

## Efek Sudut Diffuser terhadap Tekanan Suction pada liquid-Gas Ejector

Daru Sugati<sup>1,\*</sup>, Marwan Effendy<sup>2</sup>, Sugiarto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknologi Nasional-Yogyakarta

<sup>2</sup>Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta- Solo

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Nasional-Yogyakarta

\*Corresponding author: daru.tm@sttnas.ac.id

**Abstract.** This study aims to investigate the effect of diffuser divergent angle to static pressure of suction side. The experiment was performed in a closed system of liquid-gas ejector. Both throat and diffuser section were made from transparent material in order to visualise the phenomena of mixing between gas and liquid inside the specimen. A set of data acquisition was used to collect of static pressure along the transparent region. flow rate of both suction ( $Q_s$ ) and motive flow ( $Q_m$ ) was varied for three various angle design of diffuser i.e.  $6^\circ$ ,  $10^\circ$  and  $15^\circ$ . The results showed that diffuser with a larger divergent angle contributes to provide greater flow resistance as indicated in a high pressure at throat outlet. Design with the lowest divergent angle causes the reduction of suction pressure.

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menemukan pengaruh yang diakibatkan oleh sudut divergen diffuser terhadap tekanan yang dihasilkan pada sisi suction. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang menggunakan sistem tertutup liquid-gas ejector. Seksi uji yang terdiri dari throat dan diffuser dibuat dari bahan transparan. Pengukuran tekanan dilakukan pada suction flow, motive flow, dan sepanjang throat dan diffuser. pengukuran debit dilakukan pada suction flow, dan motive flow. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tiga diffuser dengan variasi sudut divergen ( $2\beta$ ) =  $6^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ . Hasil pengujian memperlihatkan diffuser dengan sudut divergen yang besar berkontribusi meningkatkan tahanan aliran yang ditandai dengan tekanan yang tinggi pada *throat inlet*.

**Keywords:** liquid-gas ejector, diffuser, dua fase, suction

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

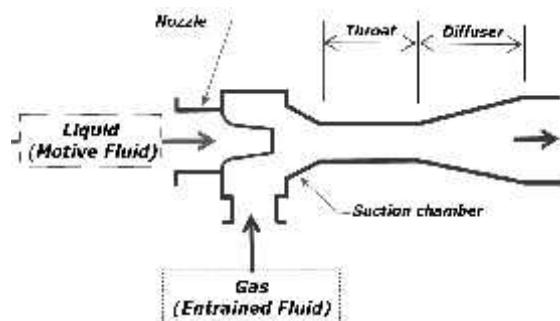
### Pendahuluan

*Liquid Gas ejector* sebuah sistem yang menggunakan *liquid* sebagai pembangkit tekanan rendah. Sedangkan gas merupakan fluida yang terinduksi oleh *liquid jet*. Sistem yang dimaksud tampak pada Gambar 1. *Ejector* tersusun dari beberapa komponen yaitu: *Nozzle*, *Suction chamber*, *throat*, dan *diffuser*. Fungsi nozzle adalah mempercepat aliran cairan untuk menghasilkan pancaran cairan atau *liquid jet*. *Suction chamber* digunakan sebagai tempat terjadinya *entrainment* gas ke dalam liquid. *Throat* sebagai tempat interaksi lanjutan antara cairan dan gas hingga membentuk gelembung.

Aliran yang meninggalkan *downstream throat* ini menuju *diffuser* untuk diperlambat agar tekanan statis meningkat. Proses perubahan penampang ini memberikan kontribusi tahanan aliran, yang mengakibatkan terhambatnya aliran meninggalkan *throat*.

Tahanan aliran didalam *diffuser* ini sebagai bentuk dari karakteristik aliran di dalam *diffuser*. Karakteristik aliran di dalam *diffuser* dapat membentuk beberapa pola,[6],[3] menggolongkan pola aliran pada laluan berbentuk *enlargement* menjadi empat pola yaitu: *submerged flow*, *pulsating flow*, *oscillating flow*, dan *jet flow*.

*Submerged flow* adalah pola aliran yang memperlihatkan aliran antara *liquid* dan *gas* yang berbentuk gelembung gas terdispersi pada *diffuser*. Pola aliran *jet flow* adalah pola yang memperlihatkan secara jelas *jet flow* pada *diffuser inlet* dan terjadi sirkulasi. *Pulsating flow* didefinisikan sebagai pola aliran dengan *jet flow* berubah panjang lintasannya secara periodik. Sedangkan pola aliran *oscillating flow* didefinisikan bila aliran *jet flow* tampak sebagai aliran berosilasi.



