

EFEK DIAMETER PIPA PENGHANTAR TERHADAP DEBIT DAN POLA ALIRAN DUA FASE PADA *AIR-LIFT-PUMP*

Agus Dwi Korawan

Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu
Jl. Kampus Ronggolawe Blok B no. 1, Mentul, Cepu 58315
Email: ad_korawan@yahoo.co.id

Abstrak

Cara kerja dari *air-lift-pump* adalah dengan menginjeksikan udara ke bagian bawah pipa penghantar yang berisi air, gelembung udara akan naik dan membentuk pola aliran dua fase dan mengangkat air di antara gelembung tersebut. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah debit air dan pola aliran yang terjadi pada *air-lift-pump*. Dilakukan secara eksperimen laboratorium dengan variasi diameter pipa penghantar. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin besar diameter pipa penghantar semakin besar pula debit air yang dihasilkan, dan pola aliran yang menghasilkan debit terbesar yaitu *slug flow*.

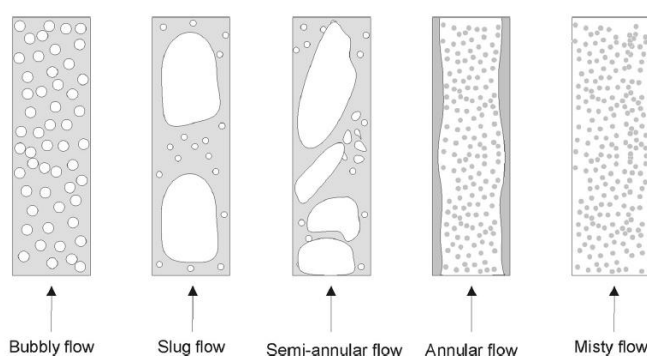
Kata kunci: *air-lift-pump*; gelembung; pola aliran; *slug flow*

1. PENDAHULUAN

Air-lift-pump sering disebut sebagai pompa efek khusus yang menggunakan udara bertekanan untuk mengangkat cairan atau lumpur. Pada pompa ini, udara di injeksikan di ujung bawah pipa yang sebagian terendam dalam cairan. Cara kerja dari *air-lift-pump* adalah memanfaatkan gaya apung dari udara ketika udara di injeksikan di bagian bawah pipa, karena berat hidrostatis dari campuran udara dan air di dalam pipa menjadi lebih kecil dari air di sekitarnya, maka hal ini menyebabkan campuran ini naik (Ahmed dkk., 2016).

Air-lift-pump ini sering digunakan untuk memompa cairan yang bersifat abrasif, eksplosif, dan korosif (Hanafizadeh dkk, 2014) karena tidak ada komponen yang bergerak, di samping itu juga digunakan untuk operasional bawah laut, seperti pengumpulan sampel (Tokar dkk., 1981) dan penambangan (Yoshinaga dan Sato, 1996). Aplikasi untuk operasional kegiatan berkebun juga sudah dilakukan (Hemani dan Mariwala, 2015), juga pada sistem aquaculture (Moses dan Colt, 2018) (Wurts dkk., 1994).

Ada 2 parameter yang mempengaruhi kinerja dari *air-lift-pump*, yaitu parameter geometris dan operasional, parameter geometris di antaranya terdiri dari tinggi pompa, diameter pipa, dan sistem injeksi udara, sedangkan parameter operasional di antaranya kondisi udara yang disuntikkan dan rasio perendaman (Mahrous, 2013). Di samping itu, variabel operasi memiliki efek yang menyebabkan terjadinya fenomena aliran, seperti ukuran dan bentuk gelembung, pola aliran, penurunan tekanan dsb. (Oueslati dan Megriche, 2017), Lima jenis pola aliran gas-cair pada saluran vertikal adalah *Bubbly flow*, *slug flow*, *semi-annular flow*, *annular flow*, dan *misty flow* (Morgado dkk., 2016) seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar. 1. Pola aliran dua fase (gas-cair) pada saluran terbuka (Morgado dkk., 2016)

Pada aliran gelembung (*bubbly flow*) terdapat gelembung-gelembung gas yang mempunyai ukuran uniform dan menyebar secara merata dalam pipa, aliran sumbat liquid (*slug flow*), terjadi

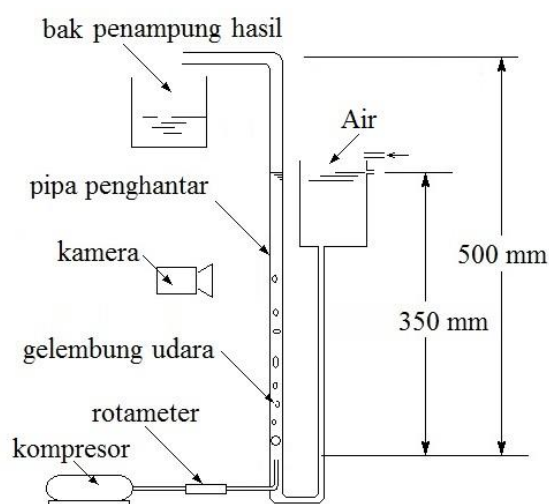
dimana gelembung yang mengalir membentuk gelembung besar, tetapi masih terdapat gelembung-gelembung kecil terdistribusi di cairan, pada pola aliran *semi-annular flow* biasanya terjadi gerakan osilasi sehingga aliran menjadi tidak stabil, sedangkan pada *annular flow* terdapat sebagian fase liquid berfungsi sebagai lapisan tipis di dinding saluran dan sebagian lagi berupa tetesan yang terdistribusi dalam gas yang mengalir pada bagian tengah pipa, Pada *mist flow* terdapat konsentrasi tetesan cairan dalam gas bertambah dan akhirnya bergabung membentuk gumpalan.

