

Pengaruh Diameter Lubang *Injector* Terhadap Kinerja *Airlift Pump*

Dandung Rudy Hartana⁽¹⁾, Endik Syah Rival^(2,a), Daru Sugati⁽³⁾
^(1,2,3)Program Studi S1 Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Korespondensi: daru.tm@itny.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan melakukan pengujian pengaruh diameter pipa *injector* udara terhadap kinerja *air lift pump*. Kinerja nya yaitu banyaknya kapasitas debit udara dari pompa kompresor yang mampu menghasilkan dorongan udara secara vertikal melalui pipa *injector* dan mampu mengangkat air sehingga menghasilkan debit aliran air yang mampu dialirkan terhadap pengaruh debit aliran udara dari pompa kompresor udara. Penelitian ini menggunakan diameter pipa empat variasi diantaranya diameter 8 mm, 0,8 mm, 0,54 mm, 0,31 mm. Dan variasi diameter *injector* dalam berbentuk kerucut yaitu ukuran 1 inci. Hasil pengujian menunjukkan efek yang nyata pada kinerja pompa ketika dioperasikan dengan berbagai jenis injektor berbeda. Hasil pengujian debit udara dan debit air dengan menggunakan variasi *injector* diameter 2 inci dan pipa injektor 8 mm, 0,80 mm, 0,54 mm, dan 0,31 mm dapat dibandingkan bahwa pengujian menggunakan Injektor diameter 2 inci dan pipa tembaga rata 0,80 mm dengan penyempitan saluran pada injektor hasil nya lebih baik dari variasi *injector* yang lain, hasil pengujian ini dapat dibuktikan bahwa hanya dengan debit udara rata-rata 14,6 SLPM (Standar Liter Per Menit) dapat mengisi penampung air dengan kapasitas 8,8 kg hanya dengan waktu 30,64 liter/detik.

Kata Kunci : *air-lift-pump*; *vertical*; *injector*.

ABSTRACT

This study aims to test the effect of the diameter of the air injector pipe on the performance of the air lift pump. Its performance is the large amount of air discharge capacity from the compressor pump which is able to produce air thrust vertically through the injector pipe and is able to lift water so as to produce a water flow rate that can be flowed to the influence of the air flow discharge from the air compressor pump. This study uses four variations of pipe diameters including diameters of 8 mm, 0.8 mm, 0.54 mm, 0.31 mm. And variations in the diameter of the injector in the form of a cone that is 1 inch in size. The test results show a significant effect on pump performance when operated with different types of injectors. The results of the test of air flow and water discharge using variations of 2 inch diameter injectors and 8 mm, 0.80 mm, 0.54 mm, and 0.31 mm injector pipes can be compared that the test uses a 2 inch diameter injector and 0, flat copper pipe. 80 mm with narrowing of the channel on the injector the results are better than other injector variations, the results of this test can be proven that only with an average air flow of 14.6 SLPM (Standard Liters Per Minute) can fill a water reservoir with a capacity of 8.8 kg only with a time of 30.64 liters / second.

Keywords: *air-lift-pump*; *vertical*; *injector*; *flowmeter*

1. PENDAHULUAN

Air-lift-pump sering disebut sebagai pompa efek khusus yang menggunakan udara bertekanan untuk mengangkat cairan atau lumpur (cairan kental). 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. Pompa ini bertujuan sebagai alat transportasi fluida (horizontal maupun vertikal), menaikkan tekanan dan debit aliran.

