

# KAJI EKSPERIMENTAL RUGI-RUGI ALIRAN CAMPURAN PARTIKEL PADAT-UDARA DALAM SALURAN HORIZONTAL PADA SISTEM *PNEUMATIC CONVEYING*

D.Erianto Simanjuntak<sup>1</sup>, Asral<sup>2</sup>,

Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>1</sup>[dannereriantosimanjuntak@gmail.com](mailto:dannereriantosimanjuntak@gmail.com), <sup>2</sup>[asral\\_2008@yahoo.com](mailto:asral_2008@yahoo.com)

## **Abstract**

*Pneumatic Conveyor is a System used to move solid particle from one site to another with air as a medium of transportation. Phenomenon that occurs in Pneumatic Conveying flow systems such as: Pressure losses, channel erosion, formation of deposits on the channel and so on. Channel erosion is seen getting bigger at the bottom of the channel. Besides that solid particles tend to be more concentrated in the bottom of the channel. Testing by varying the flow rate of mass and type of dust by regulating the opening of the channel entrance, the velocity of air flow, resulting in that increasing this variation can increase the pressure drop. Channel erosion becomes large when the concentration of dust increases in flow. At the time of testing if there is a buildup in the bottom of the dust channel the system exits longer (transport is not smooth). Then the dust attached to the blower blade will be a new problem for the system. So thus increasing the concentration of dust in the flow can affect the performance of the system.*

**Keywords:** *Pneumatic Conveying, Dust (Particles), Pressure drop.*

## **1 Pendahuluan**

Dalam dunia industri banyak ditemukan aplikasi sistem aliran dua fasa atau multi fasa. Kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada saluran pembuangan, saluran aliran darah pada manusia. Dunia industri seperti saluran aliran semen dan saluran aliran pasir dan lain-lain. Pneumatic conveyor banyak digunakan dalam berbagai macam industri. Industri yang banyak memanfaatkan pneumatic conveyor antara lain industri pengolahan makanan dan minuman, industri pengolahan plastik, industri farmasi dan kimia, industri semen dan lain-lain. Salah satu keuntungan dari pneumatic conveyors adalah biaya pemeliharaan cukup rendah, handal dalam mengangkut berbagai jenis material, serta sangat cocok untuk pemindahan material yang membutuhkan sanitasi tinggi seperti dalam industri susu, karena material yang dipindah tertutup sangat rapat karena di dalam pipa dan tanpa losses. Selain itu pneumatic conveyor merupakan jenis pesawat pengangkut dengan resiko kecelakaan yang cukup kecil bila dibandingkan dengan jenis pesawat pengangkut yang lain. Hal ini tentu aspek yang sangat penting untuk diperhatikan dalam industri, terutama industri yang memproses bahan-bahan yang berbahaya bagi manusia [1]

*Pneumatic Conveying* adalah Sistem yang menggunakan udara (gas) sebagai media pengangkut untuk mengangkut dan memindahkan partikel padat dari suatu titik posisi ke titik posisi lain. Alat yang digunakan disebut *Pneumatic Conveyor* [2]. Dunia industri banyak menggunakan Pipa sebagai saluran media pendistribusian bahan material. Oleh sebab itu penting untuk mengetahui

fenomena yang terjadi pada Pipa untuk tetap menjaga performa produksi industri. Teknologi ini banyak dipakai dalam dunia industri seperti Pabrik Semen, Pabrik Tapioka, dan lain-lain [3].

Di sepanjang saluran *Pneumatic Conveyor* terjadi gerakan aliran campuran antara udara dan partikel padat yang ditimbulkan oleh *Fan Centrifugal* yang dipasang secara hisap melewati saluran horizontal [3]. Ada dua tipe aliran dalam saluran pipa yaitu : Aliran laminar dan aliran turbulen. Dimana aliran laminar kecepatan aliran terkonsentrasi pada bagian tengah area aliran pipa dan semakin berkurang kecepatannya pada bagian dasar sedangkan aliran turbulen kecepatan nya random dan bervariasi [4]. Kecepatan udara yang tinggi memiliki beberapa kekurangan yaitu: Dapat menyebabkan kerusakan pada produk yang dihasilkan, dibutuhkan daya yang tinggi untuk operasi blower, keausan yang terjadi pada saluran pipa semakin tinggi [5]. Adapun fenomena yang terjadi yaitu : Rugi-rugi Tekanan (*Pressure Loses*), Erosi Saluran, dan Terbentuknya endapan pada Saluran. Hal ini menimbulkan dampak yang merugikan terhadap kehandalan sistem pengangkutan, umur saluran menjadi pendek dan cepat rusak. Pada dunia industri permasalahan ini dapat menghambat proses produksi dan mengeluarkan biaya banyak untuk penanganannya sehingga mengakibatkan biaya produksi meningkat dan harga jual produk menjadi tinggi [3].

