



Menghitung *Pressure Drop* pada *Fluidized Bed* dengan Bahan Ketumbar

Zulnazri, **M. Asyabul Zikki**, Lukman Hakim
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Aceh, Indonesia
*email: zulnazri@unimal.ac.id

ABSTRAK

The main aspect that will be studied in this experiment is to determine the magnitude of the pressure drop (ΔP) in the bed of the solidified fluid. The purpose of this study is to be able to determine the pressure drop ratio using the U pipe manometer calculation method with the calculation method using the ergun equation. The method used in conducting this experiment is the fluidization method using intact coriander raw materials with variations in pressure of 1 kg / cm³ - 5 kg / cm³ and with variations in bed height of 3 cm, 4 cm and 5 cm, by inserting raw materials into a series of tools fluidization and air flow with varying pressure into the bed through the bottom of the column by the coriander raw material, then the U pipe manometer is measured using a ruler, the measurement results will be compared with the ergun equation. With this method it is expected that solid granules have the properties of high viscosity fluids. The results obtained from the process are using a U pipe manometer with a bed height of 5 cm and at a pressure of 5 kg / cm³ is 5.45 while that obtained on the ergun equation with a bed height of 5 cm and at a pressure of 5 kg / cm³ is 5 , 007154. Comparison of the results of the calculation of the ergun equation with the U pipe manometer equation is better to use the U pipe manometer, because the results obtained are more valid than using the ergun equation. From these results it can be concluded that the desired pressure drop in this study is that using a U pipe manometer, the higher the bed, the higher the pressure drop is obtained, as well as the higher the pressure, the higher the pressure drop obtained.

Keywords: *Pressure drop, fluidization, coriander*

ABSTRAK

Aspek utama yang akan dipelajari dalam percobaan ini adalah untuk mengetahui besarnya pressure drop (ΔP) dalam unggun padatan yang terfluidakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk dapat menentukan perbandingan pressure drop menggunakan metode perhitungan manometer pipa U dengan metode perhitungan menggunakan persamaan ergun. Metode yang digunakan dalam melakukan percobaan ini adalah metode fluidisasi dengan menggunakan bahan baku ketumbar utuh dengan variasi tekanan 1 kg/cm³ - 5 kg/cm³ dan dengan variasi tinggi unggun 3 cm, 4 cm dan 5 cm, dengan cara memasukkan bahan baku ke dalam rangkaian alat fluidisasi dan mengalirkan udara dengan tekanan yang di

variasikan kedalam unggun melalui bagian bawah kolom sampai melewati bahan baku ketumbar, kemudian manometer pipa U diukur menggunakan penggaris, hasil pengukuran tersebut akan di bandingkan dengan persamaan ergun. Dengan metode ini diharapkan butiran-butiran padat memiliki sifat seperti fluida dengan viskositas tinggi. Hasil yang di dapatkan dari proses tersebut adalah dengan menggunakan manometer pipa U dengan tinggi unggun 5 cm dan pada tekanan 5 kg/cm³ adalah 5,45 sedangkan yang di dapatkan pada persamaan ergun dengan tinggi unggun 5 cm dan pada tekanan 5 kg/cm³ adalah 5,007154. Perbandingan hasil perhitungan persamaan ergun dengan persamaan manometer pipa U lebih baik menggunakan manometer pipa U, karena hasil yang di dapatkan lebih valid dibandingkan dengan menggunakan persamaan ergun. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pressure drop yang diinginkan pada penelitian ini adalah yang menggunakan manometer pipa U, semakin tinggi unggun maka semakin tinggi pressure drop yang didapatkan, begitu juga semakin tinggi tekanan maka semakin tinggi pressure drop yang di dapatkan.

Kata kunci: hilang tekan, fluidisasi, ketumbar

1. Pendahuluan

Pressure drop merupakan suatu masalah yang penting dalam suatu proses, karena jika pressure drop nya tinggi energi yang di perlukan dalam suatu proses akan lebih banyak, kemudian jika energi yang dibutuhkan lebih banyak maka biaya yang dibutuhkan untuk membuat suatu proses tentu lebih banyak, oleh karena itu pressure drop menjadi suatu aspek utama dalam penelitian ini dengan menggunakan alat fluidisasi yang tersedia di laboratorium teknik kimia.

