

Variasi Diameter *Nozzle* Terhadap Lamanya Proses Vakum Pada *Fresh Water Generator* di Laboratorium Polimarin

Khaeroman¹⁾, WA Putranto²⁾, Susanto³⁾, R.A.Wiguna⁴⁾, Agung Nugroho⁵⁾

¹⁾Jurusan Teknik, Politeknik Maritim Negeri Indonesia, Semarang

⁵⁾Jurusan Teknik Mesin, Universitas Wahid Hasyim, Semarang

Jl. Pawiyatan Luhur I/1 Bendan Duwur, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50233

Email: khoer@polimarin.ac.id, wahyu_ap@polimarin.ac.id, susanto@polimarin.ac.id, rifki.aryaw@polimarin.ac.id, agungnugroho3006@gmail.com

Abstrak

Ejector merupakan pompa statis yang bekerja berdasarkan dengan prinsip kevakuman. Kevakuman yang terjadi pada *ejector* sangat memengaruhi performa dan kemampuan hisap sisi *secondary flow*. Vakum *ejector* pada *fresh water generator* memengaruhi jumlah produksi air tawar yang dihasilkan. Pada penelitian ini kondisi aktual *ejector* *fresh water* dengan diameter exit nosel 6 mm menghasilkan *mass flow rate* sekitar 1,8 kg/s sehingga waktu untuk mencapai kevakuman kurang maksimal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi diameter *exit nozzle* terhadap laju aliran sekunder terutama pada sisi isapan udara (vakum). Pada penelitian ini dilakukan analisa terhadap *ejector* pada alat *Fresh Water Generator* (FWG) dengan tiga alternatif desain pada diameter *exit nozzle* menggunakan software *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk mendapatkan performa optimum. Tekanan masuk *primary flow* diatur dengan tekanan tetap sebesar 3 bar. Geometri *Nozzle* (diameter *exit nozzle*) dibuat dengan variasi ukuran (4, 6 dan 8 mm). Jarak antara ujung *nozzle* dengan pipa aliran keluar dibuat dengan posisi tetap. Ujung *nozzle* berada pada posisi 3 mm masuk ke dalam pipa saluran keluar diukur dari posisi ujung bagian dalam. Hasil dari analisa CFD yaitu variasi diameter *exit nozzle* 8 mm mempunyai laju aliran paling besar (4.6838048 kg/s) diantara variasi diameter *exit nozzle* 4 dan 6 mm. Dengan hasil penelitian ini implikasinya adalah diameter *exit nozzle* 8 mm memiliki nilai kevakuman yang paling maksimal

Kata Kunci: *vacuum ejector, freshwater generator, secondary flow, diameter nozzle.*

Abstract

Ejector is a static pump which is worked by a vacuum principal. A vacuum which is happened in the *ejector* affect the performance and the ability of suction on the secondary mass flow section. A vacuum *ejector* in the *fresh water generator* affects the amount of *fresh water* which is generated. The objective of this research is to know the affection of variation in the outlet diameter of the *nozzle* towards secondary mass flow, especially on the air suction section (vacuum). In this research, an analysis has been done in a *fresh water generator* (FWG) with three alternative design of the outlet diameter of the *nozzle* using *Computer Fluid Dynamics* (CFD) method to get the optimal performance. The inlet pressure of *primary flow* is regulated to be steady at 3 bars. The variations of the diameter outlet of the *nozzle* are 4, 6, and 8 mm. The distance between the edge of the *nozzle* with outlet flow of the pipe is made at a settled position. The edge of the *nozzle* is at 3 mm inside the outlet flow of the pipe measured from the inside edge of the pipe. The result of CFD method is shown that on the variation of the outlet diameter of the *nozzle* 8 mm has the biggest mass flow (4.6838048 kg/s) between 4 and 6 mm. The implication of this research is that the outlet diameter of the *nozzle* 8 mm has the maximum value of a vacuum.

