

Pengaruh Sekat pada *Suction Chamber Liquid-Gas Ejector* Terhadap Debit *Suction Flow*

Daru Sugati¹, Dandung Rudy Hartana²

Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta^{1,2}
daru.tm@sttnas.ac.id
dandungrudhartana@yahoo.com

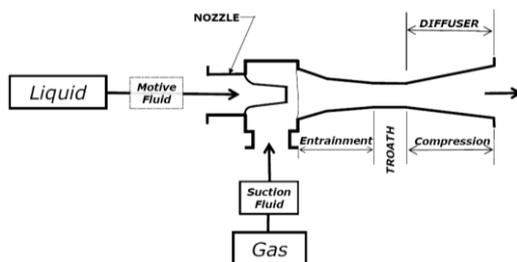
Abstrak

Penelitian ini bertujuan menemukan pengaruh penggunaan sekat yang diletakkan pada *suction chamber liquid-gas ejector* terhadap *suction flow* yang mampu dihasilkan. Sekat diharapkan mampu membagi aliran menuju *suction chamber* menjadi beberapa posisi. Aliran yang terbagi pada *suction chamber* diharapkan dapat mengurangi sirkulasi proses *mixing* pada *suction chamber*. Pengujian dilakukan pada instalasi eksperimen dengan sirkulasi *motive flow* tertutup. Untuk pengaruh sekat ini digunakan seksi uji yang digunakan terdiri dari *suction chamber* tanpa sekat. Pengujian dilakukan menggunakan variasi debit aliran motive dan debit *suction flow* pada masing-masing *suction chamber*. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa penggunaan *suction chamber* terbagi mampu meningkatkan debit *suction flow*. *Suction chamber* terbagi dua mampu meningkatkan debit *suction flow* hingga 55% dibanding dengan *suction chamber* tunggal.

Kata Kunci: *Liquid-gas ejector, suction chamber, suction flow.*

1. Pendahuluan

Ejector adalah salah satu mesin fluida yang terdiri dari empat komponen utama, yaitu: *nozzle*, *suction chamber*, *throat* dan *diffuser*. (Daru,2008). Konfigurasi komponen tersebut diperlihatkan pada Gambar 1.

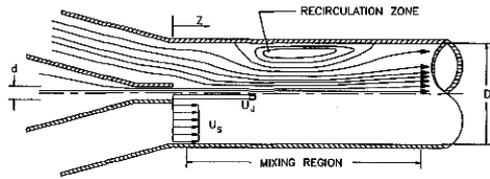


Gambar 1. Skema Konfigurasi *Liquid-Gas Ejector*

Prinsip kerja *ejector* adalah berdasarkan pada transfer momentum antara *motive fluid* dan *suction fluid*. (Biswas, 1981; Brahim,1984; Balamurungan, 2007; dan Rahman, 2010). *Motive fluid* adalah fluida yang memancar keluar dari *nozzle* membentuk kolom cairan yang kemudian dikenal dengan *liquid jet*. *Suction fluid* adalah fluida yang terinduksi dan terbawa oleh *motive fluid* akibat interaksi pada *interface*. Proses interaksi kedua fluida ini merupakan proses yang kompleks. Evan (1996) menyampaikan model matematik untuk

melakukan pendekatan rasio aliran yang terjadi selama proses interaksi ini. Model ini memperlihatkan bahwa ada dua hal penting di dalam proses *mixing* kedua fluida yaitu proses *entrainment* dan *entrainment*. *Entrainment* adalah proses masuknya *suction fluid* kedalam *motive fluid* karena adanya instabilitas pada *interface*, sedangkan *entrainment* adalah proses terjebaknya *suction fluid* kedalam *motive fluid* akibat celah yang terjadi pada peristiwa *plunging jet*. *Plunging jet* merupakan peristiwa tumbukan antara *liquid jet* dengan *free surface* cairan. Peristiwa ini mengakibatkan terjadinya pola aliran dan kenaikan tekanan sebagai akibat dari transfer momentum.

