

Kaji Eksperimental Variasi Bentuk Injektor Udara Terhadap Pola Aliran Dan Debit Air pada *Air-Lift Pump*

Drajat Indah Mawarni^{a*}

^a Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe

* Drajat Indah Mawarni, Alamat Email: drajatindah74@gmail.com

Diterima : 19 Desember 2022 - Direview : 21 Desember 2022 - Diterbitkan : 31 Desember 2022

Intisari

Aliran dua fase adalah dua aliran fluida berbeda yang mengalir dalam sebuah pipa. Aliran dua fase dikelompokkan menjadi aliran gas-cair, gas padat, padat-cair. Selain dari fluida yang mengalir, aliran dua fase dibedakan menurut arah pipa vertikal dan arah pipa horisontal. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pola aliran dan debit pada *air-lift pump* melalui variasi bentuk injektor. Pengujian ini dilakukan dengan variasi bentuk injektor yaitu jenis nosel, tabung dan diffuser, menggunakan pipa uji arah vertikal dan panjang 500 mm dengan diameter 24 mm, menggunakan *water level* 450 mm dengan kecepatan *superficial gas* 0,07 m/s, 0,085 m/s, 0,10 m/s. Dari injektor yang sudah diteliti, injektor jenis nosel dengan *superficial gas* 0,10 m/s menghasilkan debit air paling tinggi. Sedangkan debit air paling rendah terdapat pada jenis injektor diffuser dengan *superficial gas* 0,075 m/s. Dalam pengamatan pola aliran injektor nosel aliran yang terjadi adalah (*churn flow*) namun di setiap pola aliran ada beberapa *bubble* yang muncul. pola aliran injektor tabung pola aliran yang terjadi adalah *churn flow* dan *annular flow*. Dan pada injektor diffuser pola aliran yang terjadi berubah-ubah yaitu *churn flow* dan *slug flow* semakin besar *superficial gas* maka pola aliran berubah *annular flow*

Kata Kunci: Bentuk Injektor, debit air, pola aliran, *air-lift pump*.

Abstract

Two-phase flow is two different fluid streams flowing in a pipe. Two-phase flows precipitate into gas-liquid, gas-solid, solid-liquid flows. Apart from the flowing fluid, two-phase flow is differentiated according to the direction of the vertical pipe and the direction of the horizontal pipe. The purpose of this study was to determine the pattern of flow and discharge in the air-lift pump through variations in the shape of the injector. This test was carried out with variations in the shape of the injector, namely the type of nozzle, tube and diffuser, using a test pipe with a vertical direction and a length of 500 mm with a diameter of 24 mm, using a water level of 450 mm with a superficial gas velocity of 0.07 m/s, 0.085 m/s, 0.10 m/s. Of the injectors that have been carefully inspected, the nozzle-type injector with a superficial gas of 0.10 m/s produces the highest water discharge. While the lowest water discharge is found in the type of diffuser injector with superficial gas of 0.075 m/s. In observing the flow pattern of the injector nozzle the flow that occurs is (churn flow) but in each flow pattern there are several bubbles that appear. The flow patterns of tube injectors The flow patterns that occur are churn flow and annular flow. And in the diffuser injector, the flow pattern that occurs varies, namely churn flow and slug flow, the greater the superficial gas, the flow pattern changes to annular flow.

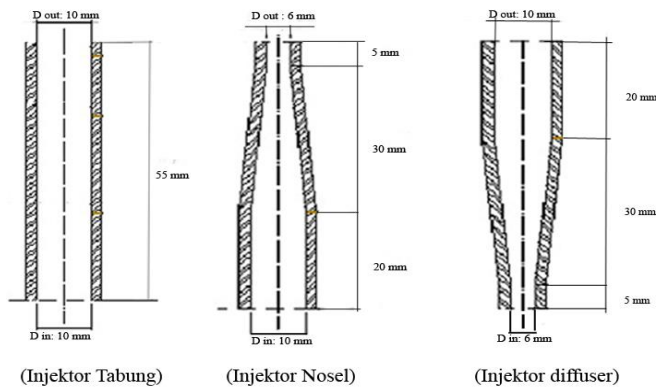
Keywords: Injector shape, water discharge, flow pattern, air-lift pump.

1. Pendahuluan

Air-lift pump adalah pompa yang menggunakan udara sebagai fluida kerja. Untuk memberikan ilustrasi cara kerja *air-lift pump*, cara kerjanya dapat dilakukan dengan menginjeksikan udara bertekanan melalui injektor ke dasar pipa pengangkut air, dimana diameter pipa angkut berukuran lebih besar daripada pipa injektor (Wahyudi, Soenoko and Wahyudi, 2013). Proses injeksi yang dilakukan menyebabkan air akan terangkat bersama udara dan keluar dari dalam pipa. Endapan yang ada di dasar akan ikut terangkat bersamaan dengan keluarnya air dari dalam pipa (Dwi Korawan, 2015).