Kinerja pompa *air-lift-pump* diselidiki secara eksperimental untuk rasio debit udara yang berbeda menggunakan desain lubang pipa injektor udara yang berbeda. Untuk tujuan ini, pompa pengangkat udara dengan panjang pipa 100 cm dan diameter pipa 5,08 cm, dirancang dan diuji. Empat desain pipa injektor udara yang berbeda (8 mm, 0,80 mm, 0,54 mm, 0,31 mm) dengan *injector* dan tekanan injeksi udara yang berbeda. Hasil eksperimen menunjukkan efek yang nyata pada kinerja pompa ketika dioperasikan dengan berbagai jenis injektor berbeda. Hasil pengujian debit udara dan debit air dengan menggunakan variasi *injector* \varnothing 2 inci dan pipa injektor 8 mm, 0,80 mm, 0,54 mm, dan 0,31 mm dapat dibandingkan bahwa pengujian menggunakan Injektor \varnothing 2 inci dan pipa tembaga rata 0,80 mm dengan penyempitan saluran pada injektor hasil nya lebih efisien dari variasi *injector* yang lain, hasil pengujian ini dapat dibuktikan bahwa hanya dengan debit udara rata-rata 14,6 SLPM (Standar Liter Per Menit) dapat mengisi penampung air dengan kapasitas 8,8 kg hanya dengan waktu 30,64 liter/detik.

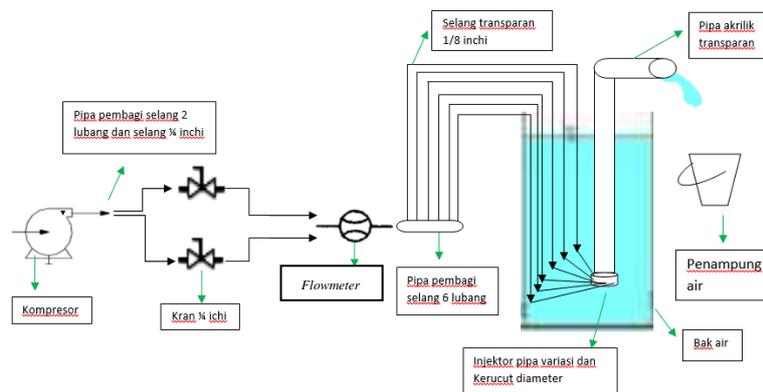
Air-lift-pump sering disebut sebagai pompa efek khusus yang menggunakan udara bertekanan untuk mengangkat cairan atau lumpur. Pada pompa ini, udara di injeksikan di ujung bawah pipa yang sebagian terendam dalam cairan. Cara kerja dari *air-lift-pump* adalah memanfaatkan gaya apung dari udara ketika udara 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 berkebudayaan 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).

Penelitian dilaksanakan di laboratorium menggunakan satu unit *air-lift-pump*. Pengambilan gambar pola aliran menggunakan kamera digital. Penelitian dilakukan sebanyak 3 kali pada masing-masing variasi bukaan debit udara, tiap penelitian dilakukan sampai tanda batas ketinggian air pada penampung air, debit air diperoleh dengan mengukur air di penampung air.

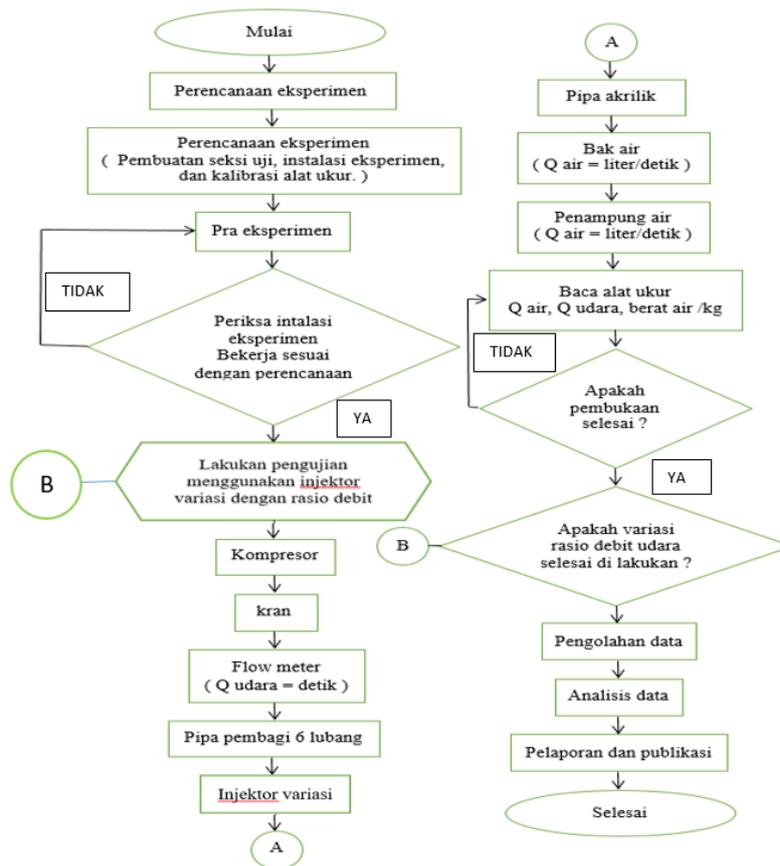
Hasil pengukuran debit air untuk masing-masing variasi bukaan debit udara disajikan pada tabel, dan disajikan dalam bentuk grafik. Pada bagian tengah saluran didominasi oleh udara aliran udara yang mendekati kontinu, saling sambung menyambung antara satu gelembung dengan gelembung lainnya membentuk sebuah 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 pola aliran udara 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 6 inchi 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. 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, Efek Diameter Pipa Penghantar Terhadap Debit (Korawan), 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.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Skema Instalasi Pengujian