Pada *liquid-gas ejector* proses *entrainment* dan *entrainment* merupakan proses yang dibatasi oleh selongsong yaitu *suction chamber* dan *throat*. Pengaruh pembatas ini sebagaimana disampaikan oleh Donald (1994) dan Yule (1991), yaitu sirkulasi akan terjadi pada celah antara dinding dan *liquid jet*. Sirkulasi adalah aliran yang berlawanan dengan arah *liquid jet*. Ukuran sirkulasi ini dipengaruhi oleh rasio luas penampang *nozzle* terhadap *throat*. Berlaku hubungan bahwa semakin kecil rasio ini semakin besar potensi sirkulasi. Sirkulasi ini terjadi pada celah antara jet dengan dinding *throat* dan *suction chamber*.



Gambar 2. Posisi sirkuasi pada *ejector*
(Sumber: Donal. F.E.,1991)

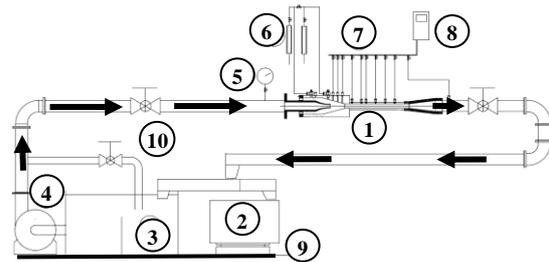
Ahmed (2000) dan Somsak (2005) melaporkan bahwa pengaruh kecepatan *suction fluid* terhadap *liquid jet* mempengaruhi *flow ratio*. Berdasarkan hal ini maka dilakukan eksperimen yang hasilnya membuktikan bahwa menurunkan perbedaan kecepatan *suction fluid* terhadap *motive fluid* pada saat bertemu akan meningkatkan debit *suction fluid*.

Yadav(2008) melaporkan hasil simulasinya, bahwa geometri *suction chamber* berpengaruh dengan *flow ratio*. geometri tersebut yaitu rasio luas *nozzle* terhadap luas *suction chamber*, sudut konvergen masuk menuju *throat*, jarak *nozzle* terhadap *throat*.

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan dapat dinyatakan bahwa *suction fluid* berinteraksi dengan *motive fluid* di dalam *suction chamber* hingga *throat*. Sirkulasi pada *suction chamber* menurunkan laju *entrainment*. Laju aliran yang sirkulasi dapat dikurangi dengan cara mempersempit celah antara *liquid jet* dengan dinding *suction chamber*, namun celah yang sempit dan jarak *free jet* yang pendek berpotensi menurunkan debit *entrainment*. Penelitian ini dilakukan berdasarkan pada kajian yang telah dipaparkan bahwa sirkulasi dapat dikurangi dengan mempersempit celah, sedangkan debit *suction fluid* dapat ditingkatkan dengan cara memperbesar celah dan jarak. Metode yang diteliti untuk memberikan solusi pada permasalahan tersebut adalah melakukan pembagian *suction chamber* menjadi beberapa bagian dengan cara membuat sekat.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan pada instalasi eksperimen dengan skema instalasi diperlihatkan pada Gambar 3. Fluida yang digunakan sebagai *motive fluid* adalah air pada kondisi lingkungan dan fluida untuk *suction fluid* adalah udara. Air dialirkan dari bak air (3) menuju unit *liquid-gas ejector* (1) dengan menggunakan pompa (4). Debit *motive flow* diukur dengan mengukur berat cairan dengan timbangan (9), sedangkan tekanan *motive flow* diukur dengan manometer (5). Debit *suction fluid* diukur dengan flow meter (6). Pengukuran tekanan sepanjang *throat* digunakan pressure transducer dengan data akuisisi (7 dan 8). Pengaturan debit *motive fluid* dilakukan dengan menggunakan katub (10).