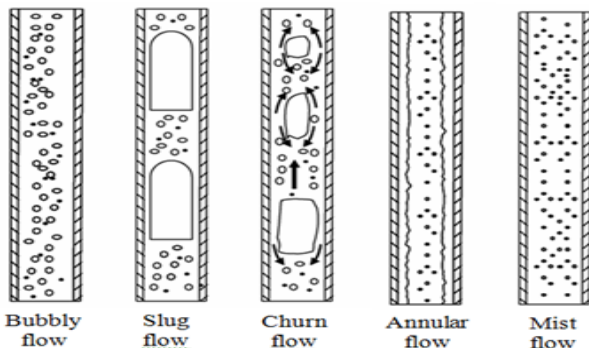
2. Kerangka Teori

Injektor udara adalah suatu alat yang berguna untuk menyemprotkan atau menginjeksikan udara kedalam aliran pipa yang mengalir bersamaan dengan fluida air (Wahyudi, Soenoko and Wahyudi, 2013). Beberapa bentuk injektor disajikan pada Gambar.1. Dari perbedaan jenis injektor tersebut sangat memungkinkan mempengaruhi pada kecepatan udara yang disemprotkan. Pola aliran yang disebabkan udara sangat penting untuk diteliti, karena dengan adanya udara yang diinjeksikan menyebabkan terjadinya campuran fluida dalam pipa yang menimbulkan fenomena perubahan pola aliran (*flow regime*) dipengaruhi oleh banyaknya dan besarnya udara yang mengalir (Dwinanto and Indarto, 2006).



Gambar 1. Beberapa tipe injektor.

Pada *air-lift pump* pipa yang di gunakan adalah pipa dengan posisi tegak atau vertikal. Beberapa penelitian yang pernah di lakukan bentuk pola aliran yang terjadi pada *air-lift pump* posisi vertikal adalah pola aliran gelembung (*bubbly flow*), aliran sumbat *liquid*(*slug flow*), aliran acak (*churn flow*), aliran cincin (*annular flow*), aliran kabut tetes *liquid* (*mist flow*)(Budiprasojo, Soenoko and Wahyudi, 2013)



Gambar 2. Beberapa rezim aliran dua phase fluida air-udara pada bidang vertikal.

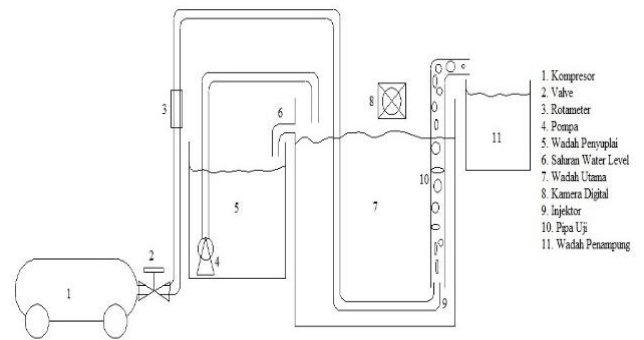
Superficial gas velocity adalah suatu kecepatan aliran gas, dimana flow rate dari tiap fase di bagi dengan area pipa cross sectional. sering digunakan di banyak persamaan karena merupakan nilai yang biasanya mudah dikenal (Dwi Korawan, 2015). Untuk superficial gas velocity diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$U_{SG} = \frac{Q_G}{A} \quad (1)$$

Dimana U_{SG} menyatakan kecepatan superficial gas (m/s); Q_G menyatakan gas flow rate pada pipa (m³/s); A menyatakan luas pipa pada area cross sectional (m²).

3. Metodologi

Eksperimen ini dilakukan menggunakan alat uji aliran dua fase *air-lift pump* yang terdiri dari wadah penampung air, kompresor, dan rotameter. Menggunakan pipa *acrylic* dengan panjang 500 mm dengan diameter 24 mm sebagai pipa pengamatan pola aliran.



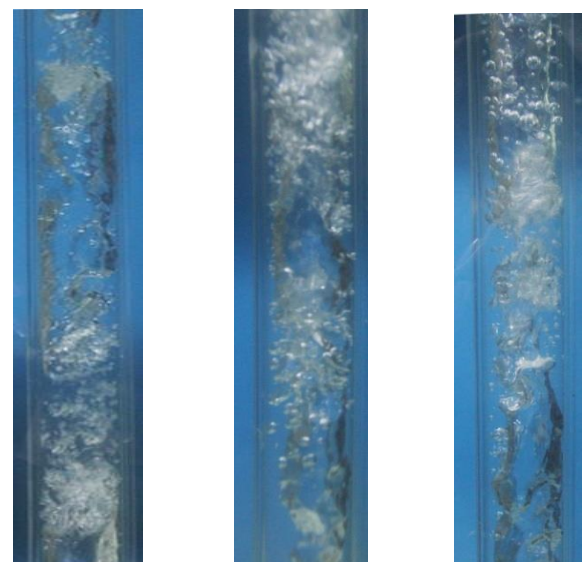
Gambar 3. Aparatus penelitian aliran dua phase fluida air-udara pada bidang vertical (ADIWIBOWO, 2012).

