JTME (Jurnal Teknik Mesin dan Energi)
ISSN: 2460-5751 *E-Mail*: jtm@sttrcepu.ac.id

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

Drajat Indah Mawarni [a*], Mohammad Danang Rifai [a],

[a]Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No.1 Mentul Cepu, Blora

[*] dajatindah74@gmail.com

Tentang naskah:
-di terima, 30 Agt 2021
-direview, 28 Des 2021
-diterbitkan, 31 Des 2021

Kata kunci:
Bentuk Injektor, debit air, pola aliran, air-lift pump

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 di lakukan 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 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. Dalam pengamatan pola aliran injektor nosel aliran yang terjadi adalah *(churn flow)* namun di setiap pola aliran ada beberapa *buble* yang muncul. pola aliran injektor tabung pola aliran yang terjadi adalah *churn flow* dan *anullar 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.*

Keyword:
Injector shape, water flow, flow pattern, air-lift pump

Abstract

Two-phase flow is *two different fluid flows flowing in a pipe. Two-phase flows are classified into gas-liquid, gas-solid, solid-liquid flows. Apart from flowing fluid, two-phase flow is distinguished according to the direction of the vertical pipe and the horizontal pipe direction. The purpose of this study was to determine the flow and discharge patterns of the air-lift pump through variations in the shape of the injector. This test is carried out with variations in the shape of the injector, namely the type of nozzle, tube and diffuser, using a vertical direction test pipe 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. From the injectors that have been examined, the nozzle type injector with 0.10 m/s superficial gas produces the highest water discharge. Meanwhile, the lowest water discharge is found in the diffuser injector type 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 pattern of the tube injector flow patterns that occur are churn flow and anullar flow. And in the injector diffuser the flow pattern that occurs is changing, namely churn flow and slug flow, the larger the superficial gas, the flow pattern changes to annular flow.*

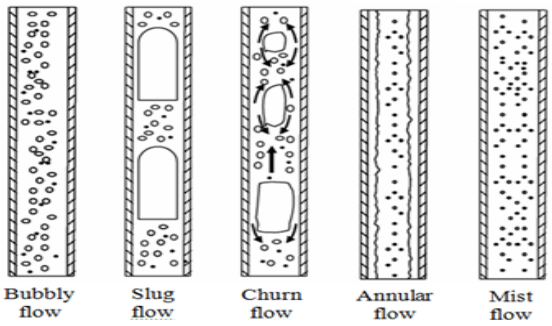
1. Pendahuluan

Air-lift pump adalah pompa yang menggunakan udara sebagai fluida kerja. Untuk memberikan ilustrasi cara kerja *air-lift pump*, cara kerjanya dapat di lakukan dengan menginjeksikan udara bertekanan melalui injektor ke dasar pipa pengangkut air, dimana diameter pipa angkut berukuran lebih besar daripada pipa injektor. Proses injeksi yang di lakukan 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.

Injektor udara adalah suatu alat yang berguna untuk menyemprotkan atau menginjeksikan udara kedalam aliran pipa yang mengalir bersamaan dengan fluida air. Dari perbedaan jenis injektor tersebut sangat memungkinkan mempengaruhi pada kecepatan udara yang di semprotkan. Pola aliran yang di sebabkan udara sangat penting untuk di teliti, karena dengan adanya udara yang di injeksikan menyebabkan terjadinya campuran fluida dalam pipa yang menimbulkan fenomena perubahan pola

aliran *(flow regime)* di pengaruhi oleh banyaknya dan besarnya udara yang mengalir.

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).*



Gambar 1 Pola Aliran (*Flow Regime*)

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. Untuk *superficial gas velocity* diperoleh persamaan sebagai berikut:

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

dimana:

U_{SG} = kecepatan *superficial gas* (m/s)

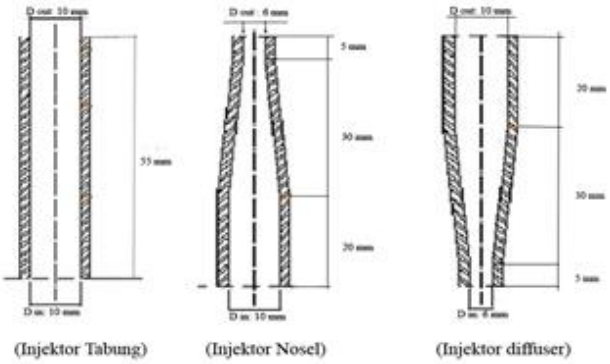
Q_G = *gas flow rate* pada pipa (m^3/s)

A = luas pipa pada *area cross sectional* (m^2)

3. Metodologi

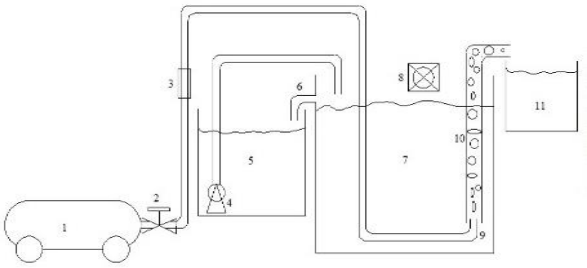
Eksperimen ini dilakukan menggunakan alat uji aliran dua fase *air-lift pump* yang terdiri dari wadah penampung air, kompresor, dan rotameter. Menggunakan pipa *acrylic* dengan panjang 500 mm dengan diameter 24 mm sebagai pipa pengamatan pola aliran.

