

KAJIAN KOMPUTASI PENGARUH POSISI KELUARAN NOZEL TERHADAP KINERJA EJEKTOR UDARA PADA SISTEM ALIRAN RESIRKULASI EKSTERNAL

Adi Surjosatyo, Fajri Vidian¹⁾, Yulianto Sulisty Nugroho,
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia
Kampus Baru UI Depok, Telp : 021 7270032
Email : adi_sur@yahoo.com
yulianto.nugroho@ui.ac.id
fajrividian@yahoo.com

Abstrak

Ejektor adalah peralatan yang di gunakan mendorong aliran fluida sekunder oleh perpindahan momentum dan energy dari aliran primer berkecepatan tinggi (jet). Penggunaan ejektor banyak keuntungannya yaitu reability, biaya operasi rendah, instalasi sederhana dan ramah lingkungan. Pada penelitian ini ejektor di gunakan untuk mensirkulasikan aliran udara pada suatu sistem secara external. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh perubahan posisi nozel terhadap posisi masuk terhadap kinerja ejector melalui simulasi computational fluid Dynamik (CFD) dengan model turbulensi stándark k -epsilon. Posisi keluaran nozzle (Nozel Exit Position/NXP) digunakan masing, -4, -3, -2, -1, 0, +1,-+2. Hasil penelitian menunjukkan nozel dengan posisi NXP -2 memiliki nilai yang paling enrainment ratio (EM) yang optimum.

Kata kunci : Ejector, Kinerja, CFD, Resirkulasi, Eksternal

1. Pendahuluan

Salah satu metode yang digunakan untuk menarik statu aliran fluida adalah dengan menggunakan Ejector. Penggunaan ejektor banyak keuntungannya yaitu reability, biaya operasi rendah, instalasi sederhana dan ramah lingkungan. (Seehanam dkk)

Banyak penelitian – penelitian yang telah dilakukan untuk mengotimasi sistem ejector menggunakan CFD. Utomo.T, dkk (2008), melakukan simulasi menggunakan CFD Fluent terhadap pengaruh sudut kemiringan area divergen terhadap performace ejector menggunakan stándar k – epsilon. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan 6% antara hasil simulasi dan eksperiment. Riffat dkk, (2001) melakukan simulasi pengaruh posisi keluaran nozzle terhadap performace ejector menggunakan standard dan RNG K-epsilon, hasil penelitian menunjukkan model sesuai dengan data validasi.

T. Sriveerakul dkk (2006) melakukan simulasi menggunakan CFD software fluent untuk melihat penomena aliran pada ejektor uap, hasil simulasi menunjukkan CFD Fluent dapat memprediksi performace ejector dan dapat menjelaskan struktur aliran pada ejector. K Pianthong dkk (2006), melakukan simulasi menggunakan CFD Fluent untuk melihat penomena aliran dan performance pada *constan pressure area* (CPA) ejector dan *constan mixing area* (CMA).

Model simulasi yang digunakan adalah realizable turbulen k – epsilon. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan antara eksperimen dan simulasi sebesar 5%. Ferrari dkk melakukan simulasi dan tensting terhadap ejector utuk fuel cell menggunakan model k – epsilon dan *Large Eddy Simulation* (LES) hasil penelitian menunjukkan data hasil eksperimen dan simulasi Sangat mendekati terutama mengggunkan K –epsilon dua dimensi. Bartosiewicz dkk (2005) melakukan penelitian simulasi terhadap pengaruh turbulen yaitu stándar K -epsilon, RNG K -epsilon, *Reliazable* K – epsilon, RSM dan K – omega model terhadap hasil simulasi CFD pada ejektor udara.

Penelitian ini bertujuan untuk malakukan simulasi 3D menggunakan CFD untuk melihat fenomena aliran resirkulasi eksternal menggunakan ejektor dengan perubahan posisi keluaran nozle (*Nozzel Exit Postion/NXP*).

2. Ejector

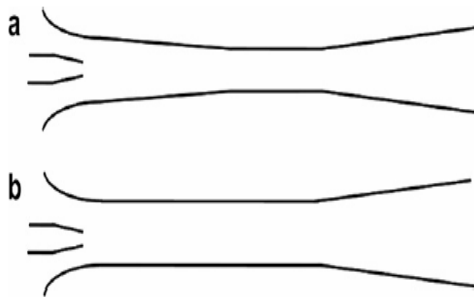
Ejektor adalah peralatan yang di gunakan

¹⁾ Alamat Tetap : Jurusan Teknik Mesin,
Fakultas Teknik, Universitas
Sriwijaya



mendorong aliran fluida sekunder oleh perpindahan momentum dan energy dari aliran primer berkecepatan tinggi (jet). Ejektor dapat beroperasi dengan menggunakan fluida compresible (uap dan gas) dan fluida inkompresible (air), (Chaqing Lio, 2008).