Oleh sebab itu penulis mengangkat permasalahan ini untuk penelitian sehingga dapat diketahui fenomena yang terjadi disepanjang saluran selama proses transportasi partikel padat pada sistem *Pneumatic Conveyor*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Karakteristik Rugi-

rugi tekanan terhadap Laju aliran udara, Laju aliran massa, Konsentrasi partikel, dan fenomena rugi-rugi aliran disepanjang aliran pipa.

## 2 Metode

Adapun bahan partikel yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Semen  
Diameter partikel 0.09 - 1.22 mm[6]. Massa Jenis 1506 kg/m<sup>3</sup>
2. Dedak  
Diameter partikel 1.19 mm[7]. Massa Jenis 673 kg/m<sup>3</sup>
3. Tepung Tapioka  
Diameter partikel 5-26 µm[8]. Massa Jenis 593 kg/m<sup>3</sup>
4. Serbuk kayu.  
Diameter partikel 0.25 mm[9]. Massa Jenis 210 kg/m<sup>3</sup>

Berikut komponen dari *Pneumatic Conveying* :

1. Saluran pipa (pipa baja kasial)
2. *centrifugal fan*
3. *Rotary feeder*
4. *Hopper* (daya tampung 6 kg)
5. motor listrik (daya 1 hp)
6. *cyclone separator* (type swift)
7. Rangka dudukan (*frame*)
8. *Pulley* dan *belting* (tipe V)

Adapun alat ukur yang digunakan pada pengujian adalah sebagai berikut :

1. Manometer U (untuk mengukur perbedaan tekanan aliran udara disepanjang pipa)
2. *Stopwatch* (untuk mengukur kecepatan jatuh partikel dari *hopper* ke saluran pipa)
3. *Tachometer* (untuk mengukur kecepatan putaran motor listrik)

Berikut langkah-langkah dalam pengambilan data. Pengambilan data dibagi menjadi dua kelompok [2]:

1. Pengambilan data pada kondisi normal tanpa pencampuran (Kondisi I)
2. Pengambilan data pada kondisi Campuran (Kondisi II)

Adapun data yang diambil dari hasil pengamatan dan pengukuran adalah :

1. Beda tekanan sepanjang saluran sebelum dan sesudah pencampuran ( $\Delta h$  saluran)
2. Beda tekanan pada seksi uji kecepatan aliran sebelum dan sesudah pencampuran ( $\Delta h$  pitot)

Adapun variabel yang diubah adalah :

1. Laju aliran massa partikel
2. Debit aliran udara
3. Masing-masing variabel diuji pada saluran Horizontal
4. Adapun partikel padat yang di uji : Semen, Tepung Tapioka, Dedak, Serbuk Kayu

## 3 Hasil

Berikut data pengujian tanpa pencampuran yang dilakukan. Selisih head pada Manometer U yang diperoleh pada saat pengujian tanpa pencampuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Pengujian Tanpa Pencampuran

Bukaan Damper	$\Delta h$ saluran (mm)
¼	1.9
½	2.7
¾	4.3
Penuh	5.2

Berikut adalah data yang diperoleh saat pengujian material serbuk pada mesin pneumatic conveyor pada saluran horizontal bukaan damper penuh pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Pengujian Material Serbuk pada Bukaan Damper Penuh

Material Serbuk	Massa Partikel (gr)	Waktu (s)	$\Delta h$ saluran (mm)
Semen	1000	660,44	8
	1000	340,58	9,5
	1000	160,22	10
Dedak	1000	600,2	7
	1000	280,44	8,5
	1000	120,59	9
Tepung Tapioka	1000	634,43	6
	1000	366,36	7,5
	1000	152,25	8
Serbuk Kayu	1000	430,38	5
	1000	279,52	6,5
	1000	88,56	7

Berdasarkan Data pengujian Material serbuk pada bukaan damper penuh maka diperoleh hasil perhitungan Konsentrasi Partikel, Laju Aliran massa, dan Penurunan Tekanan seperti pada Tabel 3 berikut.