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.



Gambar 2 Bentuk Injektor Udara

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 pengambil data akan dipasang tegak lurus dengan pipa eksperimen.



Gambar 3 Skema Alat Penelitian

Keterangan gambar 3:

1. Kompresor
2. Valve
3. Rotameter
4. Pompa
5. Wadah Penyuplai
6. Saluran Water Level
7. Wadah Utama
8. Kamera Digital
9. Injektor
10. Pipa Uji
11. Wadah Penampung

Setiap perbedaan injektor udara di variasi *superficial gas velocity* di dapatkan nilai (Usg) 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:

$Q_G = Usg.\ A$

$Q_G = 0{,}07.\ (\pi\ .\ r^2)$

$Q_G = 0{,}07.\ (3{,}14\ .\ 0{,}012^2)$

$Q_G = 0{,}00003166725\ m^3/s$

$Q_G = 0{,}00003166725\ m^3/s \times 60\ s$

Q_G = 0,001900035 m^3/menit = 1,90 liter per menit (lpm)

Maka hasil kapasitas gas (Q_G) adalah 1,90 *lpm*.
Sesuai dengan perhitungan nilai kapasitas *gas velocity,* data di tabelkan sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Perhitungan *Gas Flow Rate*

Usg(m/s)	QG (liter/menit)
0,07	1,90
0,085	2,30
0,10	2,71

4. Hasil dan Pembahasan

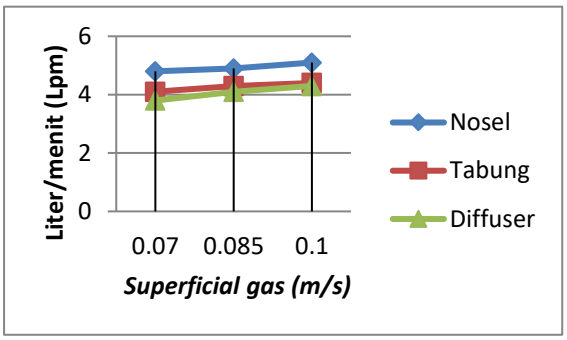
Hasil eksperimen dalam penelitian ini seperti disajikan pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Hasil debit air variasi injektor udara nosel, tabung dan diffuser.

Injektor	Usg	Debit Air (lpm) Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Rata-rata (lpm)
Nosel	0,07 m/s	4,8	4,8	4,7	4,8
	0,085 m/s	4,8	4,9	5,0	4,9
	0,10m/s	5,2	5,1	5,1	5,1
Tabung	0,07 m/s	4,0	4,0	4,2	4,1
	0,085 m/s	4,4	4,2	4,3	4,3
	0,10m/s	4,5	4,4	4,4	4,4
Diffuser	0,07 m/s	3,8	3,8	3,8	3,8
	0,085 m/s	4,0	4,1	4,2	4,1
	0,10m/s	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.

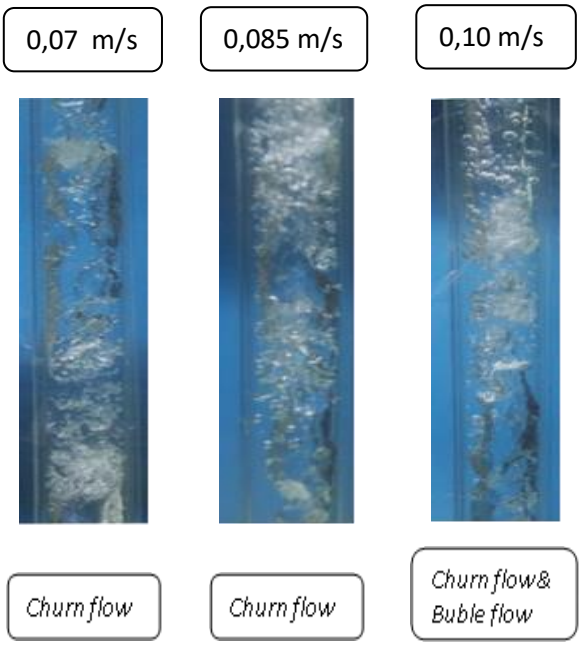
Dari tabel hasil debit air di atas dibuat grafik sebagai berikut.