Menggunakan variasi bentuk injektor udara berbentuk nosel dengan diameter *input* 10 mm dan diameter *output* 6 mm injektor berbentuk tabung mempunyai ukuran diameter *input* dan *output* yang sama 10 mm dan injektor diffuser dengan diameter *input* 6mm dan *output* 10 mm. Udara bertekanan akan dialirkan menuju bidang uji melalui injektor dan akan bercampur dengan air, laju aliran udara akan diukur menggunakan rotameter tipe *float*. Kamera digital sebagai alat pengambilan data akan dipasang tegak lurus dengan pipa eksperimen.

4. Hasil dan Pembahasan

Dalam pengambilan gambar pola aliran di lakukan 3 kali percobaan dengan masing masing di variasi 3 kali kecepatan *superficial gas* 0,07 m/s, 0,85 m/s, 0,10 m/s.

4.1. Injektor Nosel

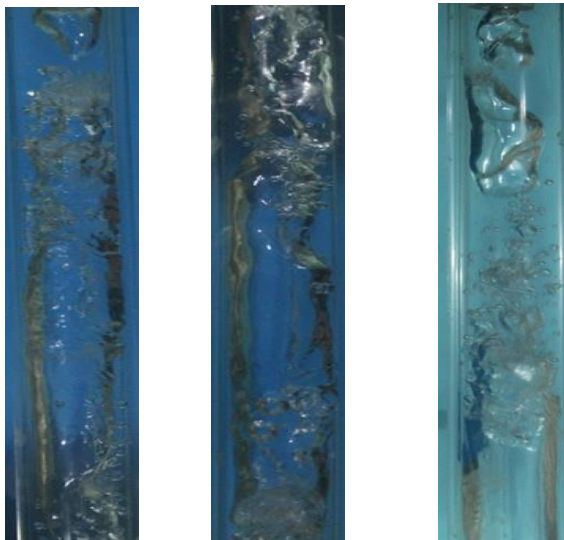


Gambar 4. Hasil pengamatan aliran dua phase pada Injektor Nosel.

Berdasarkan hasil pengamatan pada injektor nosel diperoleh aliran acak (*churn flow*) dibentuk dari pecahnya gelembung besar dan gelembung kecil sehingga laju aliran ini berosilasi atau dalam karakter waktu yang berubah-ubah sehingga aliran menjadi tidak stabil ketika debit udara di tambah maka pola aliran yang terjadi juga akan berubah yaitu

berbentuk *bubble-bubble* yang tersebar di antara pola aliran *churn flow*. karena akibat dari kecilnya diameter *output* injektor dan tekanan udara yang di injeksikan juga semakin tinggi, dengan tersebarnya *bubble* tersebut maka debit yang di hasilkan juga semakin bertambah

4.2. Injektor Tabung



0.07 m/s

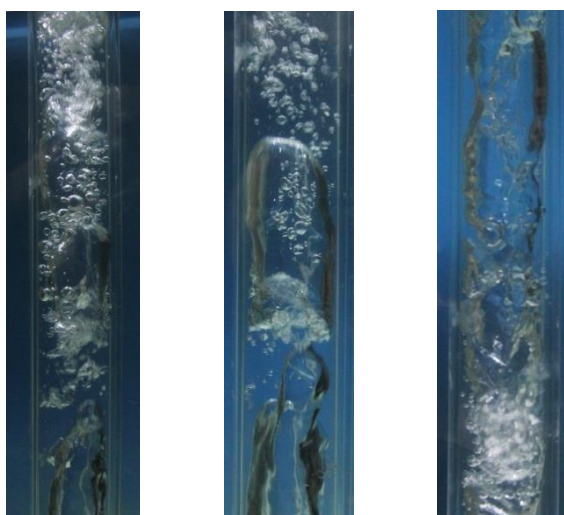
0.085 m/s

0.10 m/s

Gambar 5. Hasil pengamatan aliran dua phase pada Injektor Tabung.

Berdasarkan hasil pengamatan pada injektor tabung diperoleh aliran cincin (*annular flow*) namun seiring berjalanya waktu dalam aliran bisa berubah menjadi (*churn flow*) atau aliran acak, dan aliran cincin (*annular flow*) sebagian *fase liquid* berlaku sebagai film dinding dan sebagian lagi berupa tetesan yang terdistribusi dalam gas yang mengalir pada bagian tengah pipa didalam pipa uji.