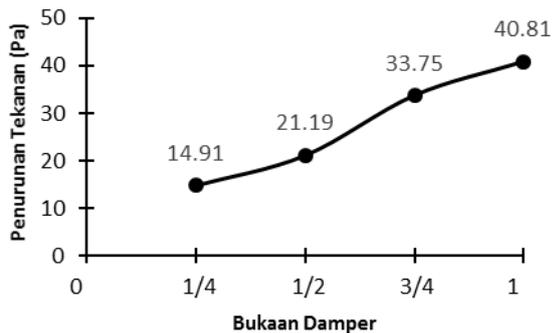
Tabel 3 Hasil Perhitungan Penurunan Tekanan pada Bukaan Damper Penuh

Material Serbuk	Konsentrasi Partikel	Laju Aliran Massa (gr/s)	$\Delta P$ (Pa)
Semen	36.3	1.51	62.78
	70.4	2.93	74.55
	149.7	6.24	78.48
Dedak	39.9	1.66	54.93
	85.5	3.56	66.71

	198.9	8.29	70.63
Tepung Tapioka	37.8	1.57	47.08
	65.4	2.73	58.86
	157.6	6.57	62.78
Serbuk Kayu	55.7	2.32	39.24
	85.8	3.57	51.01
	270.9	11.29	54.93

#### 4 Pembahasan

Pada pengujian tanpa campuran dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 bahwa semakin besar kecepatan aliran udara masuk maka Penurunan Tekanan (*Pressure drop*) disepanjang pipa akan meningkat

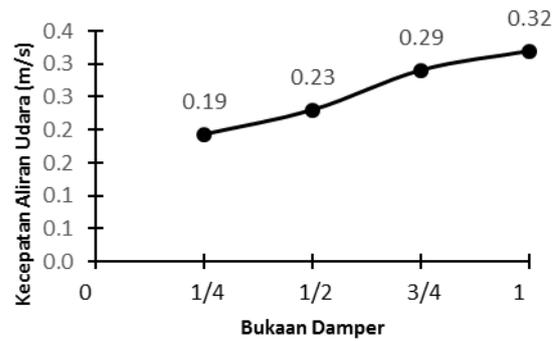


Gambar 1 Pengaruh Bukaan Damper terhadap Penurunan Tekanan pada Uji Tanpa Campuran

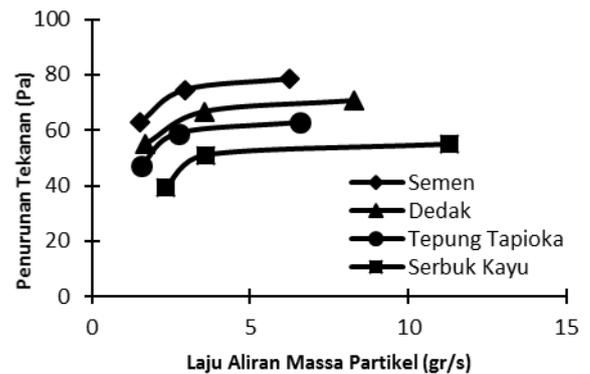
Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh *Darcy Weisbach* yang menyatakan Penurunan Tekanan berbanding lurus dengan Kecepatan aliran udara.

Pengaruh Laju aliran massa berpengaruh terhadap Penurunan Tekanan (*Pressure drop*) pada saluran dapat dilihat pada Gambar 3. Dimana semakin tinggi laju aliran massa maka Penurunan tekanan semakin meningkat. Material serbuk yang diangkut juga mempengaruhi tingkat Penurunan Tekanan. Pada pengujian ke empat material, Partikel Semen merupakan material yang sangat tinggi Penurunan tekanan yaitu sebesar 78.48 Pa dan terendah yaitu serbuk kayu sebesar 54.93 Pa.