Key words: *vacuum ejector, freshwater generator, secondary flow, diameter nozzle*

1. PENDAHULUAN

Ejector dikenal sebagai teknologi alat yang dapat menghasilkan aliran fluida di dalam *chamber* dengan kecepatan tinggi. Proses tersebut terjadi pada pipa venturi sebagai dasar pengembangan *ejector*.

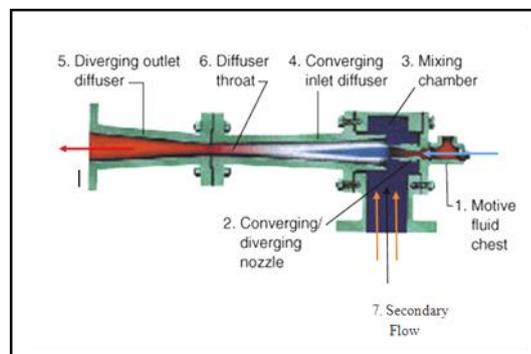
Perbedaan volume dalam pipa venturi memberikan efek perubahan kecepatan aliran menjadi meningkat. Peningkatan kecepatan aliran mampu menghasilkan kemampuan hisap yang sangat tinggi. Kemampuan hisap yang sangat tinggi digunakan untuk banyak aplikasi peralatan yang memanfaatkan kevakuman.

Ejector dapat menjadi alternatif pengganti kerja pompa dan kompressor dari sebuah sistem permesinan. Industri telah banyak memanfaatkan aplikasi *ejector* sebagai alat utama atau alat penunjang kerja sistem operasional mesin.

Semua aplikasi *ejector* mengharapkan kemampuan hisap pada *secondary flow* yang maksimal. Kemampuan hisap pada *secondary flow* dipengaruhi oleh kecepatan supersonik aliran fluida didalam *chamber ejector*. Kecepatan aliran fluida yang sangat tinggi menyebabkan proses hisap dan vakum akan berlangsung lebih cepat. Aliran fluida yang cepat akan berpengaruh langsung pada debit aliran *secondary flow*. Peningkatan kecepatan aliran terjadi dari *inlet ejector* dengan kecepatan 47,8 m/s hingga *outlet ejector* dengan kecepatan 1200 m/s (Nugroho, S & Citrahardi, C. 2015).

Marine industry memanfaatkan teknologi *ejector* pada sistem pembangkit air tawar. Sistem pembangkit air tawar yang dimaksud adalah *fresh water generator* yang digunakan di kapal.

Ejector dibuat untuk menciptakan ruang hampa yang hampir sempurna dengan kemampuan hisap yang kuat. Konstruksi *ejector* dibuat dengan berbagai komponen untuk memaksimalkan kemampuannya. Konstruksi *ejector* secara umum terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konstruksi dan Komponen Ejector (James R Line.1997)

Ejector sebagai pompa memiliki karakteristik kemampuan hisap yang tinggi. Secara umum karakteristiknya dipengaruhi oleh geometri komponen yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu: *nozzle*, ruang pencampur dan diffuser (Rizgar B. dkk. 2015).

Geometri *ejector* terutama pada panjang *throat* dapat mempengaruhi nilai *entrainment ratio* yang optimal dengan perbandingan panjang *throat*nya 4 kali diameter *throat*nya (Fahris dkk, 2014).

Dimensi dari diameter *exit nozzle* memberikan performansi yang optimum karena tingkat kevakuman pada *mixing chamber* meningkat dan menyebabkan massa *secondary flow* bertambah dan nilai *entrainment ratio* semakin tinggi (Indah dkk, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi diameter *exit nozzle* terhadap laju aliran massa sekunder pada *fresh water generator* yang digunakan di kapal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan *re-desain ejector* pada alat *fresh water generator* di laboratorium *real engine*. Gambar alat *ejector* bisa dilihat di bawah ini.