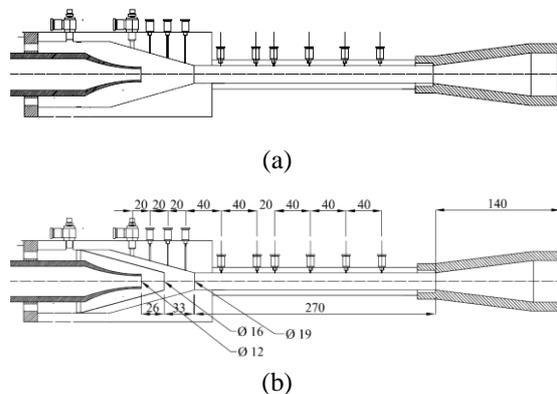


Keterangan Gambar

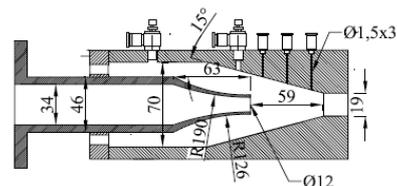
No	Komponen	No	Komponen
1	Seksi Uji	6	Flow meter
2	Bak Takar air	7	Header swicth
3	Bak air	8	Pressure Transducer
4	Pompa air	9	Timbangan
5	Manometer	10	Katub

Gambar 3. Skema Instalasi penelitian

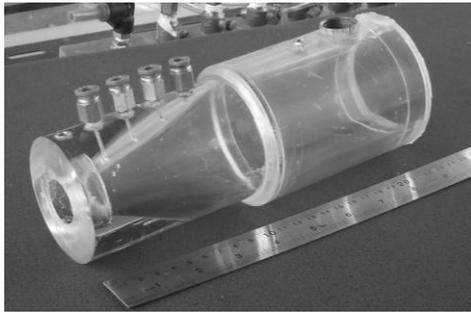
Seksi uji berupa dua buah unit *ejector* dengan dimensi diperlihatkan pada Gambar 4. Unit ejector pada Gambar 4.a adalah unit ejector dengan *suction chamber* tunggal dan pada Gambar 4.b. diperlihatkan unit *ejector* dengan *suction chamber* ganda. Kedua unit ejector ini mempunyai ukuran yang sama. *Suction chamber* pada Gambar 4.b mempunyai ukuran yang sama dengan Gambar 4.a dengan menambahkan sekat. Sekat ini menyebabkan aliran *suction fluid* menjadi terbagi menjadi dua bagian.



Gambar 4. Dimensi Seksi uji. (a) *Suction chamber* tunggal. (b) *Suction chamber* ganda.



Gambar 5. Dimensi *suction chamber* dan *nozzle*.



(a)



(b)

Gambar 6. Bentuk suction chamber tunggal dan suction chamber terbagi dua terbuat dari bahan tembus pandang

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pelaksanaan pengujian dilakukan untuk masing-masing unit *ejector*. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah debit *motive fluid*, debit *suction fluid*. Pembacaan dilakukan pada tekanan *motive fluid* (P_m), debit *suction* pada *chamber* kedua (Q_{s2}), tekanan pada *suction* kedua (P_{s2}) dan tekanan *discharge* (P_d). Pengambilan data mengikuti matrik tes yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matrik Pengujian

Variasi pengujian		Data yang dicatat			
Q_{s1}	P_{s1}	Q_{s2}	P_{s2}	P_m	P_d
scfm	mmHg				
10	-350				
20	-350				
30	-350				
40	-350				
50	-350				
60	-350				
10	-500				
20	-500				
30	-500				
40	-500				
10	-550				
20	-550				
30	-550				

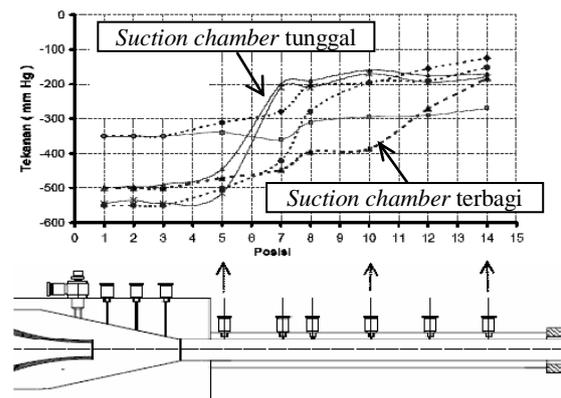
2.2 Metode Analisis Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode statistik sederhana, yaitu nilai rata-rata data hasil pembacaan alat ukur, standar deviasi. Penggunaan metode ini dengan pertimbangan bahwa hasil pengolahan tidak memerlukan analisis *transient*, sehingga data yang dicatat tidak terpengaruh oleh waktu.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh hubungan beberapa variabel yang memperlihatkan pengaruh pengaturan debit *motive fluid* dan debit *suction fluid* untuk kondisi *suction chamber* tunggal dan ganda atau terbagi dua.