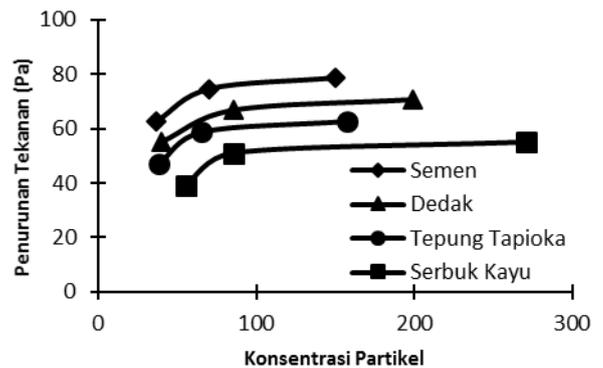
Konsentrasi partikel berbanding lurus dengan Penurunan Tekanan dapat dilihat pada Gambar 4. Dimana semakin besar konsentrasi partikel maka Penurunan tekanan meningkat. Hal ini sangat berbeda pada setiap material. Dimana konsentrasi partikel serbuk kayu lebih besar ( $C=270.9$ ) dari Semen ( $C=149.7$ ) tetapi Penurunan Tekanan Semen lebih besar dari Serbuk kayu.



Gambar 2 Pengaruh Bukaan Damper terhadap Kecepatan Aliran Udara pada Uji Tanpa Campuran



Gambar 3 Pengaruh Laju Aliran Massa terhadap Penurunan Tekanan



Gambar 4 Pengaruh Konsentrasi Partikel terhadap Penurunan Tekanan

#### 5 Simpulan

Adapun kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian eksperimen adalah sebagai berikut :

- Semakin meningkatnya laju aliran udara menyebabkan penurunan tekanan yang semakin tinggi pula. Hal ini sesuai dengan pernyataan *Darcy Weisbach*.
- Perubahan material serbuk mempengaruhi penurunan tekanan. Dimana partikel yang lebih tinggi penurunannya dibandingkan material serbuk lain yaitu Semen sebesar 74.48 Pa.
- Konsentrasi partikel mempengaruhi penurunan tekanan pada sistem pneumatik. Dimana semakin besar konsentrasi partikel maka semakin besar

penurunan tekanan tetapi berbeda hasil pada setiap material.

#### Daftar Pustaka

- [1] Perdana, Muhammad Noor Alamsyah. 2009. Perancangan Pesawat Pengangkat Jenis Pneumatic Conveyor Bertekanan Negatif Untuk Mengangkut Serbuk Susu Dengan Kapasitas 2 Ton/Jam. Program Studi Sarjana Teknik Mesin Universitas Muhamadiyah Surakarta
- [2] Mills, David, 2016, *Pneumatic Conveying Design Guide*. Elsevier Butterworth-Heinemann. Oxford.
- [3] Asral, P, Adhy, S, Anita. 2000. Pengujian Rugi-Rugi Aliran Dua Fasa (Gas-Partikel Padat) Dalam Saluran Hozontal, Miring, Dan Vertikal. Laporan Penelitian. Pekanbaru.
- [4] Klinzing, G.E, dkk. 2010. *Pneumatic Conveying Of Solids Atheoretical and practical approach*. Springer. New York
- [5] Neidigh, Scott. 1966. *Introduction to the Theoretical and Practical Principles of Pneumatic Conveying*, Neuro Corporation, West Chicago, IL, USA
- [6] Hargono, M.Jaeni, F.S Budi. 2009. Pengaruh Perbandingan Semen Pozolan Dan Semen Portland Terhadap Kekelatan Bentuk Dan Kuat Tekan Semen. *Momentum*, Vol. 5, No. 2 : 21 – 25.
- [7] Deva, Yunia Istikhodriah. 2014. “Evaluasi Pemalsuan Dedak Padi dengan Penambahan Serbuk Gergaji Menggunakan Uji Fisik”. Skripsi. Program Studi Sarjana Peternakan Fakultas Pertanian IPB.
- [8] Soejono Tjitro, Juliana Anggono, dan Dian Perdana. 2008. Peranan Tepung Jagung Dan Tepung Tapioka Dalam Pembuatan Keramik Alumina Berpori Dengan Proses Slip Casting. Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI4).
- [9] Sunaryo, Ridwan Abrar, dan Prasetyo Anang. 2016. Uji Karakteristik Fisik Dan Mekanik Bahan Bakar Briket Campuran Serbuk Kayu Dan Lateks Sebagai Energi Alternatif : 2339-028X.