Aspek utama yang akan dipelajari dalam percobaan ini adalah untuk mengetahui besarnya pressure drop (ΔP) dalam unggun padatan yang terfluidakan. Untuk prosedur percobaan kali ini sederhana. Pertama tentukan densitas dan ukur butiran padatan. Lalu ukur diameter kolom dan tinggi unggun diam. Operasi fluidisasi dilakukan dengan mengalirkan air dari dasar kolom dan ukur pressure drop di dalam kolom yang berisi padatan untuk laju alir yang berbeda-beda. Penurunan tekanan (pressure drop) adalah istilah yang digunakan untuk

menggambarkan penurunan tekanan dari satu titik dalam pipa atau tabung ke hilir titik. "Penurunan tekanan" adalah hasil dari gaya gesek pada fluida ketika mengalir melalui tabung yang disebabkan oleh resistensi terhadap aliran. Penentu utama resistensi terhadap aliran fluida adalah kecepatan fluida melalui pipa dan viskositas fluida. Aliran cairan atau gas akan selalu mengalir dalam arah perlawanan paling sedikit (tekanan kurang).

Penurunan tekanan meningkat sebanding dengan gaya gesek dalam jaringan pipa. Penurunan tekanan dipengaruhi oleh sebuah jaringan pipa yang berisi rating kekasaran relatif tinggi serta banyak pipa fitting dan sendi, konvergensi tabung, divergensi, kekasaran permukaan dan sifat fisik lainnya. Selain itu Perubahan energi kinetik dan perhitungan penurunan tekanan yang disebabkan oleh gesekan dalam pipa melingkar juga berpengaruh terhadap pressure drop.

Ada beberapa proses yang bisa di gunakan untuk menghitung pressure drop, tapi pada penelitian ini menghitung pressure drop menggunakan proses fluidisasi dengan persamaan ergun dan persamaan manometer pipa U, proses fluidisasi tersebut menggunakan alat fluidized bed. Fluidisasi adalah metode pengontakan butiran-butiran padat dengan fluida, baik cair maupun gas. Butiran padat akan mengalami total gaya akibat fluida apabila terjadi gerak relatif antara permukaan butiran dan fluida. Pada laju alir fluida yang cukup rendah, aliran fluida hanya menerobos unggun butiran padat melalui celah antar partikel tanpa menyebabkan perubahan susunan partikel (keadaan fixed bed). Ketika laju alir fluida ditingkatkan hingga kecepatan tertentu, unggun butiran padat yang semula diam akan terekspansi. Pada kondisi demikian, sifat unggun akan menyerupai fluida dengan viskositas tinggi, misalnya adanya kecenderungan untuk mengalir, mempunyai sifat hidrostatis dan sebagainya. Keadaan ini disebut sebagai fluidisasi minimum. Pada laju alir fluida tinggi, partikel padat dapat terbawa aliran fluida dan meninggalkan kolom.

Fenomena fluidisasi dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya laju alir dan jenis fluida, ukuran dan densitas partikel, bentuk dan jenis partikel, faktor interlok partikel, porositas dan tinggi unggun, distribusi aliran dan bentuk ukuran fluida, dan diameter kolom. Faktor-faktor tersebut merupakan variabel dalam proses fluidisasi yang akan menentukan karakteristik proses fluidisasi. Karakteristik unggun terfluidakan dapat digambarkan dengan kurva karakteristik fluidisasi.

Dalam dunia industri, fluidisasi diaplikasikan dalam berbagai hal. Diantaranya dalam transportasi serbuk padatan (conveyer untuk solid), pencampuran padatan halus, perpindahan panas (seperti pendinginan untuk biji alumina panas), pelapisan plastik pada permukaan logam, proses drying dan sizing pada pembakaran, proses pertumbuhan partikel dan kondensasi bahan yang dapat mengalami sublimasi, adsorpsi (untuk pengeringan udara dengan adsorben), dan masih banyak aplikasi lain. Fluidisasi cair merupakan salah satu operasi pemisahan yang digunakan untuk memisahkan partikel spheris dan non-spheris. Partikel spheris memiliki penggunaan yang luas dalam industri, terutama dalam industri perminyakan untuk menjaga agar gesekan antara mata bor dan permukaan batuan tetap minimum.