Gambar 3 Grafik Debit Air terhadap Kecepatan Gas *Superficial*

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

1. Injektor nosel

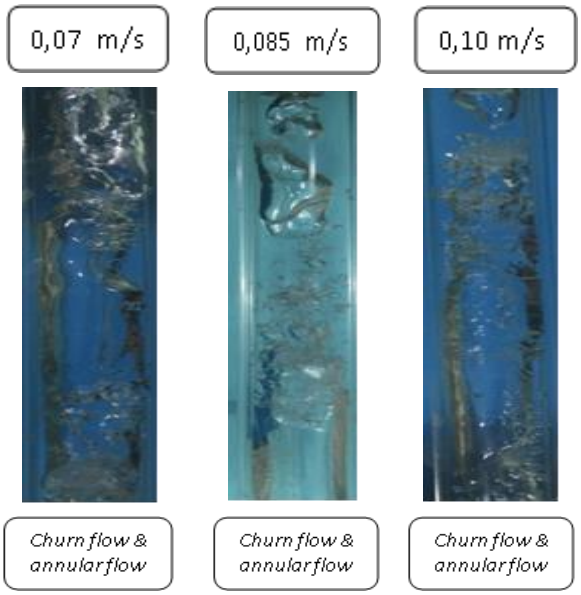


Gambar 4 Pola Aliran untuk Injektor Nosel

Hasil Injektor Nosel: 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 *buble-buble* yang tersebar di antara pola aliran *churn flow.* karena akibat dari kecilnya diameter *output* injektor dan tekanan udara yang diinjeksikan juga semakin tinggi, dengan

tersebarnya *bubble* tersebut maka debit yang di hasilkan juga semakin bertambah.

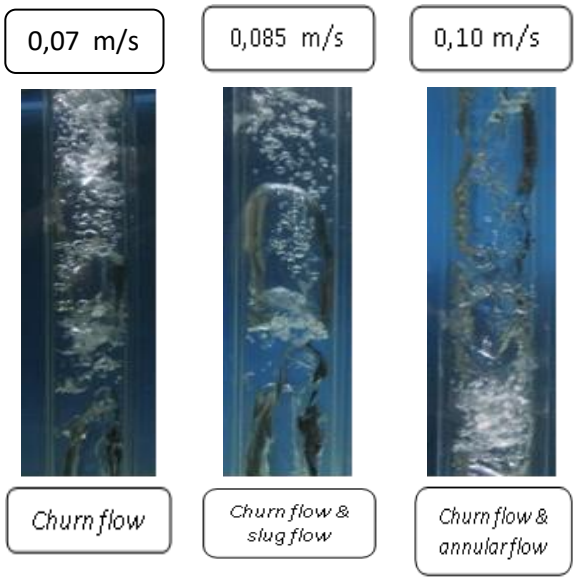
2. Injektor Tabung



Gambar 5 Pola Aliran untuk Injektor Tabung

Hasil injektor tabung: hasil pola aliran yang terjadi adalah 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.

3. Injektor Diffuser



Gambar 6 Pola Aliran untuk Injektor Diffuser

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.

5. Simpulan

a. 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
b. Semakin tinggi *superficial gas* dan semakin kecil diameter *output* injektor maka debit air yang di hasilkan semakin tinggi.

Daftar Pustaka

Wahyudi.N. Slamet,W. Soenoko.R. 2013 *Pengaruh Variasi Diameter Injektor Udara Konvergen Terhadap Fenomena Floading Aliran Dua Fase Air Dan Gas Berlawanan Arah Pipa Vertikal*

Nasution, H., 2007 *Karakterisasi Aliran Dua Fase (Gas-Cair) Searah Vertikal Keatas*

Azmataufiq.B,Soenoko.R,Slamet.w 2013 *Pengaruh Variasi Sudut Water Injektor Bentuk Diffuser Terhadap Fenomena Floading Pada Aliran Dua Fase Cair-Udara Vertikal Berlawanan Arah*

Makhsud,A. 2008 *Desain Dan Pengujian Pompa Udara Tekan (AIR-LIFT PUMP).* Teknik Mesin Fakultas Teknik UMI

Agus.dwi.korawan 2015 *Pola aliran Dua Fase (air-udara)Pada Pipa Horisontal Dengan Variasi Kecepatan Superfisial air.* Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu

Denok,P. 2017 *Pengaruh Tinggi Injektor Udara Terhadap Pola Aliran DuaFase Dan Debit Air Pada Air Lift-Pump*

Orlando. 2017*pengaruh variasi kecepatan superficial gas velocity terhadap pola aliran dua fase pada air lift-pump*

Dimas.T.,2017*pengaruh variasi diameter lubang injektor terhadap pola aliran dua fase pada air lift pump*