Gambar 2.1. Skema Instalasi Air lift pump.



Gambar 2.2. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN ANALISIS

Pengujian *Airlift pump* dengan penyempitan saluran pada *injector* (Ukuran lubang *injector* \varnothing 1 inchi) menggunakan empat variasi injektor diameter 2 inchi dengan diameter injektor ukuran ; 8 mm, 0,80 mm, 0,54 mm, 0,31 mm. Pengujian dilakukan sampai tiga kali percobaan dalam sekali pengujian debit udara yang bertujuan untuk mengetahui ketelitian debit udara dan debit air. Pengujian dimulai dari debit udara paling besar dan diakhiri dengan debit udara paling kecil atau sampai debit air yang keluar mengalir sedikit. Berikut dibawah ini adalah data hasil pengujian dan pembahasan *Airlift pump* dengan variasi pipa injektor 0,80 mm dan pembahasan perbandingan dari hasil pengujian *injector* lain. Karena pengujian yang dilakukan dengan metode yang sama, maka dalam pembahasan hasil pengujian yang diambil untuk jurnal publikasi ini adalah hasil pengujian yang paling efisien dari ke empat diameter *injector* yang sudah disebutkan, maka diambil ukuran diameter 0,80 mm.

3.1. Hasil Pengujian *Airlift Pump* Menggunakan Injektor \varnothing 2 inchi dan Pipa Injektor diameter 0,80 mm dengan Penyempitan Saluran di dalam Injektor



Gambar 3.1. Injektor dengan pipa tembaga \varnothing 0,80 mm

Tabel 3.2. Hasil pengujian *Airlift pump* dengan Injektor pipa tembaga \varnothing 0,80 mm

NO	Q udara (SLPM)				Q air (liter/detik)				KETERANGAN
	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	
1	15	15	14	14,6	30,31	30,5	31,12	30,64	Dengan kapasitas bak penampung 8,8 kg
2	14	14	13	13,6	32,8	32,61	33,11	32,84	
3	13	12	13	12,6	34,4	33,6	35,7	34,56	
4	12	12	11	11,6	36,7	37,4	36,12	36,74	
5	11	11	11	11	38,39	38,1	38,5	38,33	
6	10	9	10	9,6	40,61	40,2	41,3	40,70	
7	9	8	9	8,6	42,9	43,4	43,1	43,13	
8	8	8	7	7,6	44,3	45,8	45,76	45,28	
9	7	7	7	7	46,5	48,7	49,17	48,12	
10	6	5	6	5,6	50,26	50,1	52,3	50,88	
11	5	5	4	4,6	54,2	53,13	54,8	54,04	
12	4	4	5	3,6	56,33	55,40	57,61	56,44	

$$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} \quad (1)$$

Dimana :

liter = volume satu penampung air (kg)