2. Bahan dan Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan proses Fluidisasi ketumbar dan kemudian dimasukkan kedalam rangkaian alat fluidized bed untuk dilihat pressure drop dengan cara di alirkan udara dengan menggunakan kompresor dengan tekanan divariasikan $1 - 5 \text{ kg/cm}^3$ dengan tinggi unggun yang berbeda yaitu 3, 4, 5 cm.

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 22 Juni-29 Juli 2018 di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh,

Bukit Indah.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang merupakan variable tetap adalah ketumbar dan udara. Adapun variabel bebas berupa tekanann : 1 kg/cm³, 2 kg/cm³, 3 kg/cm³, 4 kg/cm³, 5 kg/cm³; tinggi unggun : 3 cm, 4 cm, 5 cm. Variabel terikat dari penelitian ini adalah *pressure drop*.

Prosedur Kerja

Kolom fluidisasi diisi dengan bahan ketumbar, dengan tinggi unggun 3 cm, 4 cm dan 5 cm, kemudian tutuplah keran pengatur aliran atau udara yang tidak digunakan, periksalah apakah pembacaan manometer pada posisi nol, bila tidak berada pada posisi nol, aturlah sampai pada titik nol, Hidupkan kompressor udara, aturlah laju alir udara setiap satu skalanya (misal laju alir 2 liter/menit, Catat tinggi unggun, pembacaan manometer dan fenomena unggun (unggun dia, bergejolak, mendidih dan terfluidisasi, Catat pengaruh laju alir yang diberikan kepada unggun terhadap tekanannya, sampai unggun benar benar pada kondisi ideal.

3. Hasil dan Pembahasan

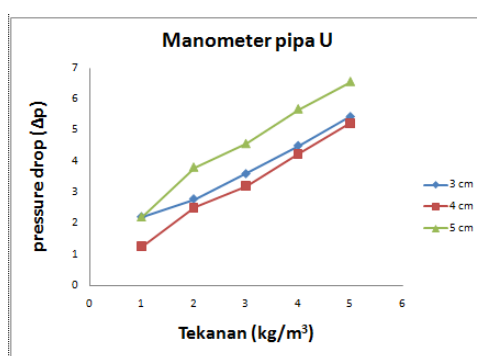
Tabel 1 Data Hasil Perolehan Perhitungan pressure dop menggunakan manometer pipa U

Tinggi unggun	Tekanan udara				
	1 kg/m ³	2 kg/m ³	3 kg/m ³	4 kg/m ³	5 kg/m ³
3 cm	2,2	2,78	3,6	4,51	5,45
4 cm	1,24	2,5	3,2	4,24	5,24
5 cm	2,2	3,8	4,56	5,68	6,56

Tabel 2 Data Hasil Perolehan Perhitungan pressure drop dengan persamaan Ergun

Tinggi unggun	Tekanan udara				
	1 kg/m ³	2 kg/m ³	3 kg/m ³	4 kg/m ³	5 kg/m ³
3 cm	1,000255	2,000255	3,000255	4,000255	5,000255
4 cm	1,00785	2,00785	3,00785	4,00785	5,00785
5 cm	1,007154	2,007154	3,007154	4,007154	5,007154

3.1 Pengaruh Ketinggian Unggun Terhadap *Pressure Drop* (ΔP) dengan Menggunakan Manometer Pipa U



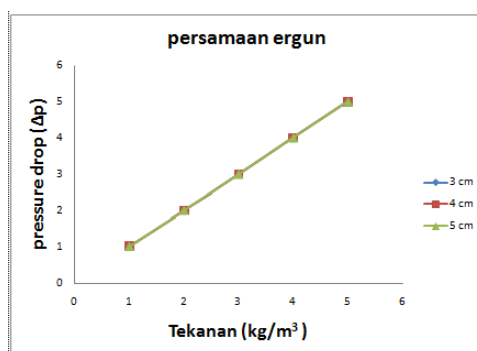
Gambar 1 Pengaruh Ketinggian unggun terhadap hilang tekan (*Pressure Drop*) dengan menggunakan manometer pipa U

