

## Perancangan Bag Filter pada Ruang Packing Industri Tepung Terigu

Rizal Hardiansyah<sup>1</sup>, Ahmad Erlan Afiuddin<sup>2</sup>

<sup>12</sup> Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal,  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

E-mail : rizalportabel97@gmail.com

### Abstrak

Ruang packing pada industri tepung terigu memiliki potensi tingkat pencemar partikulat yang tinggi dimana debu dari kegiatan packing tepung berterbangan sehingga alat penangkap debu dan partikulat sangat dibutuhkan, debu hasil packing ini tidak memiliki efek khusus tetapi dikhawatirkan dapat menyebabkan infeksi saluran pernafasan pada pekerja yang terpapar oleh debu tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pengendali pencemar partikulat menggunakan alat bag house atau juga bisa disebut bag filter dimana udara yang mengandung debu di dorong menuju kain yang berfungsi menahan debu tersebut dan udara bersih lolos, pada perencanaan ini terdapat beberapa tahapan dalam melakukan perencanaan bag house tersebut yaitu dimulai dari tahap perencanaan hood dan laju hisapnya, lalu menghitung diameter pipa duct utama dan duct cabang yang digunakan, menghitung air cleaner bag filter, menghitung filter length, menghitung jumlah bag filter. Berdasarkan analisa dan perhitungan didapatkan hasil hood yang digunakan tipe plain multiple slot opening 2 dengan panjang x lebar x tinggi. 1.6m x 0.5m x tinggi 0,8 dan Q yang dihisap 12.99 m<sup>3</sup>/s dengan 3 hood dalam 1 ruangan, diameter pipa untuk duct utama sebesar 0.92m dan pipa cabang 0.5m. Perhitungan bag filter didapatkan 110 bag filter dengan dimensi 3 x 0.15 m dan jarak antar titik 0.254 m.

**Kata Kunci** : bag filter, hood , *Dust collector*

### 1. PENDAHULUAN

Pada industri tepung terigu salah satu polusi yang dihasilkan salah satunya berupa partikulat yang merupakan bagian terkecil dari total polutan yang dilepaskan ke atmosfer, tetapi memiliki pengaruh yang lebih berbahaya dari jenis polutan lainnya. Partikulat tersebut dapat membahayakan kesehatan manusia, menurunkan kualitas lingkungan dan mempengaruhi kualitas material. Besarnya pengaruh-pengaruh ini merupakan fungsi dari distribusi ukuran partikel, konsentrasi dan komposisi fisik dan kimia partikulat..

Partikulat yaitu padatan tersuspensi yang melayang di udara dan partikel cair yang berukuran lebih besar daripada molekul (molekul memiliki rata-rata 0,002  $\mu\text{m}$ ) tetapi lebih kecil dari 500  $\mu\text{m}$ . Partikulat digolongkan menjadi tiga kategori antara lain ukuran 5- 10 nm yang mudah tersaring secara fisik oleh. Kemudian yang kedua yaitu partikulat dengan ukuran antara 2 - 5 nm. Ketiga partikulat dengan ukuran berkisar < 2 m akan mudah masuk ke dalam saluran respirasi dan akan mudah keluar kembali bersama udara ekspirasi. Sehingga apabila tidak dilakukan pengolahan gas dan partikulat lingkungan kerja maka dapat mengakibatkan menurunnya kualitas kesehatan pekerja.

Pada dunia perindustrian untuk mengatasi masalah debu tersebut, dapat menggunakan mesin *Dust Collector*, yang berfungsi untuk menghisap udara yang bercampur dengan debu ruangan dan menyaring debu tersebut sehingga debu dapat dipisahkan dengan udara, udara yang telah bersih dibuang atau dialirkan ke lingkungan sehingga tidak terjadi pencemaran dan kondisi dalam ruangan bebas dari debu..

Teknik untuk mengontrol emisi partikel didasarkan pada penangkapan partikel sebelum dilepaskan ke atmosfer. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut dipengaruhi oleh ukuran partikel. Penelitian pengendali partikulat bertujuan untuk mengetahui nilai pressure drop pada unit fabric filter, mengetahui perkiraan net cloth area unit shaker bag house, mengetahui filter drag dan pressure drop maksimum unit shaker bag house, mengetahui jumlah kantung pada pulse-jet bag house, dan mengetahui daya kompresor unit pulse-jet bag house.