Ejector tersebut digambar pada kertas dan dilanjutkan dengan penggambaran menggunakan *software solid Work*. *Ejector* kemudian dilakukan redesain pada geometrinya (diameter ujung *nozzle*) dibuat dengan tiga variasi ukuran (4 mm, 6 mm dan 8 mm) dengan panjang *throat* 5 mm. Jarak antara ujung *nozzle* dengan pipa aliran keluar dibuat dengan posisi tetap. Ujung *nozzle* berada pada posisi 3 mm masuk ke dalam pipa saluran keluar diukur dari posisi ujung bagian dalam.

Ejector redesain tersebut kemudian dianalisa menggunakan *software CFD (Computational Fluid Dynamics)* untuk mengetahui pengaruh perbedaan diameter dengan laju aliran Parameter yang digunakan adalah tekanan masuk *primary flow* sebesar 3 bar.



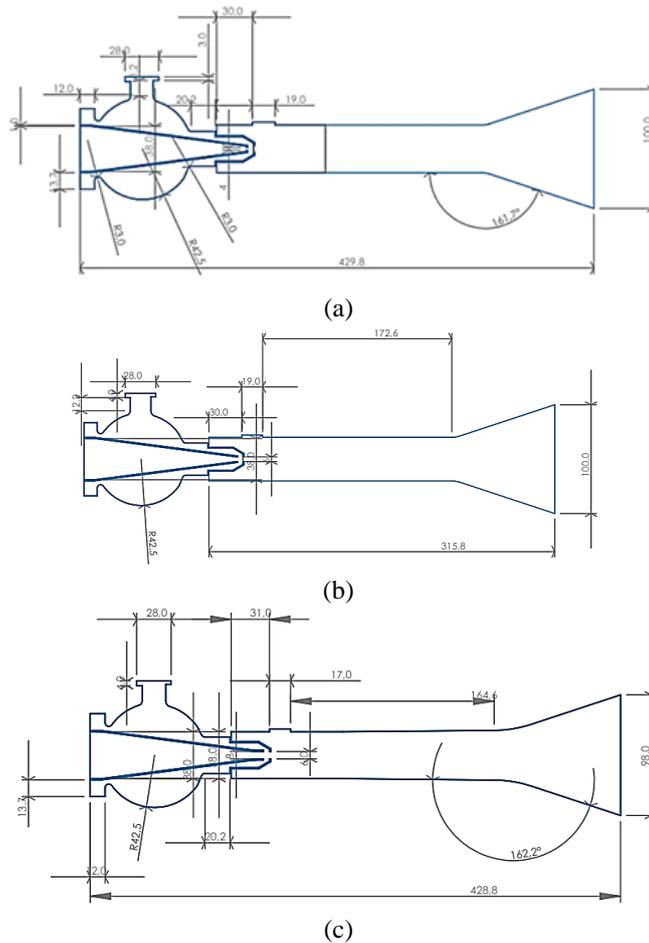
Gambar 2. Ejector

Metode harus mencakup beberapa hal **Error! Reference source not found.**, yaitu : 1) Objek penelitian. Deskripsikan mengenai objek penelitian. Jelaskan perolehan data penelitian **Error! Reference source not found.** 2) Perlakuan pada objek penelitian **Error! Reference source not found.** Kemukakan variabel tetap dan berubah dari penelitian, variasi-variasi apa yang dilakukan dalam penelitian **Error! Reference source not found.** 3) Metode atau cara pemecahan beserta prosedur yang digunakan untuk meneliti. Kemukakan apakah metode tersebut telah banyak digunakan atau metode terbaru beserta kelebihan dan kekurangan metode. 4) Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Jelaskan alat dan bahan utama yang digunakan. Tidak perlu menjelaskan secara terperinci **Error! Reference source not found.**

