaannya sebagai berikut:

$$\% \text{ Passing} = \frac{W_{\text{below}}}{W_{\text{total}}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Keterangan : % Passing = persentase sampel yang lolos

W below = massa sampel yang lolos ayakan (gr)

W total = massa sampel mula-mula 100 gr

Perhitungan *sieve analysis*:

$$\begin{aligned} \% \text{ Passing} &= \frac{W \text{ below}}{W \text{ total}} \times 100\% \\ &= \frac{16}{100} \times 100\% \\ &= 16\% \end{aligned}$$

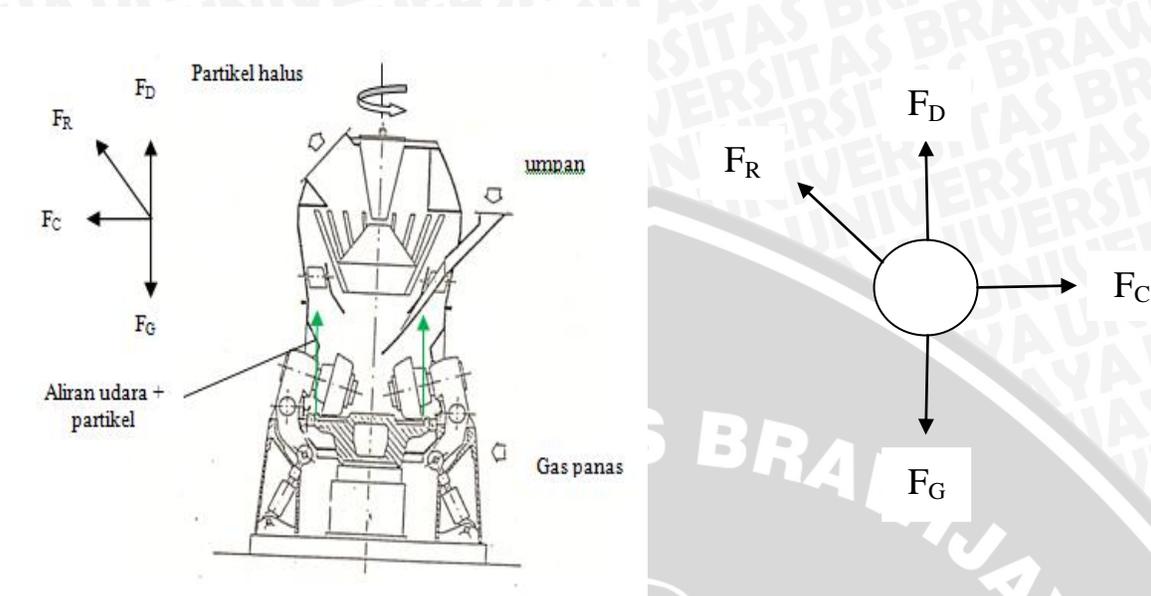
Dari contoh perhitungan di atas maka didapatkan persentase sampel lolos ayakan mesh 200 untuk masing-masing putaran yaitu:

Tabel 4.2 Data Hasil Persentase Sampel Kapur Lolos Ayakan Mesh 200 (%)

Pengulangan	Putaran (rpm)				
	100	150	200	250	300
1	16	25	27	34	40
2	14	23	27	36	40
3	16	24	27	34	40
Total	46	72	81	104	120
Rata-rata	15.3	24	27	34.7	40

#### 4.1.1.2 Perhitungan Gaya Resultan Pemisahan Partikel

Pemisahan partikel pada *air classifier* terjadi karena partikel kasar atau partikel ukuran besar tersapu oleh putaran *rotor* yang menyebabkan partikel kasar terlempar ke dinding *mill* sedangkan partikel halus lolos dari putaran *rotornya* sehingga terbawa menuju tempat penyimpanan. Persamaannya sebagai berikut:



Gambar 4.1 Gaya-Gaya yang Bekerja Pada *Vertical Mill*

1. Perhitungan gaya gravitasi ( $F_G$ )

$$\begin{aligned}
 F_G &= m \times g \\
 &= \frac{\rho \pi d^3}{6} \times g \\
 &= \frac{2600 \times 3,14 \times 0,000074^3}{6} \times 9,8 \\
 &= 5,4 \times 10^{-9} \text{ N}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan gaya hambat ( $F_D$ )

$$\begin{aligned}
 F_D &= \frac{1}{4} \pi d^2 \times \frac{1}{2} \rho v^2 \times C_D \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,000074^2 \times \frac{1}{2} \times 0,681 \times 53^2 \times 0,47 \\
 &= 1,93 \times 10^{-6} \text{ N}
 \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan gaya sentrifugal *rotor air classifier* ( $F_C$ )

$$\begin{aligned}
 F_C &= \frac{m \times v_\alpha^2}{r} \\
 &= \frac{m \times (\omega \times r)^2}{r} \\
 &= \frac{5,4 \times 10^{-9} \times (9,55 \times 100 \times 0,72505)^2}{0,72505} \\
 &= 0,00357 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan gaya sentrifugal diatas, maka didapatkan nilai gaya sentrifugal untuk masing-masing putaran yaitu:

Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Gaya Sentrifugal *Rotor Air Classifier* ( $F_C$ )

No	Putaran (rpm)	Gaya Sentrifugal <i>Rotor Air Classifier</i> (N)
1	100	0,00357
2	150	0,00803
3	200	0,0143
4	250	0,0223
5	300	0,0321

### 4. Perhitungan Gaya Resultan Pemisahan Partikel

$$F_R = \sqrt{\left( \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \times \frac{1}{2} \rho v^2 \times C_D \right) - (m \times g) \right)^2 + \left( \frac{m \times (\omega \times r)^2}{r} \right)^2} \quad (4.2)$$

Keterangan :  $F_C$  = gaya sentrifugal partikel pada *rotor air classifier* (N)

$F_G$  = gaya gravitasi (N)

$F_R$  = gaya resultan pemisahan partikel (N)

$F_D$  = gaya hambat udara (N)

$m$  = massa partikel (menggunakan rumus  $m = \frac{\rho \pi d_{partikel}^3}{6}$ )

$d$  = diameter *rotor air classifier* (1450,1 mm = 1,4501 m)

$r$  = radius *rotor air classifier* (m)

$\rho$  = massa jenis kapur (2,6 gr/cm<sup>3</sup> = 2600 kg/m<sup>3</sup>)

- $\bar{g}$  = percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)
- $d_{partikel}$  = diameter partikel = diameter mesh 200 = 0,074 mm = 0,000074 m
- $\omega$  = kecepatan sudut rotor = putaran *rotor air classifier* x 9,55 (rpm)
- $C_D$  = koefisien hambat partikel (0,47)
- $\rho_{udara}$  = massa jenis udara (0,681 kg/m<sup>3</sup>)
- $v$  = kecepatan gas panas (23 m/s) + kecepatan hisapan *blower* (30m/s)

$$F_R = \sqrt{\left(\left(\frac{1}{4}\pi d^2 \times \frac{1}{2}\rho v^2 \times C_D\right) - (m \times g)\right)^2 + \left(\frac{m \times (\omega \times r)^2}{r}\right)^2}$$

$$= \sqrt{(1,93 \times 10^{-6} - 5,4 \times 10^{-9})^2 + 0,00357^2}$$

$$= 0,00357 \text{ N}$$

Dari contoh perhitungan di atas maka didapatkan nilai gaya resultan pemisahan partikel ( $F_R$ ) untuk masing-masing putaran yaitu:

Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Gaya Resultan Pemisahan Partikel ( $F_R$ )

No	Putaran (rpm)	Gaya Resultan Pemisahan Partikel (N)
1	100	0,00357
2	150	0,00803
3	200	0,0143
4	250	0,0223
5	300	0,0321

## 4.2 Analisa Statistik

### 4.2.1 Analisis Varian Kehalusan Kapur

Dilakukan analisis uji *one way anova* untuk melihat perbedaan rata-rata antar putaran. *One way anova* dilakukan secara manual dengan menggunakan rumus di bawah ini. Pengujian dilakukan dengan membandingkan semua perlakuan, sehingga dapat dilihat apakah kelima perlakuan tersebut berbeda rata-rata secara signifikan.

Hipotesis

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  (Tidak terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelompok data)

$H_1 : \mu_i$  (Terdapat setidaknya 1 kelompok yang berbeda rata-rata secara signifikan)

Tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) : 0.05

Kriteria Pengujian

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka  **$H_0$  ditolak**.

Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka  **$H_0$  diterima**.