### 2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada perencanaan dust collector ini perlu diketahui konsentrasi partikulat dimana hal ini berfungsi untuk mengetahui banyaknya partikulat yang akan di tangkap dalam bag house tersebut.

### Konsentrasi partikulat

Pengukuran konsentrasi partikulat pada ruang packaging industri tepung terigu dimana menggunakan alat *High Volume Air Sampler (HVAS)* kemudian dilakukan pengukuran konsentrasi menggunakan metode secara gravimetri.

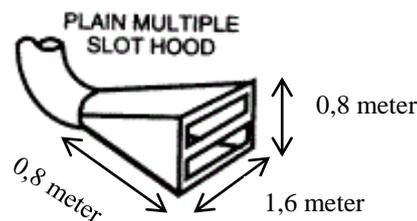
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Partikulat

Berdasarkan data yang berasal dari industri tepung terigu yang memproduksi tepung sebesar 300.000 kg/hari yang 0,4% nya tidak masuk dalam proses packaging. Sehingga dapat diketahui bahwa terdapat konsentrasi partikulat matter ukuran 10 mikron (PM10) sebesar 36,39 mg/m<sup>3</sup> (8 jam pengukuran) yang melebihi nilai ambang batas faktor kimia di udara, dimana berdasarkan SK Mennaker No. SE.01/MEN/1997 (NAB = 10 mg/m<sup>3</sup> untuk 8 jam).

### Menentukan Hood

Hood yang akan dipakai dalam perancangan ini adalah hood tipe *Plain Multiple Slot Opening 2 or More Slots* agar menghasilkan kecepatan hisap yang tinggi dan memiliki titik jangkauan yang lebih lebar. Dimensi hood yang akan direncanakan adalah sebagai berikut :



**Gambar 1.** Detail hood *plain multipleslot opening 2 or more slots* yang direncanakan

Panjang (L)	: 1,6 m
Lebar (W)	: 0,8 m
Tinggi	: 0,8 m

kecepatan hisapan berapa pada range kecepatan 350 fpm (feet per minute), sehingga untuk perhitungan *capture velocities* menggunakan kecepatan minimal sebesar 350 fpm, yang kemudian nilai tersebut dikonversikan kedalam m/s, didapatkan :

$$\begin{aligned}
 A &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\
 &= 1,6 \times 0,8 \\
 &= 1,28 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi dari perhitungan tersebut didapatkan kecepatan hisapan untuk perancangan hood adalah .

$$V = 350 \frac{\text{feet}}{\text{menit}} \times \frac{0,3048 \text{ m}}{1 \text{ feet}} \times \frac{1 \text{ menit}}{60 \text{ detik}} = 1,778 \text{ m/s}$$

### Menghitung Laju Aliran Hisapan Hood

Menghitung laju alir hisapan hood menggunakan rumus untuk *plain multiple slot hood*

$$\begin{aligned}
 X &= \text{Radius / jarak terhadap kontaminan} \quad (X < 1,5 \text{ d}) \\
 X &= 0,92 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$Q = 0,75 V (10 X^2 + A)$$

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,75 \times 1,778 \text{ m/s} \times (10 \times (0,92 \text{ m})^2 + 1,28 \text{ m}^2) \\
 Q &= 12,99 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

### Kecepatan Dalam Duct

Range of Minimum Duct Design Velocities, dapat diketahui bahwa kecepatan yang akan melewati duct sebesar 3500, sehingga untuk perhitungan *Duct Design Velocities*, sehingga untuk perhitungan *Duct Design Velocities* menggunakan kecepatan minimal sebesar 3500 fpm atau sama dengan 17,78 m/s .

### Menghitung Diameter Dalam Duct

Dengan menggunakan besar kecepatan udara yang bergerak dalam duct serta besar laju aliran dalam duct, maka diameter duct utama dapat dicari melalui persamaan 2.3 sebagai berikut :

$$d = \left( \frac{4 \times Q}{\pi \times V} \right)^{1/2}$$

$$d = \left( \frac{4 \times 12,99362 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \times 17,78 \text{ m/s}} \right)^{1/2}$$

$$d = 0,866678 \text{ m}$$

Diameter yang telah didapatkan dari perhitungan, disesuaikan dengan diameter yang ada di pasaran yakni 1,067 m.