Pada penelitian ini dilakukan secara eksperimen di laboratorium, menggunakan satu unit *air-lift-pump* dengan variasi diameter pipa penghantar, tujuannya untuk mengetahui debit air yang dihasilkan dan juga pola aliran dua fase yang terjadi, hasilnya dikorelasikan untuk mengetahui hubungan diantaranya.

2. METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di laboratorium menggunakan satu unit *air-lift-pump* seperti pada gambar 2. Variasi diameter dalam pipa penghantar yang digunakan adalah 16 mm, 19 mm, dan 24 mm. Pipa terbuat dari akrilik dengan panjang 500 mm, pada bagian dasar pipa penghantar dipasang injektor untuk memasukkan udara bertekanan dengan kapasitas 1,1 liter/menit. Pengambilan gambar pola aliran menggunakan kamera digital.

Penelitian dilakukan sebanyak 5 kali pada masing-masing variasi diameter pipa penghantar, tiap penelitian dilakukan selama 1 menit, pengambilan foto pola aliran dilakukan beberapa kali untuk masing-masing variasi menggunakan kamera digital, debit air diperoleh dengan mengukur air di bak penampung.



Gambar.2. Skema peralatan penelitian

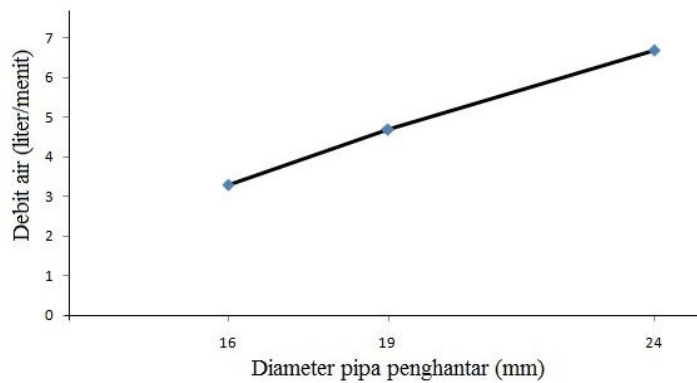
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran debit air untuk masing-masing variasi diameter pipa penghantar disajikan pada tabel 1, dan disajikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 3. Pola aliran dua fase yang terjadi disajikan pada gambar 4.

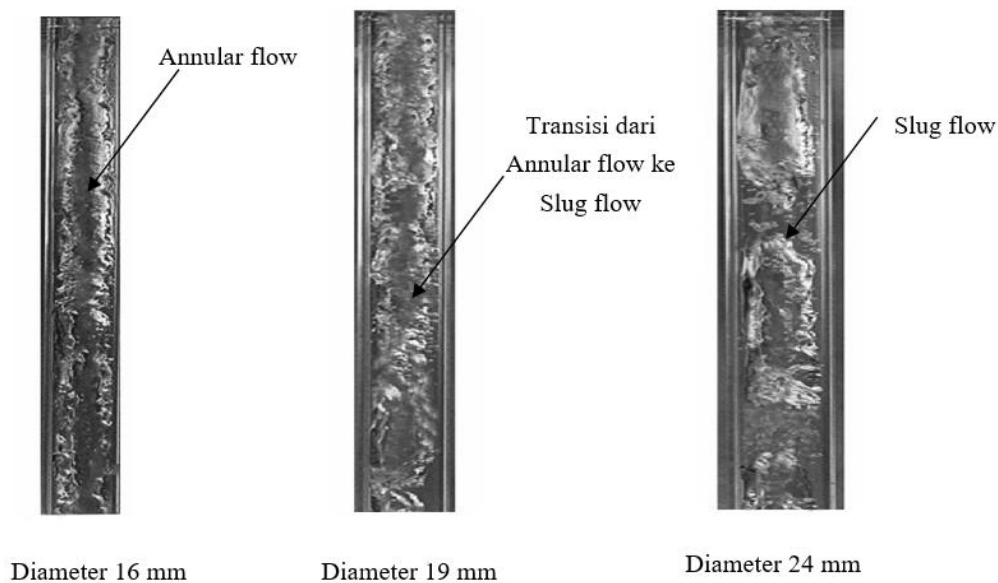
Berdasarkan gambar 3. Terlihat bahwa debit air yang dihasilkan semakin bertambah dengan bertambahnya diameter pipa penghantar, dimana pada diameter pipa 24 mm diperoleh debit sebesar 6,7 liter/menit.