### 1. Jumlah Kuadrat Total

$$\begin{aligned} JKT &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 - \frac{T^2_{..}}{nk'} \\ &= 16^2 + 14^2 + \dots + 40^2 - \frac{423^2}{15} \\ &= 13033 - 11928,6 \\ &= 1104,4 \end{aligned}$$

### 2. Jumlah Kuadrat untuk Nilai Tengah Kolom

$$\begin{aligned} JKK &= \frac{\sum_{i=1}^k T^2_{.i}}{n} - \frac{T^2_{..}}{nk'} \\ &= \frac{46^2 + 72^2 + 81^2 + 104^2 + 120^2}{3} - \frac{423^2}{15} \\ &= 13025,7 - 11928,6 \\ &= 1097,1 \end{aligned}$$

### 3. Jumlah Kuadrat Galat

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKK \\ &= 1104,4 - 1097,1 \\ &= 7,3 \end{aligned}$$



## 4. Kuadrat Tengah untuk Nilai Tengah Kolom

$$\begin{aligned}
 S_1^2 &= \frac{JKK}{k-1} \\
 &= \frac{1097,1}{5-1} \\
 &= 274,275
 \end{aligned}$$

## 5. Kuadrat Tengah Galat

$$\begin{aligned}
 S_2^2 &= \frac{JKG}{k(n-1)} \\
 &= \frac{7,3}{5(3-1)} \\
 &= 0,73
 \end{aligned}$$

6.  $f_{hitung}$ 

$$\begin{aligned}
 f_{hitung} &= \frac{S_1^2}{S_2^2} \\
 &= \frac{274,275}{0,73} \\
 &= 375,72
 \end{aligned}$$

7. Wilayah kritik:  $f > 3,48$ 

Tabel 4.5 Analisa Ragam untuk Data Hasil Sampel Kapur Lolos Ayakan Mesh 200

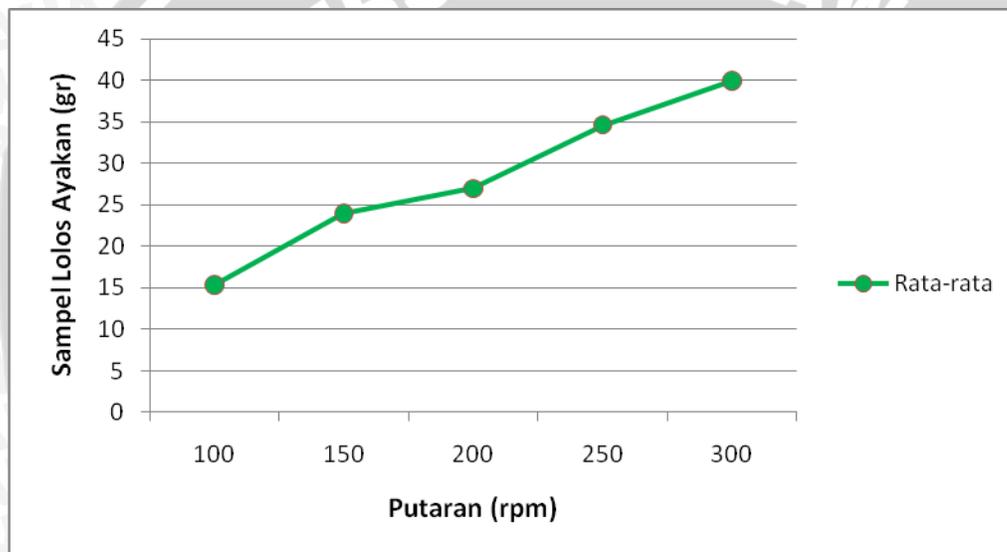
Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F hitung
Nilai tengah kolom	1097,1	4	274,275	375,72
Galat	7,3	10	0,73	
Total	1104,4	14		

Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai tengah sampel lolos ayakan mesh 200 tiap putaran tidak sama untuk ketiga kali pengulangan tersebut.

### 4.3 Pembahasan

#### 4.3.1 Hubungan antara Putaran *Rotor Air Classifier* dengan Massa Sampel Lolos Ayakan Mesh 200

Setelah melakukan penelitian dan penganalisaan data dari hasil pengujian sampel lolos ayakan > mesh 200 maka di dapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik Hubungan antara Putaran *Rotor Air Classifier* dengan Massa Sampel Lolos Ayakan Mesh 200

Pada grafik dapat dilihat bahwa semakin besar putaran *rotor air classifier* maka sampel lolos ayakan mesh 200 yang didapat semakin meningkat. Untuk putaran 100 rpm didapatkan sampel lolos ayakan mesh 200 sebesar 15,3 gr. Untuk putaran 150 rpm didapatkan sampel lolos ayakan mesh 200 sebesar 24 gr. Untuk putaran 200 rpm didapatkan sampel lolos ayakan mesh 200 sebesar 27 gr. Untuk putaran 250 rpm didapatkan sampel lolos ayakan mesh 200 sebesar 34,7 gr. Untuk putaran 300 rpm didapatkan sampel lolos ayakan mesh 200 sebesar 40 gr.