Gambar 1. Konfigurasi liquid gas ejector

Indikator yang digunakan untuk mengukur kinerja *diffuser* dengan menggunakan indikator *pressure recovery coefficient* ( $C_p$ ).  $C_p$  didefinisikan

sebagai beda tekanan pada sisi *diffuser outlet* terhadap sisi *diffuser inlet* ( $p$ ) dibagi dengan energi kecepatan aliran pada sisi *inlet* ( $0,5 V^2$ ). Berdasarkan persamaan satu dimensi kinerja ideal *diffuser* didefinisikan oleh  $1/(1/\text{area ratio})$  [6]. Pada faktanya kondisi ideal ini tidak dapat tercapai, hal ini disebabkan oleh rugi-rugi aliran. Beberapa komponen yang menyebabkan terjadinya rugi-rugi aliran ini yaitu: bilangan Reynolds, *flow ratio*, *diffuser area ratio* [1], sudut *divergen* (2) [2].

Pada sistem *liquid-gas ejector* komponen *diffuser* merupakan komponen yang penting, sehingga berkontribusi terhadap kinerja. Salah satu indikator kinerja yang dapat diamati adalah tekanan pada sisi *suction*.

## Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan peralatan pengujian diperlihatkan pada Gambar 2. seksi uji yaitu unit *liquid-gas ejector* berada pada aliran air sistem tertutup. Air dialirkan dari bak air (1) menggunakan pompa (2) menuju katup pengatur aliran air (3) menuju *ejector* dan kembali menuju bak air kembali. Tekanan rendah yang dihasilkan pada *suction chamber ejector* akan menarik gas dari atmosfer melalui *flow meter* udara (5) menuju tangki penenang (7) menuju *suction chamber*.

Seksi uji dibuat dari bahan trasparan agar dapat diamati interaksi aliran di dalam *ejector* tersebut. Dimensi seksi uji yang digunakan pada penelitian ini diperlihatkan pada Tabel 1.

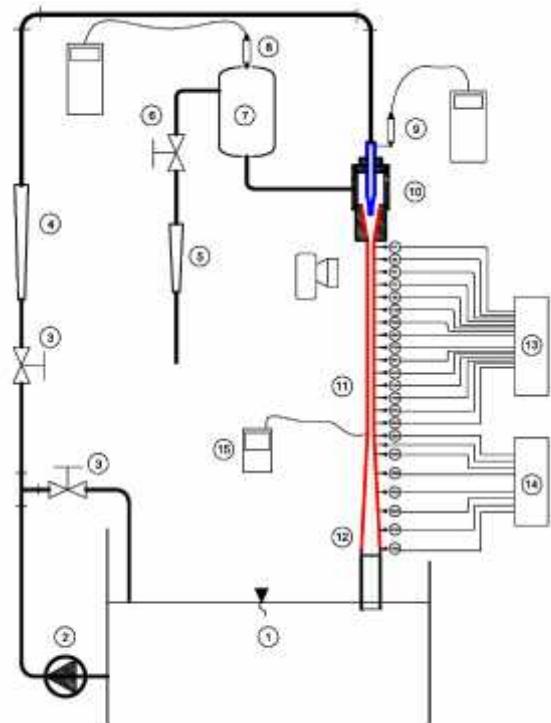
Tabel 1. Dimensi komponen *ejector* [4,5]

No Komponen	Dimensi
1. Nozzle	Model profil : <i>konvergen</i> Diameter ( $d_n$ ) = 12 mm
2. Suction Chamber	Model Konvergen Geometri : $\text{Projection ratio} = 5.d_t$ Sudut Konvergen = $10^\circ$ $d_s/d_n = 6,6$
3. Throat	$d_t = 18,5$ mm $l_t = 32d_t$
4. Diffuser	Sudut Divergen 2 = $6^\circ, 10^\circ, 15^\circ$ Rasio Luas Penampang ( $d_d/d_t$ ) = 9

Pengukuran tekanan dilakukan pada beberapa lokasi yaitu: sisi *motive fluid* dengan manometer (9); tekanan *vacuum* digunakan *vacuum gauge* (8)

pada tabung penenang(7); Pengukuran tekanan sepanjang *throat* dan *diffuser* dilakukan dengan menggunakan *pressure transducer* yang dibaca dengan data akuisisi (14).