Ada dua type utama ejektor didasarkan pada konsep pencampuran pada area keluar nozzle primer. Pertama *constan mixing area* (CMA) ejektor dimana keluaran dari nozzle primer diletakkan pada *throat* dengan area konstan. Kedua *constan pressure mixing* (CPM) ejektor dimana keluaran dari nozzle primer diletakkan pada *throat* dengan area convergen. Penggunaan kedua tipe disesuaikan situasi penggunaan. CMA dapat memindah lebih banyak laju aliran massa dari pada CPM akan tetapi CPM lebih sesuai beroperasi pada rege tekanan condensasi yang lebih besar (Pianthong ,2007).

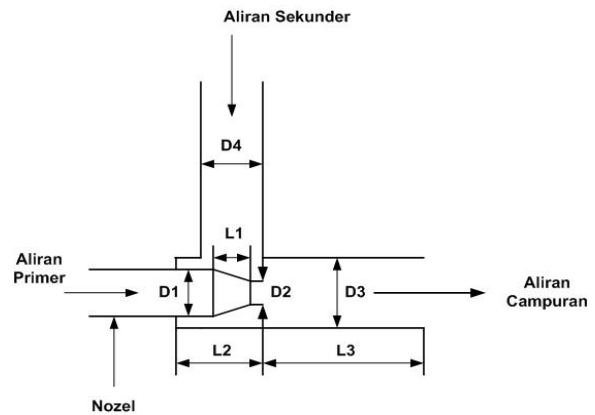


Gambar 1. CMA dan CPM Ejektor

Salah satu parameter yang paling penting dalam penentuan kinerja sebuah ejektor adalah *enrainment ratio* (EM).

$$EM = \frac{\text{Laju_aliran_massa_aliran_sekunder}}{\text{Laju_aliran_massa_aliran_Primer}} \quad (1)$$

Pada penelitian ini di gunakan ejektor dengan bentuk nozzle *convergent* dan konstan area pencampuran seperti yang di perlihatkan pada Gambar 2 dengan dimensi ejektor seperti yang di perlihatkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Ejektor

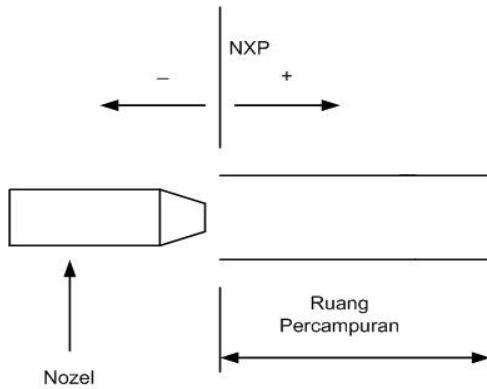
Table 1. Dimensi Ejektor

Dimensi	Panjang (cm)	Dimensi	Diameter (cm)
L1	4	D1	2.5
L2	7.5	D2	1.5
L3	7.5	D3	5
		D4	5

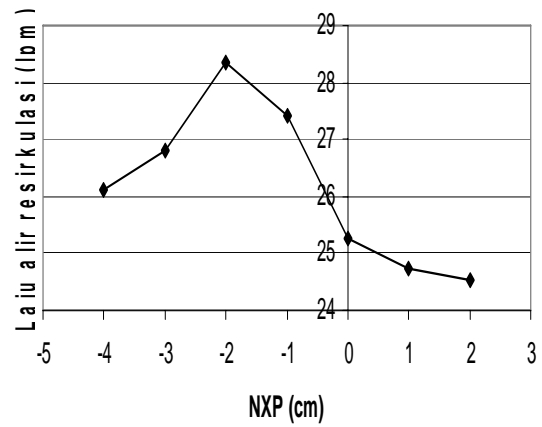
4. Model Computational Fluid Dynamic.