Dari gambar di atas dapat kita lihat bahwa pengaruh tekanan terhadap *pressure drop* berbanding lurus yaitu semakin besar tekanan maka semakin besar *pressure drop* yang di dapatkan, seperti yang dapat kita lihat pada Gambar 4.1, dari ketiga variasi tinggi unggun (3,4,5 cm) yang kita gunakan dalam penelitian ini, menunjukkan bahwa tidak ada penurunan hilang tekan (*pressure drop*) yang signifikan. Hasil yang di dapatkan pada tinggi unggun 3 cm dan dengan tekanan 1 kg/cm³ adalah 2,2, pada tekanan 2 kg/cm³ adalah 2,78, pada tekanan 3 kg/cm³ adalah 3,6, pada tekanan 4 kg/cm³ adalah 4,51, dan pada tekanan 5 kg/cm³ adalah 5,45, sedangkan pada tinggi unggun 4 cm pada tekanan 1 kg/cm³ adalah 1,24, pada tekanan 2 kg/cm³ adalah 2,5, pada tekanan 3 kg/cm³ adalah 3,2, pada tekanan 4 kg/cm³ adalah 4,24, dan pada tekanan 5 kg/cm³ 5,24, sedangkan pada tinggi unggun 5 cm yaitu pada tekanan 1 kg/cm³ adalah 2,2, pada tekanan 1 kg/cm³ adalah 3,8, pada tekanan 2 kg/cm³ adalah 4,56, pada tekanan 3 kg/cm³

adalah 5,68, pada tekanan 5 kg/cm³ adalah 6,56. Tinggi hilang teknannya tidak stabil itu karena, pada saat pengambilan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ketumbar tidak sama ukurannya, oleh sebab itu porositas antar sesama partikel ketumbar tidak sama, maka porositas unggun yang tidak sama tersebut akan berefek pada kepadatan partikel didalam unggun juga akan terpengaruh pressure drop yang di hasilkan.

Maka hasil yang di dapatkan pada perhitungan pressure drop menggunakan manometer pipa U adalah semakin tinggi tekanan maka semakin tinggi pressure drop yang didapatkan, tetapi jika tekanan yang di berikan melebihi tekanan maksimum maka pressure drop yang di dapatkan akan semakin rendah, karena butiran padat akan mengikuti aliran fluida sampai ke atas kolom.

3.2 Pengaruh Ketinggian Unggun Terhadap Pressure Drop (ΔP) Dengan Menggunakan Persamaan Ergun



Gambar 2 Pengaruh Ketinggian unggun terhadap hilang tekan (Pressure Drop) dengan menggunakan persamaan Ergun

Pada ketinggian unggun (3,4,5 cm) yaitu berbanding lurus, pada tinggi unggun 3 cm dan dengan tekanan 1 kg/cm³ adalah 1,000255, pada tekanan 2 kg/cm³ adalah 2,000255, pada tekanan 3 kg/cm³ adalah 3,000255, pada tekanan 4 kg/cm³ adalah 4,000255, dan pada tekanan 5 kg/cm³ adalah 5,000255, sedangkan pada tinggi unggun 4 cm pada tekanan 1 kg/cm³ adalah 1,00785, pada tekanan 2 kg/cm³ adalah 2,00785, pada tekanan 3 kg/cm³ adalah 3,00785, pada tekanan 4

kg/cm³ adalah 4,00785, dan pada tekanan 5 kg/cm³ 5,00785, sedangkan pada tinggi unggun 5 cm tidak berbeda jauh yaitu pada tekanan 1 kg/cm³ adalah 1,007154, pada tekanan 1 kg/cm³ adalah 2,007154, pada tekanan 2 kg/cm³ adalah 3,007154, pada tekanan 3 kg/cm³ adalah 4,007154, pada tekanan 5 kg/cm³ adalah 5,007154. Dapat kita lihat bahwa antara 3 tinggi unggun yang kita variasikan itu tidak terdapat perbedaan yang besar, itu karena kepadatan yang ada pada partikel padat tidak sempurna ataupun memiliki porositas yang berbeda antara sesama partikel ketumbarnya.