detik = waktu rata-rata yang diperoleh dari satu penampung air

Tabel 3.3. Perhitungan debit air

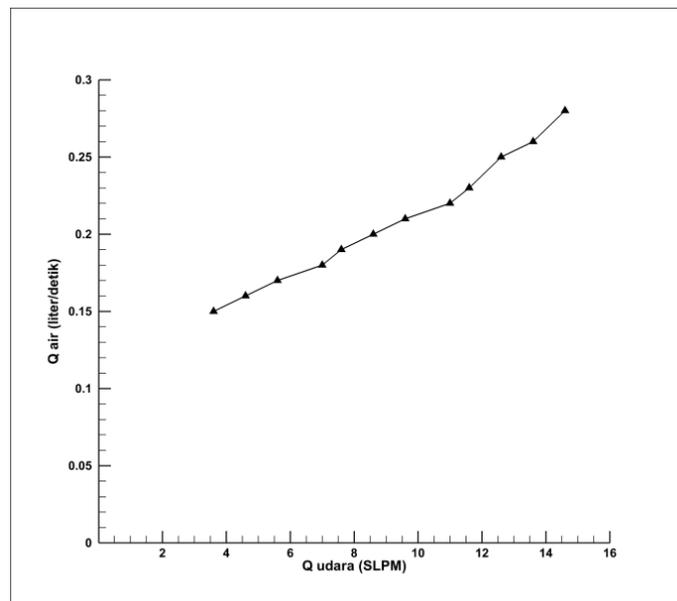
No	Perhitungan Debit Air
1	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{30,64} = 0,28 \text{ liter/detik}$
2	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{32,84} = 0,26 \text{ liter/detik}$
3	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{34,56} = 0,25 \text{ liter/detik}$
4	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{36,74} = 0,23 \text{ liter/detik}$
5	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{38,33} = 0,22 \text{ liter/detik}$
6	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{40,70} = 0,21 \text{ liter/detik}$
7	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{43,13} = 0,20 \text{ liter/detik}$
8	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{45,28} = 0,19 \text{ liter/detik}$
9	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{48,12} = 0,18 \text{ liter/detik}$
10	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{50,88} = 0,17 \text{ liter/detik}$
11	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{54,04} = 0,16 \text{ liter/detik}$
12	$Q_{air} = \frac{\text{liter}}{\text{detik}} = \frac{8,8 \text{ kg}}{56,44} = 0,15 \text{ liter/detik}$

Setelah menghitung debit air selanjutnya hasil debit air dan rata-rata debit udara dimasukkan dalam tabel untuk dijadikan grafik perbandingan hasil pengujian debit udara dan debit air.

Tabel 3.4. Hasil perhitungan hasil rata-rata debit udara (Q udara) dan debit air (Q air) dengan Injektor pipa tembaga \varnothing 0,80 mm

NO	\bar{x} Q udara (SLPM)	Q air (liter/detik)
1	3,6	0,15
2	4,6	0,16
3	5,6	0,17
4	7	0,18
5	7,6	0,19
6	8,6	0,20
7	9,6	0,21
8	11	0,22
9	11,6	0,23
10	12,6	0,25
11	13,6	0,26
12	14,6	0,28

Hasil perhitungan hasil rata-rata debit udara (Q udara) dan debit air (Q air) pada tabel kemudian dimasukkan dalam grafik injektor pipa tembaga rata 0,80 mm dengan penyempitan saluran pada *injector*.



Gambar 3.5. Grafik injektor \varnothing 2 mm dengan Injektor pipa \varnothing 0,80 mm