Tabel 1. Hasil pengukuran debit air

Diameter pipa penghantar (mm)	Debit air (liter/menit)
16	3,3
19	4,7
24	6,7



Gambar 3. Grafik debit air



Gambar 4. Pola aliran dua fase pada pipa penghantar

Pada pipa penghantar diameter 16 mm terjadi pola aliran dua fase *annular flow*, pada bagian tengah saluran didominasi oleh udara aliran udara yang mendekati kontinu, saling sambung menyambung antara satu gelembung dengan gelembung lainnya membentuk sebuah inti, di antara gelembung-gelembung tersebut terdapat tetesan air yang terdistribusi secara merata. Hal sebaliknya terjadi pada bagian tepi saluran, pada bagian ini didominasi oleh air, meskipun ada juga *bubble-bubble* yang bergerak bebas menuju ke atas. Pola aliran seperti ini tidak mempunyai kemampuan mendesak air menuju ke atas, sehingga bila dilihat pada debit air yang dihasilkan maka nilainya paling kecil.

Pada pipa penghantar diameter 19 mm terjadi perubahan pola aliran dua fase, mulai terjadi pemisahan inti udara di tengah-tengah saluran, inti yang tadinya kontinu mulai putus, hal ini disebabkan karena bertambahnya diameter pipa yang berarti volume saluran juga bertambah, akibatnya udara yang di injeksikan ke dalam saluran mengisi ruang yang lebih besar, dan udara lebih terdistribusi secara horizontal. Koalisi gelembung menjadi terganggu sehingga semakin sulit membentuk pola aliran dua fase *annular flow*. Tetapi secara umum pada bagian tengah masih didominasi oleh aliran udara sedang pada bagian tepi didominasi oleh air.

Pada pipa penghantar diameter 24 mm terjadi perubahan pola aliran yang signifikan, aliran udara yang membentuk inti di bagian tengah saluran mulai terputus-putus sehingga membentuk pola aliran dua fase *slug flow*, jenis aliran ini biasa disebut dengan aliran sumbat. Gelembung udara memenuhi seluruh penampang pipa, sedangkan air berada diantaranya. Karena udara bergerak ke atas maka air yang terjebak di antara satu *slug* dengan *slug* yang lain akan ikut terangkat,

mekanisme seperti ini yang mengakibatkan aliran air ke atas menjadi lebih cepat, Ini terbukti pada hasil eksperimen menunjukkan debit air yang dihasilkan menjadi paling besar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran debit air dan visualisasi pola aliran dua fase, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Semakin besar diameter pipa penghantar semakin besar pula debit air yang dihasilkan
- b. Dengan bertambahnya diameter pipa penghantar dari 16 mm ke 24 mm maka terjadi perubahan pola aliran dua fase dari *annular flow* menjadi *slug flow*

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, W. H., Aman, A. M., Badr, H. M., & Al-Qutub, A. M. (2016). Air injection methods: The key to a better performance of airlift pumps. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 70, 354–365. <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2015.09.022>
- Hanafizadeh, P., Raffiee, A. H., & Saidi, M. H. (2014). Experimental investigation of characteristic curve for gas-lift pump. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 116, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2014.02.011>
- Hemani, K. S., & Mariwala, R. (2015). Solar Powered Airlift Pump for Gardening. *International Journal of Computer Applications*, 111(3), 28–31. <https://doi.org/10.5120/19520-1149>
- Mahrous, A. F. (2013). Experimental Study of Airlift Pump Performance with S-Shaped Riser Tube Bend. *International Journal of Engineering and Manufacturing*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.5815/ijem.2013.01.01>
- Morgado, A. O., Miranda, J. M., Araújo, J. D. P., & Campos, J. B. L. M. (2016). Review on vertical gas–liquid slug flow. *International Journal of Multiphase Flow*, 85, 348–368. <https://doi.org/10.1016/j.ijmultiphaseflow.2016.07.002>
- Moses, D., & Colt, J. (2018). Impact of fish feed on airlift pumps in aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, 80 (October 2017), 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2017.12.001>
- Oueslati, A., & Megriche, A. (2017). The effect of liquid temperature on the performance of an airlift pump. *Energy Procedia*, 119, 693–701. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.096>
- Tokar, J. M., Harvey, G. R., & Chesal, L. A. (1981). A gas lift system for large volume water sampling. *Deep Sea Research Part A, Oceanographic Research Papers*, 28(11), 1395–1399. [https://doi.org/10.1016/0198-0149\(81\)90040-6](https://doi.org/10.1016/0198-0149(81)90040-6)
- Wurts, W. a, Mcneill, S. G., & Overhults, D. G. (1994). Performance and design characteristics of airlift pumps for field applications. *World Aquaculture*, 25(December), 51–55.
- Yoshinaga, T., & Sato, Y. (1996). Performance of an air lift pump for conveying coarse particles. *Int. J. Multiphase Flow*, 22, 223–238.