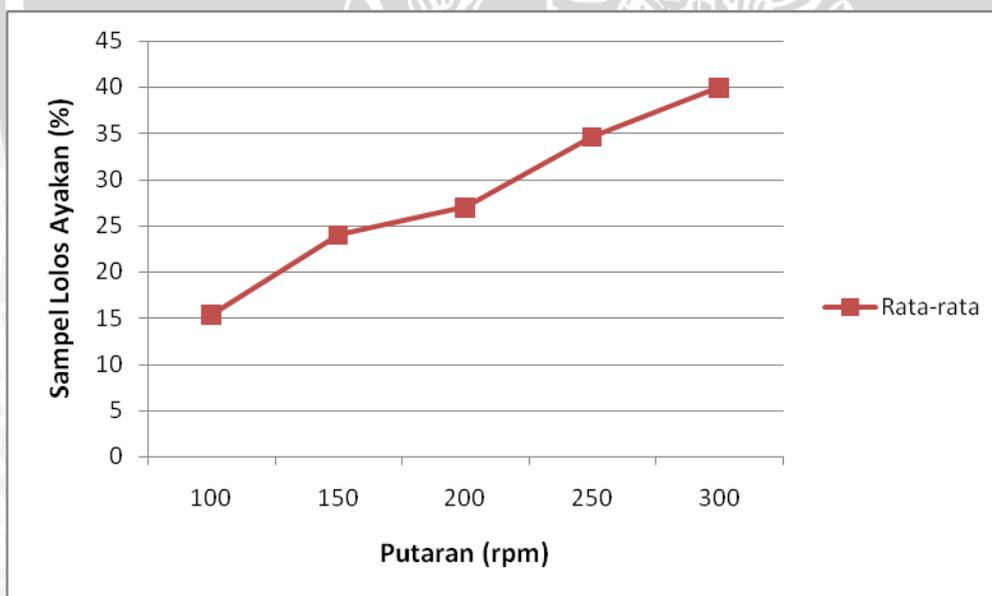
Dari hasil dan grafik di atas, sampel lolos ayakan mesh 200 mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya putaran yang diberikan sampai pada titik maksimum yaitu

sebesar 300 rpm. Hal ini disebabkan pada saat *rotornya* berputar, semakin tinggi putaran *rotor* yang diberikan, maka waktu yang diperlukan akan semakin singkat, sehingga material yang melewati *rotor* yang berputar akan semakin banyak dan nilai *meshnya* juga semakin meningkat. Akibatnya, pada saat sampel diayak pada ayakan *mesh* 200, sampel yang lolos ayakan tersebut akan semakin banyak.

Jika dihubungkan dengan gaya resultan pemisahan partikel ( $F_R$ ), semakin tinggi putaran *rotor* ( $n$ ) yang diberikan, maka gaya resultan pemisahan partikel yang dihasilkan juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan pada saat putaran *rotor* ditingkatkan, gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh *rotor* tersebut akan semakin meningkat, sehingga gaya resultan pemisahan partikel ( $F_R$ ) yang dihasilkan juga semakin meningkat.

#### 4.3.2 Hubungan antara Putaran *Rotor Air Classifier* dengan Persentase Sampel Lolos Ayakan Mesh 200

Setelah melakukan penelitian dan penganalisaan data dari hasil pengujian sampel lolos ayakan > mesh 200 maka di dapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara Putaran *Rotor Air Classifier* dengan Persentase Sampel Lolos Ayakan Mesh 200