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$V = \frac{12,99362 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (1,067 \text{ m})^2}$$

$$V = 14,53891 \text{ m/s}$$

Jadi kecepatan dalam pipa dengan diameter 1,067 m adalah 14,53891 m/s.

### Menentukan Diameter Cabang Duct

Dalam menentukan diameter *duct*, didasarkan pada nilai Q dari *Vcapture velocities* dan *Vtransport velocity*, adapun perhitungannya dapat menggunakan persamaan 2.4 berikut :

Dimana :

$$\begin{aligned} V_{\text{capture velocities}} &= 1,778 \text{ m/s} \\ A &= 1,28 \text{ m}^2 \\ Q_{\text{desain}} &= V_{\text{capture velocities}} \times A \\ &= 1,778 \text{ m/s} \times 1,28 \text{ m}^2 \\ &= 2,27584 \text{ m}^3/\text{s} \\ V_{\text{transport velocity}} &= 3500 \frac{\text{feet}}{\text{menit}} \times \frac{0,3048 \text{ m}}{1 \text{ feet}} \times \frac{1 \text{ menit}}{60 \text{ detik}} = 17,78 \text{ m/s} \\ A_{\text{duct}} &= \frac{Q_{\text{desain}}}{V_{\text{transport velocity}}} \\ &= \frac{2,27584 \text{ m}^3/\text{s}}{17,78 \text{ m/s}} \\ &= 0,128 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka nilai diameter untuk *ducting* cabang adalah :

$$\begin{aligned} A_{\text{ducting cabang}} &= \pi \cdot r^2 \\ 0,128 \text{ m}^2 &= 3,14 \times r^2 \\ r^2 &= 0,041 \text{ m}^2 \\ r &= 0,202 \text{ m} \\ d &= 0,404 \text{ m} \end{aligned}$$

dengan diameter yang ada di pasaran yaitu yang mendekati nilai 0,404 m adalah 0,5 m.

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{2,27584 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,5 \text{ m})^2}$$

$$= 11,59664 \text{ m/s}$$

Jadi kecepatan dalam pipa dengan diameter pipa 0,5 m adalah 11,59664 m/s.

#### perhitungan effective filtration velocity

Perhitungan ini dapat ditentukan dengan mengetahui data aplikasi debu (application), temperatur (temperature), ukuran partikel (particle size), dan berat debu (dust load),

$V_{fn} = 3 \text{ fpm}$  (Berdasarkan filter velocity untuk klasifikasi debu)

$A = 0,9$  (Karena debu tersebut dianggap debu yang mengganggu dalam lingkungan kerja tersebut)

$T = 1$

$P = 1,1$

$D = 1,2$

$V_{ef} = V_{fn} \times A \times T \times P \times D$

$V_{ef} = 3 \text{ fpm} \times 0,9 \times 1,0 \times 1,1 \times 1,2$

$V_{ef} = 3,564 \text{ fpm}$

#### Menentukan filter length

Untuk mencari panjang filter (filter length) dapat mengacu pada grafik *optimizing can velocity versus filter bag length*. Penggunaan grafik ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari kecepatan filtrasi (filter velocity) atau  $V_{ef}$  dan nilai *can velocity* ( $V_c$ ). Adapun data yang digunakan untuk pembacaan grafik tersebut adalah sebagai berikut :

$V_{ef} = 3,564 \text{ fpm}$

$V_c = 200 \text{ fpm}$  (mengacu pada *filter sizing factor for primary filter collector*).

Dari data diatas diperoleh nilai *filter length* dengan cara menarik garis sumbu Y (velocity /  $V_c$ ) sebesar 200 fpm sampai dengan garis filter velocity 9 ft. Setelah mendapatkan titik potong tersebut tarik garis lurus ke arah sumbu X yaitu garis yang menunjukkan tinggi dari filter (filter length) sehingga didapatkan nilai 9 ft = 2.74 m

#### Menentukan Jumlah Bag Filter

Untuk menentukan jumlah bag filter mengacu pada grafik *Optimizing Number of filter bag versus filter bag length*, dalam perhitungannya hampir sama dengan menghitung filter length yaitu dengan cara menarik sumbu X sebesar 9 ft sampai berpotongan dengan garis *filter velocity* = 7.5 ft/min. setelah mendapatkan titik potong tersebut digarik garis lurus ke arah sumbu Y yaitu garis yang menunjukkan jumlah dari bag filter (number of filter). sehingga didapatkan 110 bag filter.