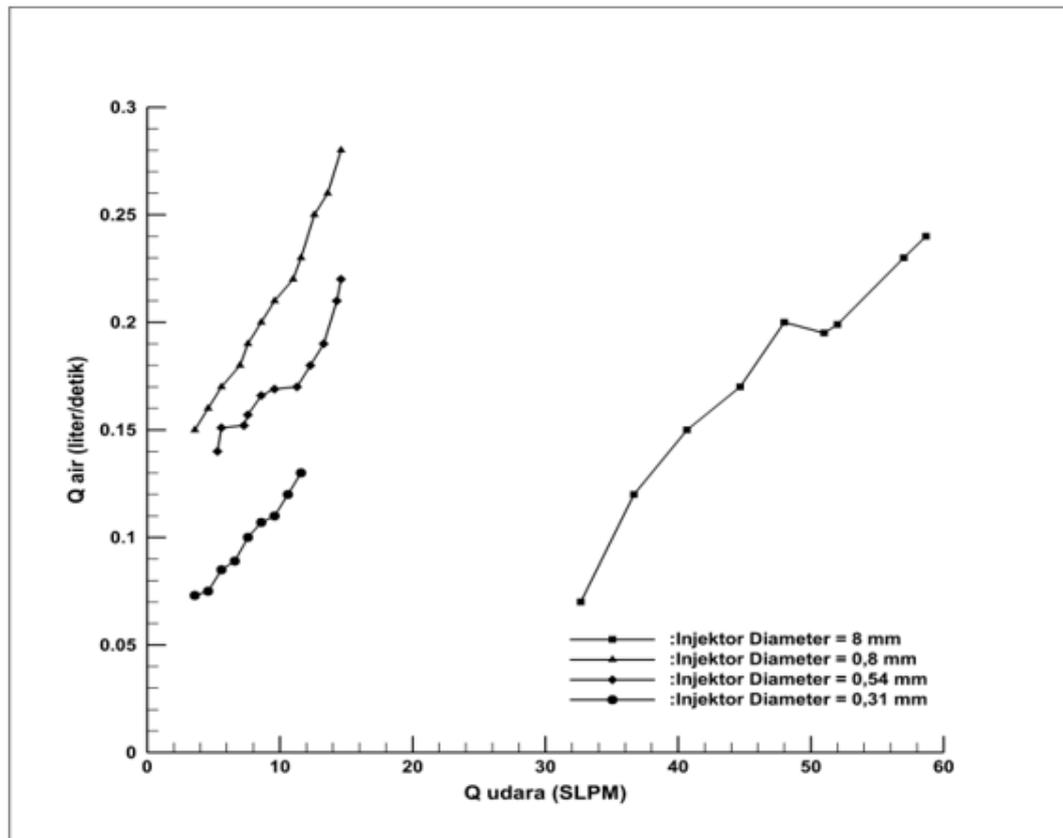
3.2. Pembahasan

Berdasarkan perbandingan hasil pengujian yang saya uji dari debit udara dan debit air dengan menggunakan variasi injektor \varnothing 2 inchi dan pipa tembaga 8 mm, 0,80 mm, 0,54 mm, dan 0,31 mm dapat dibandingkan bahwa pengujian menggunakan injektor \varnothing 2 inchi dan pipa injektor 0,80 mm dengan penyempitan saluran di dalam injektor hasil nya lebih efisien dari variasi resin yang lain, hasil pengujian ini dapat dibuktikan bahwa hanya dengan debit udara rata-rata 14,6 SLPM dapat mengisi penampung air dengan kapasitas 8,8 kg hanya dengan waktu 30,64 liter/detik. Dapat dilihat pada tabel 3.6. dibawah.

Tabel 3.6. Hasil pengujian *Airlift pump* dengan injektor pipa 0,80 mm

NO	Q udara (SLPM)				Q air (liter/detik)				KETERANGAN
	1	2	3	\bar{x}	1	2	3	\bar{x}	
1	15	15	14	14,6	30,31	30,5	31,12	30,64	Dengan kapasitas
2	14	14	13	13,6	32,8	32,61	33,11	32,84	bak penampung
3	13	12	13	12,6	34,4	33,6	35,7	34,56	8,8 kg

Dapat dilihat juga hasil grafik gabungan dari 4 variasi injektor pipa menunjukkan bahwa grafik injektor Θ 2 inchi dan pipa injektor 0,80 mm lebih efisien dari grafik variasi injektor pipa yang lain, dapat dilihat pada gambar grafik 3.7.