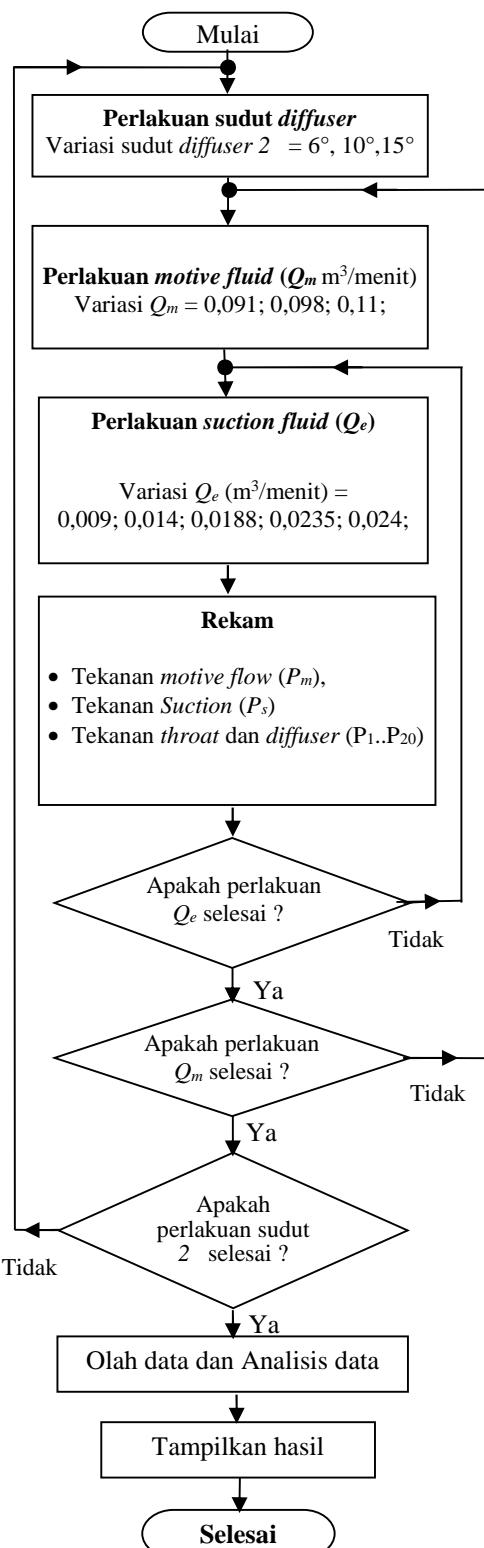
Pengukuran debit aliran dilakukan dengan *flow meter* air tipe rotameter dan pengukuran debit aliran udara dilakukan dengan menggunakan rotameter udara.



No	Deskripsi	No	Deskripsi
1	Bak air	9	Manometer
2	Pompa air	10	<i>Suction chamber</i>
3	Katub pengatur aliran air	11	<i>Throat</i>
4	Flow meter air	12	<i>Diffuser</i>
5	Flow meter udara	13	<i>Data aquistion</i>
6	Katub pengatur aliran udara	14	<i>Data aquistion</i>
7	Tangki penenang	15	<i>Thermometer</i>
8	<i>Vacuum gauge</i>		

Gambar 2. Skema alat pengujian

Prosedur pengujian yang digunakan untuk pada penelitian ini menggunakan diagram alir yang diperlihatkan pada Gambar 3.

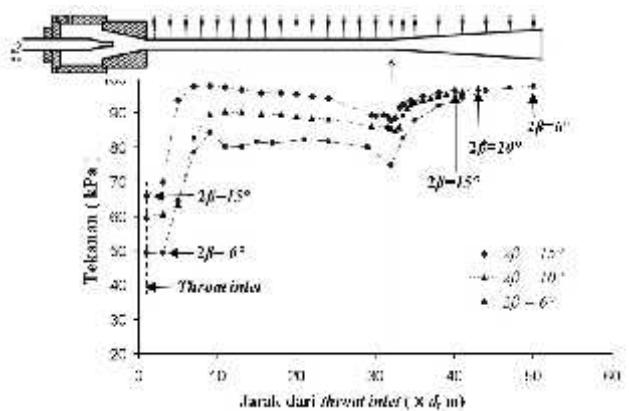


Gambar 3 Diagram Alir pengujian

## Hasil Penelitian

Pengujian yang dilakukan pada setelah dilakukan pengolahan data selanjutnya ditampilkan pada Gambar 4. Pada Gambar ini memperlihatkan

pengaruh posisi pengukuran terhadap tekanan untuk sudut divergen diffuser ( $2$ ) =  $6^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ .



Gambar 4. Pengaruh posisi pengukuran terhadap tekanan untuk variasi sudut diffuser ( $2$ ) =  $6^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ , dan  $15^{\circ}$ ; pada  $Q_m = 0,11 \text{ m}^3/\text{menit}$ ,  $Q_e = 0,009 \text{ m}^3/\text{menit}$ .