Sebelum dilakukan simulasi terlebih dahulu dilakukan pemodelan solid kemudian dilanjutkan dengan meshing dengan type tetra hybrid. Simulasi dilakukan secara 3D. Model turbulesi aliran yang digunakan adalah standar k-epsilon dengan kondisi batas kecepatan masuk dan tekanan keluar. Kecepatan udara masuk lewat ejektor 0.6 m/s dan kecepatan udara dari bagian bawah saluran tabung menggunakan grade dengan diameter 1 cm. sebesar 1.2 m/s .Simulasi dilakukan dengan memvariasikan posisi keluaran nozzle dalam arah positif dan negatif seperti yang di perlihatkan pada Gambar 3.





Gambar 3 . Perubahan Posisi Nozel



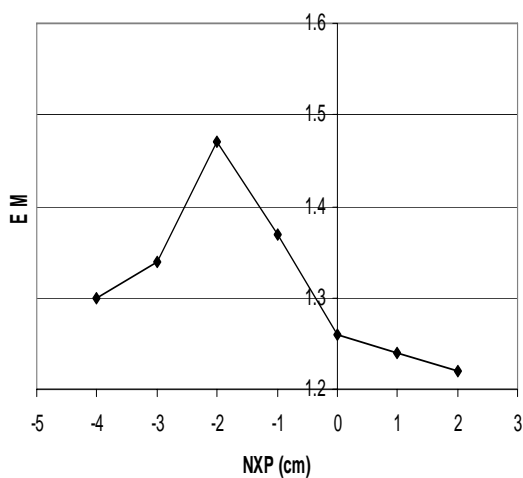
Gambar 5. laju alir resirkulasi vs Nozel Position

5. Hasil dan Diskusi

5.1 Pengaruh posisi nozzle terhadap enrainment ratio dan aliran resirkulasi

Dari hasil simulasi seperti pada Gambar 4, didapat informasi nilai enrainment ratio semakin besar jira NXP digerakkan kearah negatif akan tetapi jika terlalu jauh kearah negatif akan menyebabkan momentum aliran primer menjadi lebih rendah sehingga enrainment ratio menjadi rendah K Pianthong dkk (2006). Nilai optimum enrainment ratio pada posisi NXP -2 dengan variasi tidak lebih dari 8,8 %.

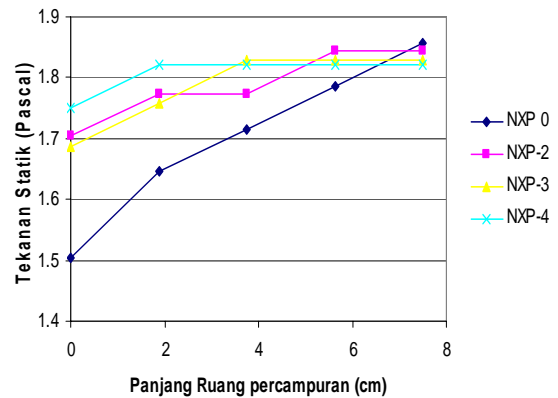
Jumlah aliran resirkulasi yang dihasilkan untuk berbagai posisi keluaran nozzle (NXP) berkisar antara 24 s.d 28 lpm seperti yang di perlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Nilai EM terhadap NXP

5.1 Pengaruh posisi nozzle terhadap Tekanan statik sepanjang ruang percampuran pada bagian tengah

Dari hasil simulasi didapat informasi tekanan statik pada daerah percampuran menunjukkan trend yang sama yaitu cenderung meningkat. Selain itu semakin jauh nozzle digerakkan kearah negatif menyebabkan tekanan statik lebih stabil hal ini dimungkinkan oleh proses percampuran aliran primer dan sekunder semakin komplet.



Gambar 6. Distribusi Tekanan Statik

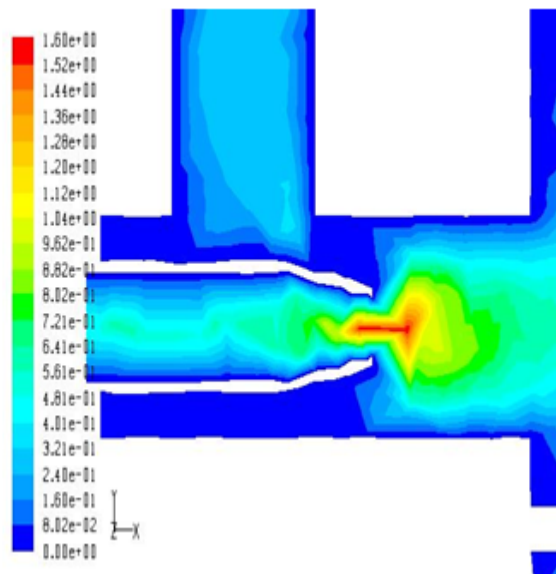
5.1 Pengaruh Posisi Nozzle terhadap kontur kecepatan