Perbandingan hasil perhitungan pressure drop menggunakan manometer pipa U dan menggunakan persamaan ergun, perhitungan menggunakan manometer pipa U mendapatkan hasil lebih tinggi dari pada hasil yang di dapatkan pada perhitungan menggunakan persamaan ergun, hasil yang di dapatkan tersebut tidak sama dengan teori seharusnya pressure drop yang di dapatkan harus rendah karena akan berefek kepada energi yang di pakai dalam proses tersebut, itu disebabkan karena adanya perbedaan ukuran ketumbar yang diambil untuk di lakukan penelitian ini dan porositas antar sesama ketumbar tidak sama maka hasil pressure drop yang di dapatkan tidak maksimal (Yesaya, dkk 2014).

Hasil lain yang dapat disimpulkan juga adalah semakin tinggi tekanan maka semakin tinggi pressure drop yang di hasilkan, dan semakin tinggi unggun partikel padatnya maka akan semakin tinggi pressure drop yang dihasilkan. Apabila tekanan yang diberikan terhadap partikel padatnya sampai pada batas maksimum, maka pressure drop yang dihasilkan akan semakin kecil karena partikel padat yang menaahan fluida melewatinya akan mengikuti fluidanya yaitu mengalir ke atas sampai ujung kolom.

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Perhitungan nilai pressure drop menggunakan manometer pipa U lebih baik dibandingkan dengan menggunakan persamaan ergun yaitu dengan perbandingan angka pada tekanan 5 kg/cm³ dengan tinggi unggun 5 cm yaitu dengan persamaan ergun hasil yang di dapat adalah 5,007154 sedangkan yang didapatkan pada persamaan manometer pipa U dengan tekana dan tinggi unggun yang sama adalah 6,56.

Semakin tinggi unggun partikel padat yang ada didalam unggun maka semakin tinggi pressure drop yang di hasilkan. Semakin tinggi tekanan maka akan semakin tinggi pressure drop yang didapatkan, tapi jika tekanan melampaubatas maksimum maka akan terjadi ekspansi partikel padat dan pressure dropnya akan rendah

4.2 Saran

Saran-saran yang dapat disampaikan untuk kesempurnaan penelitian ini adalah perlu dilakukan percobaan lebih lanjut dengan menggunakan pelarut lain (alkohol), serta menggunakan *vacum evaporator* untuk mendapatkan larutan zat warna yang lebih kental, selain itu perlu dilakukan juga penelitian dengan memvariasikan waktu yang lebih cepat untuk mendapatkan kondisi operasi maksimal.

5. Daftar Pustaka

- Alfian Abdullah. 2012. “Hematologi, Malondealdehida Plasma Darah, Dan Bobot Organ Limfoid Broiler Yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (Coriandrum Sativum L.)”. Ipb:Bandung.
- Astawan, M. 2009. Ketumbar. <http://cybehealt.cbn.net.id>.
- Carman, P. C. 1973. *Fluid Flow Through Granular Beds*. Transactions – Institution of Chemical Engineeres
- Dechsiri, C. 2004. *Particke transport in fluidized bed: experimen and and stockastic model. Groningen*.
- Geankoplis, Christie J. 1993. *Transport Processes and unit operation. Prentice-97*

Hall, Inc. New Jersey.

Khawaja, H. 2015. *Review Of The Phenomenon Of Fluidization And Its Numerical Modelling Techniques*: Multi Science Publishing, Norway.

Kozney, J. 1927. *Ueber kapillare leitung des wassers im boden. Sitzungsber Akad.. Wiss.*

McCabe, Warren L., dkk. 1993. *Unit Operations Of chemical Engineering Seventh Edition*. Jakarta: Erlangga.

Stepine, L. 2015. *Fluidization*. Department of Energy and Fuels. Polandia.

Seville J. P. K., Ding Y. L. And Stein M. 2000. *“Particle Motion In Bubbling Fluidized Beds”*, *Proceedings Of The 3 Rd European Conference On Fluidization, Toulouse*.

W.E. McCabe, J.C. Smith, and P. Harriott. 2001. *Unit Operations of Chemical Engineering. McGraw Hill, New York*.

Wen, C. Y. and Yu, Y. H., *Mechanics of fluidization*. Chem. Eng. Prog. Symp. Series., 1966(62): pp. 100–111