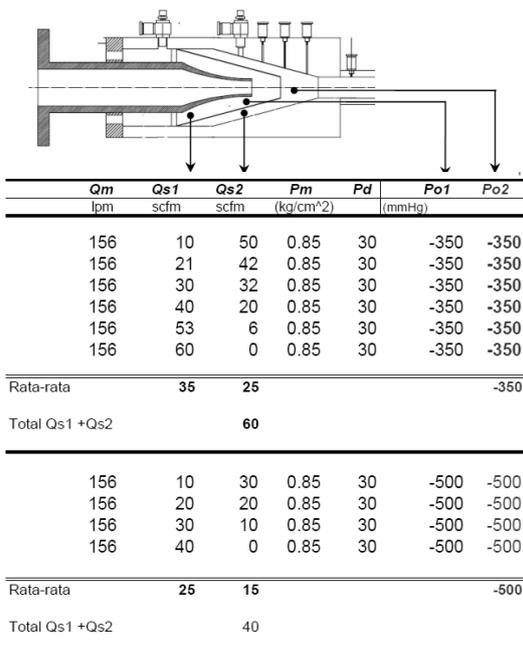
Pada Gambar 5. diperlihatkan pengaruh sekat pada *suction chamber*. Tampak bahwa perubahan tekanan statis sepanjang *suction chamber* dan *throat* untuk dua perlakuan *suction chamber* memperlihatkan kecenderungan yang sama untuk tekanan pada *suction chamber*, yang ditunjukkan dengan posisi 1 hingga posisi 3.



Gambar 7. Hubungan tekanan terhadap posisi untuk *suction chamber* tunggal (SEE) dan *suction chamber* terbagi dua (MEE)

Pada Gambar 8. diperlihatkan debit total dari *suction chamber* pertama (Q_{s1}) dan *suction chamber* kedua (Q_{s2}) tetap untuk tekanan *suction* (P_{o1}) yang sama. Tekanan *suction* (P_{o1}) = -500 mm Hg menghasilkan debit *suction* sebesar 40 scfm dan P_{o1} = -350 mm Hg menghasilkan Q_s = 60 scfm. Kondisi ini memperlihatkan adanya tidak ada pengaruh yang signifikan tahanan aliran atau pengaturan debit pada *suction chamber* pertama (Q_{s1}) terhadap total debit *suction fluid*.

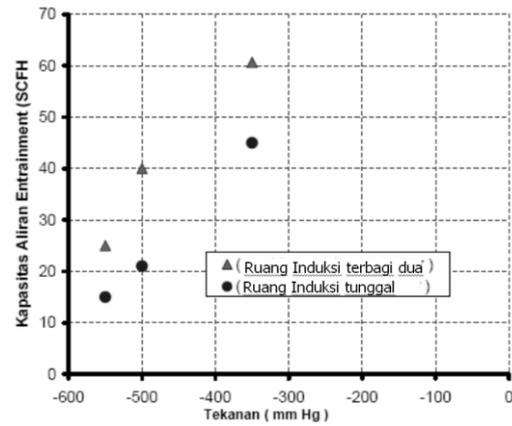
Perlakuan tekanan *suction chamber* keseluruhan memperlihatkan bahwa *suction chamber* terbagi mampu memberikan kenaikan debit *suction fluid* sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 8 perbandingan debit pada masing masing suction chamber untuk kondisi tekanan suction chamber berbeda.

Peningkatan debit alirannya dengan perlakuan pada suction chamber ini merupakan dapat dinyatakan sebagai akibat dari penurunan sirkulasi aliran pada suction chamber dan bentuk jet yang tidak teratur.