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penggambaran sketsa ejector

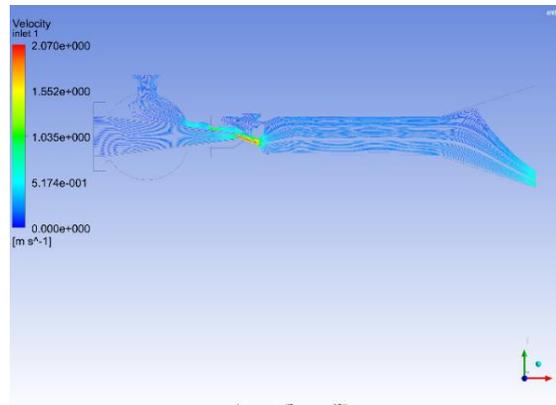
Penggambaran sketsa *ejector* dilakukan dengan menggunakan *software SolidWork*. Gambar sketsa terdiri dari variasi diameter ejector 4, 6, dan 8 mm. Hal ini dilakukan agar hasil dari analisa menggunakan metode CFD dapat dibandingkan pada setiap diameter. Berikut adalah hasil gambar sketsa diameter *nozzle* 4, 6, dan 8 mm secara berurutan.



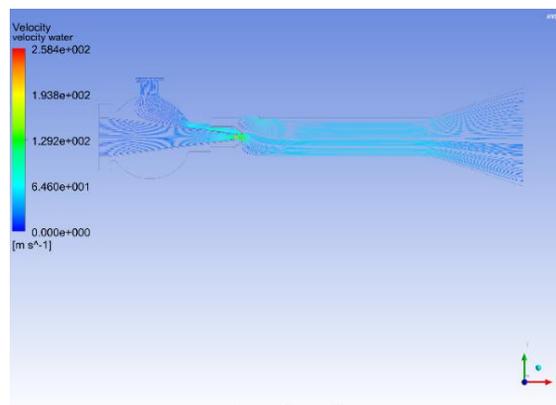
Gambar 3. Sketsa *Ejector Diameter Nozzle* (a) 4 mm, (b) 6 mm, (c) 8 mm

3.2 Simulasi Laju Aliran pada Ejector dengan Metode CFD

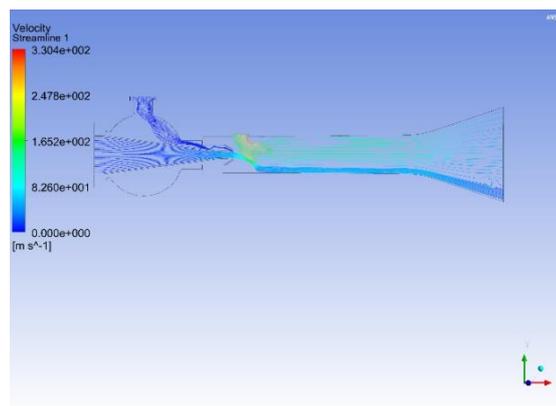
Simulasi laju aliran pada *ejector* dilakukan dengan menggunakan metode CFD (*Computational Fluid Dynamic*) pada *software Ansys*. Berikut adalah gambar kontur kecepatan *vacuum ejector* dengan diameter *nozzle* 4, 6 dan 8 mm secara berurutan.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Kontur Kecepatan *Vacuum Ejector* dengan *Diameter Nozzle* (a) 4 mm, (b) 6 mm, (c) 8 mm

Gambar 4 di atas merupakan perbedaan kontur kecepatan yang terjadi di dalam *vacuum ejector*. Variasi diameter *nozzle* memberikan pengaruh terhadap kecepatan rata-rata aliran pada fase *mixture*.

Peningkatan kecepatan terjadi berbanding lurus dengan diameter *nozzle*. Pada gambar 4.(b) merupakan diameter awal *nozzle* vakum *ejector* (*default*). Kecepatan outlet rata-rata setelah melewati *nozzle* adalah 6.46 m/s.