#### Desain bag filter

Untuk memenuhi kebutuhan jumlah bag sebanyak 110 maka dimensi perancangan ini sebagai berikut :

Panjang = 11 bag

Lebar = 10 bag

Tinggi filter = 2,70 m

Diameter bag = 0,15 m

Panjang bag = 4 m

Lebar bag = 3 m

Jarak pusat ke pusat bag pada dimensi panjang direncanakan = 0,254 m

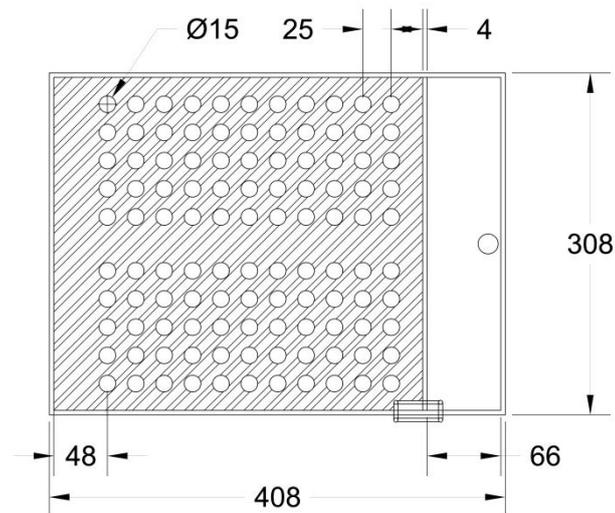
Jarak pusat ke bag pada dimensi lebar direncanakan = 0,254 m

Jadi luas area bag filter pada perancangan ini adalah :

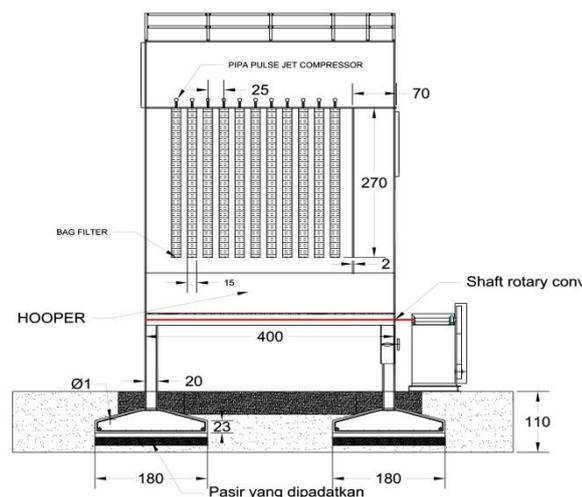
$Luas \text{ bag filter} = p \times l$

$Luas \text{ bag filter} = 4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$

$Luas \text{ bag filter} = 12 \text{ m}^2$



**Gambar 2.** Desain Bag filter Dust Collector Tampak atas



**Gambar 3.** Desain Bag filter dust collector tampak samping

#### 4. KESIMPULAN

*Dust Collector* direncanakan memiliki 3 hood yang masing masing berdimensi 1,6m x 0,8m x 0,8m memiliki kekuatan hisap  $12,99m^3/s$  dengan dimensi duct utama dan duct cabang masing masing 1,067m dan 0,5m dengan jumlah bag yg digunakan 110bag.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis disampaikan kepada dosen teknik pengolahan limbah ppns dan pihak pihak terkait yang membantu penelitian ini serta teman teman D4 TPL.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Archieves, T. N.(2011). Controlling airborne Contaminants At Work, London: Health And Safety Executive
- Crawford, M.(1976).Air Pollution Control Theory. Birmingham: University of Alabama in Birmingham
- Croom, M.L. (1995).Filter Dust Collectors. United States Of America: McGrawHill
- Dive, K. M.(1998) Industrial Ventilation. Ohio American Conference Of Govermental Industries Hygienist

Transmigrasi, Menteri Tenaga Kerja.(2011). Nilai Ambang Batas Faktor Fisika Dan Faktor Kimia di Tempat Kerja. Jakarta: Permenakertrans