Bentuk jet yang tidak teratur ditemukan pada pengujian yang menggunakan suction chamber terbagi dua. Hal ini disebabkan oleh sekat yang terkonfigurasi diantara nozzle dan throat. Liquid jet yang terpancar dari nozzle akan mengalami perubahan bentuk dengan bertambahnya panjang lintasan jet. Pada suction chamber tunggal tampak jet mengalami perubahan bentuk permukaan pada jarak dekat dengan throat. Pada suction chamber terbagi liquid jet akan terbagi menjadi dua bagian, yaitu sebelum melintasi sekat dan setelah melintasi sekat. Profil liquid jet tampak lebih tidak teratur terjadi pada suction chamber terbagi. Sekat menyebabkan perimeter jet menjadi tidak teratur. Hal ini dapat dinyatakan bahwa proses entrainment terjadi pada jarak yang terindikasi dengan perubahan bentuk jet tersebut. Pernyataan ini juga didukung oleh data eksperimen yang dilakukan oleh Daru (2012) dan Evan (1996).



Gambar 9. Hubungan debit suction flow terhadap tekanan pada suction chamber pada kondisi suction chamber tunggal dan suction chamber terbagi dua

4. Kesimpulan

Pengaruh sekat sebagai pembagi ruangan pada suction chamber memperlihatkan:

- Suction chamber ganda memberikan debit entrainment yang lebih besar 55,1% dibandingkan model ruang induksi tunggal.
- Variasi debit suction fluid pada salah satu ruang induksi merubah total debit entrainment pada tekanan ruang induksi yang sama.

Daftar Pustaka

- Ahmed A.M.R., Sharma.S.D.,2000, Effect of velocity ratio on the turbulent mixing of confined, co-axial jets, Experimental Thermal and Fluid Science, 22, p.19-33
- Balamurugan S., Mayank D. L., Gaikar V.G., Patwardhan A.W., 2007, Hydrodynamics and mass transfer characteristics of gas-liquid ejectors, Chemical Engineering Journal, Vol. 131, pp. 83-103
- Biswas M.N., Mitra A.K., 1981, Momentum Transfer in Horizontal Multi-Jet Liquid-Gas Ejector, The Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. 59, pp. 634-637.
- Brahim A.B., Prevost M, Bugarel L., 1984, Momentum Transfer in A Vertical Down Flow Liquid Jet Ejector : Case of Self Gas Aspiration and Emulsion Flow, Int. J. Multiphase Flow, Vol.10., No. 1., pp. 79-84

- Daru Sugati, 2008, Jet Pump Sebagai Pompa Hampa, Media Mesin, Vol. 9, No. 2. p.p. 56-62.
- Daru Sugati, Indarto, Purnomo, Sutrisno.,2012, Studi Ekperimental Pengaruh Posisi *Nozzle-Throat* Terhadap Kinerja *Liquid Jet Gas Ejector*, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta.
- Evans, G. M., Jameson, G. J. & Rielly, C. D, 1996, *Free jet expansion and gas entrainment characteristics of a plunging liquid jet*, Experimental Thermal and Fluid Science, 12, pp 142-149
- Rahman F., Umesh D.B., Subbarao D., Ramasamy M., 2010, *Enhancement of Entrainment Rates in Liquid-Gas Ejectors*, Chemical Engineering and Processing, Vol. 49, pp. 1128–1135
- Somsak Watanawanavet, 2005, Optimization of a High-Efficiency Jet Ejector by Computational Fluid Dynamics Software, Thesis, Texas A&M University
- Donald F. Elger, Sam. J. Taylor, Chyr P. Liou, Recirculation in an Annular-Type Jet Pump, ASME Journal Fluids Engineering,116, p.737-740.
- Yule A. J., Damou D., 1991, Investigation of Ducted Jets, Experimental Thermal and Fluid Science, 4, p. 469-490.
- Yadav, R.L., Patwardhan.A.W., 2008, *Design aspects of ejectors: Effects of suction chamber geometry*, Chemical Engineering Science, Vol. 63, pp. 3886 – 3897