Penurunan kecepatan aliran terjadi ketika diameter ujung *nozzle* dipersempit menjadi 4 mm dengan nilai 1.5 m/s bias lihat pada gambar 4.(a), sedangkan kecepatan *outlet nozzle* pada diameter 8 mm terjadi peningkatan kecepatan aliran menjadi 8.26 m/s bisa dilihat pada gambar 4.(c).

3.3 Data Hasil Analisa

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan *software* Ansys, didapatkan data-data laju aliran massa dari fluida yang melewati 3 masukan (*inlets*) yaitu air, air laut, dan udara. Data-data tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Laju Aliran Massa Diameter Ejector 4 mm

No	Bagian	Mass flow rate (kg/s)		
		Brine	Primary Flow	Udara (vakum)
1	Inlet 1	0	542.38533	0
2	Inlet 2	807.10744	0	0
3	Inlet 3	0	0	1.37103

Tabel 2. Data Laju Aliran Massa Diameter Ejector 6 mm

No	Bagian	Mass flow rate (kg/s)		
		Brine	Primary Flow	Udara (vakum)
1	Inlet 1	0	379.31611	0
2	Inlet 2	57.96345	0	0
3	Inlet 3	0	0	2.327544

Tabel 1. Data Laju Aliran Massa Diameter Ejector 8 mm

No	Bagian	Mass flow rate (kg/s)		
		Brine	Primary Flow	Udara (vakum)
1	Inlet 1	0	327.31261	0
2	Inlet 2	58.188207	0	0
3	Inlet 3	0	0	4.6838048

Tabel-tabel di atas memperlihatkan laju aliran massa fluida pada setiap masukan (*inlet*).

Laju aliran massa air (*primary flow*) pada variasi diameter 4, 6 dan 8 mm secara berurutan yaitu 542.38533; 379.31611 dan 321.31261 kg/s dengan menghasilkan laju aliran massa air pada sisi udara (vakum) secara berurutan sebesar 1.37103; 2.327544 dan 4.6838048 kg/s.

Data tersebut menunjukkan bahwa semakin besar diameter *ejector* maka semakin kecil laju aliran massa air yang melewati *ejector* dan berbanding terbalik dengan laju aliran massa air yang melewati inlet 2 yaitu sisi udara (vakum).

4. KESIMPULAN

Hasil analisis menggunakan *software Computational Fluid Dynamics* (CFD) pada *ejector* ternyata besar kecilnya ukuran diameter *exit nozzle* berpengaruh signifikan terhadap laju aliran massa pada sisi sekunder, terutama pada sisi udara (vakum).

Diameter exit nozzle 8 mm menghasilkan nilai laju aliran yang paling tinggi (4.6838048 kg/s) jika dibandingkan dengan variasi diameter exit nozzle 4 mm (1.37103 kg/s) dan 6 mm (2.327544 kg/s)

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan diberikan kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini. Besar harapan semoga jurnal ini bermanfaat bagi akademisi dan praktisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Fahriss, M dan Suryo U, dan Syaiful. 2014. Pengaruh Tekanan Boiler dan Variasi Panjang *Throat* Terhadap Performa *Steam Ejector*. Jurnal Simetris
- Indah R, N dan Syamsuri dan Rianata P, R. 2017. Simulasi Numerik Aliran Melewati *Nozzle* Pada *Ejector Converging-Diverging* dengan Variasi Diameter *Exit Nozzle*. Surabaya, Institut Teknologi Adhi Tama. REM Jurnal.
- James R. Lines. 1997. *Understanding Ejector systems necessary to troubleshoot vacuum distillation*. Oil and gas

journal.

Nugroho, S dan Citrahardhani, C .2015. Analisis *Compressible Flow* pada *Ejector Gas Removal System* Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamic (CFD)*. Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Rizgar B, Well and Ibrahim J, and Molan,M. 2015. *Effect of Nozzle Diameter on Steam Ejector Performance*. Kurdistan, Iraq. *University of Salahaddin*.