4.3. Injektor Diffuser



0.07 m/s

0.085 m/s

0.10 m/s

Gambar 6. Hasil pengamatan aliran dua phase pada Injektor Diffuser.

Berdasarkan hasil pengamatan pada injektor diffuser diperoleh hasil pola aliran yang terjadi adalah *churn flow*, *slug flow* dan *annular flow* karena udara mendominasi di dalam pipa mengakibatkan debit air juga berkurang, akibat dari bentuk injektor diffuser dengan diameter *input* dan *output* yang berbeda, ketika *input* lebih kecil dan *output* lebih besar maka udara yang di injeksikan akan menurun karena diameter *output* lebih besar, namun semakin besar debit udara bertekanan yang di berikan maka debit air yang di hasilkan juga bertambah tetapi debit air tidak maksimal.

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan, diperoleh data jumlah debit air yang diperoleh berdasar variasi injektor yang ada. Setiap perbedaan injektor udara di variasi *superficial gas velocity* di dapatkan nilai (U_{sg}) sebesar 0,07 m/s, 0,085 m/s, 0,10 m/s maka nilai tersebut di gunakan dalam penelitian ini. Untuk jari – jari pipa (r) = 0,012 m, maka diperoleh perhitungan kapasitas gas (Q_G) sebagai berikut:

Tipe Injektor	U_{sg} (m/s)	Q_G (lpm)	Q_L (lpm)			rata-rata (lpm)
			Perc. 1	Perc. 2	Perc. 3	
Nosel	0,07	1,90	4,8	4,8	4,7	4,8
	0,085	2,30	4,8	4,9	5,0	4,9
	0,10	2,71	5,2	5,1	5,1	5,1
Tabung	0,07	1,90	4,0	4,0	4,2	4,1
	0,085	2,30	4,4	4,2	4,3	4,3
	0,10	2,71	4,5	4,4	4,4	4,4
Diffuser	0,07	1,90	3,8	3,8	3,8	3,8
	0,085	2,30	4,0	4,1	4,2	4,1
	0,10	2,71	4,3	4,4	4,3	4,3

Dari Tabel di atas dapat disimpulkan bahwa dengan variasi bentuk injektor dan kecepatan *superficial gas* sangat berpengaruh terhadap debit air. Dari variasi injektor yang di teliti, injektor jenis nosel menghasilkan debit air yang paling tinggi, dimana debit tertinggi yaitu 5,1 lpm pada *superficial gas* 0,10 m/s, dan debit air terkecil yaitu 3,8 lpm pada injektor jenis diffuser dengan *superficial gas* 0,07 m/s.

5. Simpulan

Semakin tinggi *superficial gas* dan semakin kecil diameter *output* injektor maka debit air yang di hasilkan semakin tinggi. Dari semua injektor yang sudah di teliti, injektor jenis nosel dengan *superficial gas* 0,10 m/s menghasilkan debit air paling tinggi. Sedangkan debit air paling rendah terdapat pada jenis injektor diffuser dengan *superficial gas* 0,075 m/s

Daftar Pustaka

- Adiwibowo, P. H. (2012) 'Karakteristik Flow Patern Pada Aliran Dua Fase Gas-Cairan Melewati Pipa Vertikal', *Jurnal Teknik Industri*, 11(2), p. 117. doi: 10.22219/jtiumm.vol11.no2.117-122.
- Budiprasojo, A., Soenoko, R. and Wahyudi, S. (2013) 'Pengaruh Variasi Sudut Water Injector Berbentuk Diffuser Terhadap Fenomena Flooding Pada Aliran Dua Fase Cair ?? Udara Vertikal Berlawanan Arah', *Rekayasa Mesin*, 4(3), p. pp.182-187.
- Dwi Korawan, A. (2015) 'Pola Aliran Dua Fase (Air+Udara) Pada Pipa Horizontal Dengan Variasi Kecepatan Superfisial Air', *Mekanika*, 14(1), pp. 57-63. Available at: <http://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/mechanika/article/viewFile/384/162>.
- Dwinanto, M. M. and Indarto (2006) 'Karakterisi Aliran Dua fase Cair-Gas Searah ke Atas dengan Fluida Cair Berviskositas Tinggi', (November), pp. 21-23.

Wahyudi, N., Soenoko, R. and Wahyudi, S. (2013) 'Pengaruh Variasi Diameter Injektor Konvergen Udara Terhadap Fenomena Flooding Dalam Aliran Dua Fase Gas-Cair Berlawanan Arah Pada Pipa Vertikal', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(3), pp. 204–211.