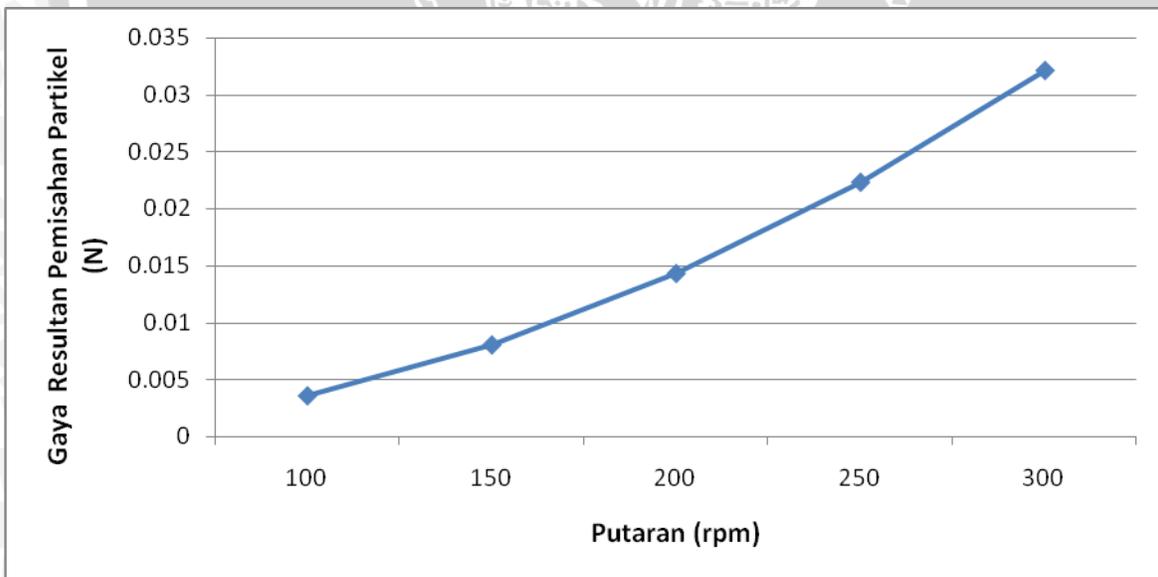
Pada grafik dapat dilihat bahwa semakin besar putaran *rotor air classifier* maka sampel lolos ayakan mesh 200 yang didapat semakin meningkat. Untuk putaran 100 rpm didapatkan sampel lolos ayakan mesh 200 sebesar 15,3%. Untuk putaran 150 rpm didapatkan sampel lolos

ayakan mesh 200 sebesar 24%. Untuk putaran 200 rpm didapatkan sampel lolos ayakan mesh 200 sebesar 27%. Untuk putaran 250 rpm didapatkan sampel lolos ayakan mesh 200 sebesar 34,7%. Untuk putaran 300 rpm didapatkan sampel lolos ayakan mesh 200 sebesar 40%.

Dari hasil dan grafik di atas, persentase sampel lolos ayakan mesh 200 mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya putaran yang diberikan sampai pada titik maksimum yaitu sebesar 300 rpm. Hal ini disebabkan pada saat *rotornya* berputar, semakin tinggi putaran *rotor* yang diberikan, maka waktu yang diperlukan akan semakin singkat, sehingga material yang melewati *rotor* yang berputar akan semakin banyak dan nilai *meshnya* juga semakin meningkat. Akibatnya, pada saat sampel diayak pada ayakan *mesh* 200, sampel yang lolos ayakan tersebut akan semakin banyak, sehingga persentase sampel lolos ayakan mesh 200 semakin meningkat.

#### 4.3.3 Hubungan antara Putaran *Rotor Air Classifier* dengan Gaya Resultan Pemisahan Partikel ( $F_R$ )

Setelah melakukan perhitungan gaya pemisahan partikel ( $F_R$ ) tiap putaran, maka di dapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara Putaran *Rotor Air Classifier* dengan Gaya Pemisahan Partikel ( $F_R$ )

Pada grafik dapat dilihat bahwa semakin besar putaran *rotor air classifier* maka gaya resultan pemisahan partikel yang dihasilkan semakin meningkat. Untuk putaran 100 rpm gaya

pemisahan partikel yang dihasilkan sebesar 0,00357 N. Untuk putaran 150 rpm gaya pemisahan partikel yang dihasilkan sebesar 0,00803 N. Untuk putaran 200 rpm gaya pemisahan partikel yang dihasilkan sebesar 0,0143 N. Untuk putaran 250 rpm gaya pemisahan partikel yang dihasilkan sebesar 0,0223 N. Untuk putaran 300 rpm gaya pemisahan partikel yang dihasilkan sebesar 0,0321 N.

Dari hasil dan grafik di atas, gaya resultan pemisahan partikel ( $F_R$ ) mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya putaran yang diberikan sampai pada titik maksimum yaitu sebesar 300 rpm. Hal ini disebabkan pada saat *rotornya* berputar, semakin tinggi putaran *rotor* yang diberikan, gaya sentrifugal yang dihasilkan semakin besar, sehingga gaya resultan pemisahan partikel ( $F_R$ ) yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini mempengaruhi sampel yang diuji pada ayakan mesh 200. Semakin besar gaya resultan pemisahan partikel ( $F_R$ ) yang dihasilkan oleh *rotor* tersebut, maka produk gilingan yang dihasilkan semakin halus, sehingga pada saat sampel diuji pada ayakan mesh 200, sampel yang lolos ayakan mesh 200 juga semakin banyak.