Gambar 3.7. Grafik gabungan injektor pipa tembaga 4 variasi dengan penyempitan saluran di dalam injektor

Dapat diambil kesimpulan berdasarkan metode yang saya uji dengan metode pengujian yang sudah ada jika metode yang sudah ada menyebutkan bahwa pada diameter pipa 24 mm diperoleh debit sebesar 6,7 liter/menit atau (24 mm / 6,7 liter/menit). Dan dengan metode yang saya uji yaitu menggunakan diameter pipa 2 inchi atau jika di kalkulasikan diameternya menjadi 50,8 mm diperoleh debit air rata-rata maksimal nya 30,64 liter/menit atau (50,8 mm / 30,64 liter/menit) dibagi dua menjadi (25,4 mm / 15,32 liter/menit). Jadi metode yang lebih efisien adalah metode pengujian yang saya uji karena dapat dilihat untuk selisih debit air nya saja terpaut jauh lebih banyak dibanding metode pengujian yang sudah ada (korawan).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja pompa *Air lift pump* tergantung pada beberapa faktor, seperti desain alas bawah, lubang injektor, tekanan udara
2. Hasil pengujian debit udara menggunakan metode bukaan kran udara dengan melihat angka pada *flowmeter* menunjukkan bahwa jika kran terbuka penuh maka debit udara juga akan mengalir banyak, dan jika kran udara diputar menutup atau dibuat celah menyempit maka debit udara juga akan semakin sedikit yang mengalir, hasil angka debit udara dapat dibaca pada angka *flowmeter*.
3. Hasil pengujian dari penambahan alat tambahan yaitu dengan penyempitan saluran *injector* pada resin menunjukkan bahwa aliran gelembung udara menjadi lebih fokus ke tengah mendorong air, sehingga lebih efisien (meski dengan debit udara yang sedikit maka akan menghasilkan debit air yang banyak).

Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini di waktu yang akan datang maka disarankan untuk melakukan :

1. Penelitian lebih lanjut terhadap Debit Air (Q air) menggunakan metode perendaman ketinggian pipa akrilik antara penempatan posisi ujung atas pipa akrilik dengan permukaan air.

2. Pengujian mekanik yang lain guna mengetahui Debit Udara (Q udara) yaitu lebih banyak lagi untuk variasi injektor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini. Peneliti banyak menerima bimbingan, petunjuk dan nasehat agar terus semangat terutama Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah mendukung dalam penelitian saya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmed, W. (Desember 2012). *Dual Injection Airlift Pumps : An Enhanced Performance*. London : Taylor & Francis researchgate.
- [2] Al Shibani, M. (march 2014). *Journal of engineering research and application*. www.ijera.com.
- [3] Al-shibani, M. E. (March 2014). *Experimental Study of Air-Lift Pumps Characteristic*. Dubai UAE: Naji F. Al-saqer & Mohammed E. al-shibani.
- [4] Hanafizadeh, P. (January 2012). *Multiphase Science and Technology on Airlift Pump System*. California: Pedram Hanafizadeh from University of California, Berkeley.
- [5] Khalil, M. F., & Kassab, S. Z. (juni 1999). *Effect of Air Injection Method on The Performance of an Airlift Pump*. Mesir: Elsevier Alexandria university.
- [6] Loyless, J. C., & Malone, R. F. (April 1998). *Evaluation of Air-lift pump capabilities for water delivery, aeration, and degasification for Application to recirculating aquaculture system*. L A USA: Elsevier.
- [7] Parker, N., & Suttle, M. A. (1987). *Design of Airlift Pump for Water circulation and Aeration in Aquaculture*. Marion Alabama USA: Aquacultural engineering.
- [8] Riglin, J. (2011). *Performance Characteristic of Airlift Pumps with Vortex Induced by Tangential Fluid Injection*. bucknell, Pennsylvania: Bucknell Digital Commons.
- [9] Sandifer, P. (January 1975). *Performance Characteristic of Airlift pumps*. South Carolina, united states: Paul sandifer.
- [10] Shallouf, M., Ahmed, W., & Abdou, S. (2019). *Airlift Pump for Aquaculture application using multiphase flow analysis*. canada: Elsevier Aquacultural Engineering.
- [11] Simarmata, D. f. (2020). *Pengaruh Rasio Kedalaman Pipa Terendam Terhadap Kinerja Airlift Pump*. yogyakarta: perpustakaan universitas sanata dharma.
- [12] Zajac, d. (22 februari 2019). *A new method of selecting the airlift pump optimum efficiency at low submergence ratios with the use of image analysis*. opole university of technology poland: energies MDPL.