Berdasarkan Gambar 4. Memperlihatkan bahwa tekanan discharge pada diffuser memperlihatkan tekanan yang sama untuk tiga variasi dimensi diffuser. Tekanan yang dihasilkan untuk variasi debit  $Q_m = 0,11 \text{ m}^3/\text{menit}$ ,  $Q_e = 0,009 \text{ m}^3/\text{menit}$  pada daerah throat dan diffuser memperlihatkan adanya pola yang sama untuk tiga variasi dimensi diffuser. Pada throat outlet atau diffuser inlet memperlihatkan tekanan pada titik tersebut mengalami penurunan. Urutan tekanan pada throat inlet berturut-turut dari tekanan terendah adalah: variasi sudut diffuser ( $2$ ) =  $6^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ , dan  $15^{\circ}$ . Pengaruh perubahan ini dapat dinyatakan sebagai tahanan aliran pada diffuser. Tahanan aliran terkait dengan sudut ( $2$ ) ini diakibatkan oleh pola aliran pada daerah terdekat dengan diffuser inlet. Pola aliran yang dihasilkan oleh diffuser dengan sudut ( $2$ ) besar akan cenderung timbul separasi aliran [6]. Separasi ini akibat dari tidak mampunya aliran mengikuti perubahan bentuk penampang, sehingga streamline aliran menjauh dari dinding penampang alir.

Pengaruh tahanan aliran pada diffuser yang terkorelasi dengan tekanan aliran pada sisi throat outlet menyebabkan perubahan tekanan pada throat inlet. kondisi ini tampak Gambar 4, dimana profil tekanan pada throat mempunyai pola yang sama untuk variasi dimensi diffuser dan tampak pada tahanan aliran pada diffuser dengan sudut divergen ( $2$ ) memberikan respon tekanan pada throat inlet terendah.

Berdasarkan data yang diperoleh dapat dinyatakan bahwa tahanan aliran pada *diffuser* yang diakibatkan oleh sudut *divergen diffuser* ( $2\alpha$ ) menyebabkan terhambatnya aliran dari *throat inlet* menuju *diffuser outlet*. Kondisi ini berakibat pada tekanan pada *throat inlet* yaitu: semakin kecil tahanan *diffuser* maka semakin rendah tekanan pada *throat inlet* dan tekanan *suction* pada *ejector*, semakin besar tahanan aliran aliran pada *diffuser* maka semakin tinggi tekanan *suction ejector*.

### Kesimpulan

Tekanan pada sisi *suction* atau *throat inlet* dipengaruhi oleh tahanan aliran pada sisi *throat outlet* yang terkorelasi dengan sudut divergen *diffuser*. Sudut *divergen diffuser* ( $2\alpha$ ) =  $6^\circ$  menghasilkan tahanan aliran yang lebih rendah dibandingkan dengan sudut  $10^\circ$  dan  $15^\circ$ , sehingga *diffuser* dengan sudut *divergen diffuser* ( $2\alpha$ ) =  $6^\circ$  menghasilkan tekanan *suction* terendah yaitu 50 kPa pada kondisi operasional  $Q_m = 0,11 \text{ m}^3/\text{menit}$ ,  $Q_e = 0,009 \text{ m}^3/\text{menit}$ .

### Penghargaan

Terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan yang telah mendanai Penelitian ini.

### Daftar pustaka

- [1] Neve, R. S., 1991, *Diffuser Performance in Two-Phase Jet Pumps*, International Journal of Multiphase Flow, Vol. 17, pp. 267-272.
- [2] Sparrow E.M., Abraham J.P., Minkowycz W.J., 2009, *Flow separation in a diverging conical duct: Effect of Reynolds number and divergence angle*, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 52, pp. 3079–3083.
- [3] Davis M.R, 1991, *Compressible Gas-Liquid Mixture Flow at Abrupt Pipe Enlargements*, Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 4, p.p. 684- 697.
- [4] Daru Sugati, Indarto, Purnomo, Sutrisno, 2014, *Performance of Conical Diffuser on Liquid Jet Gas Ejector*, Applied Mechanics and Materials, Vol. 493, pp. 145-150.
- [5] Daru Sugati, 2008, *Jet Pump Sebagai Pompa Hampa*, Media Mesin, Vol. 9, No. 2. p.p. 56-62.
- [6] Gulich J.F., 2010., *Centrifugal Pumps.*, Springer Heidelberg Dordrecht, London, New York