Dari kontur kecepatan pada Gambar 7 s/d 9 memperlihatkan pada pergerakan nozzle semakin

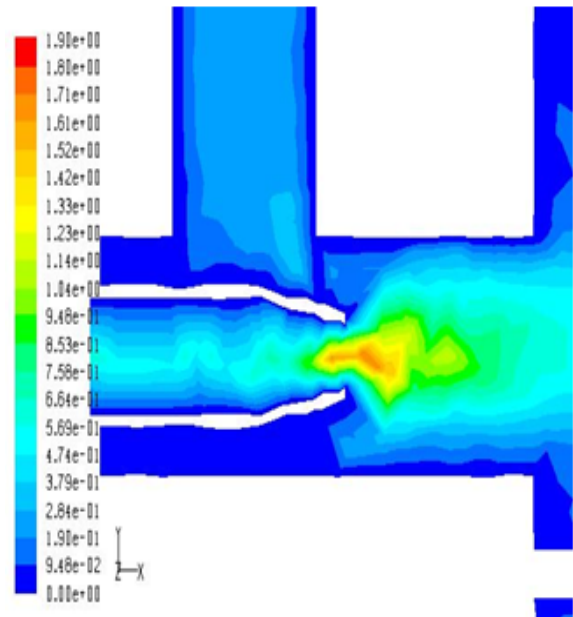


jauh arah positif maka kecepatan aliran fluida sekunder pada saat memasuki daerah percampuran semakin rendah hal ini disebabkan energy dan momentum aliran jet primer semakin berkurang untuk menarik fluida sekunder.

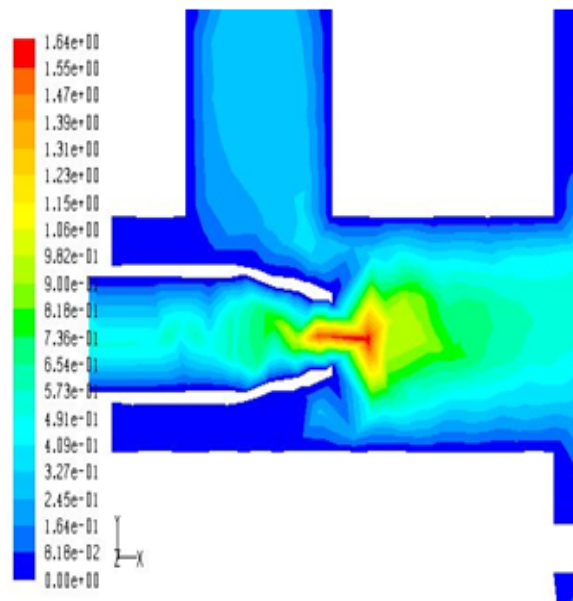
Gambar 9 s/d 13 memperlihatkan semakin jauh arah negatif maka kecepatan aliran fluida sekunder pada saat memasuki daerah percampuran semakin tinggi akan tetapi jika terlalu jauh akan menyebabkan kecepatan menjadi rendah hal ini disebabkan aliran energy dan momentum aliran jet primer semakin berkurang untuk mendorong fluida sekunder.



Gambar 7. NXP + 2

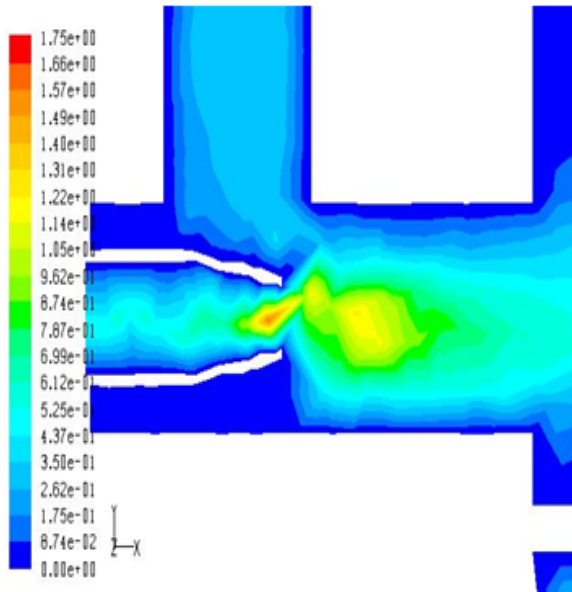


Gambar 8. NXP + 1

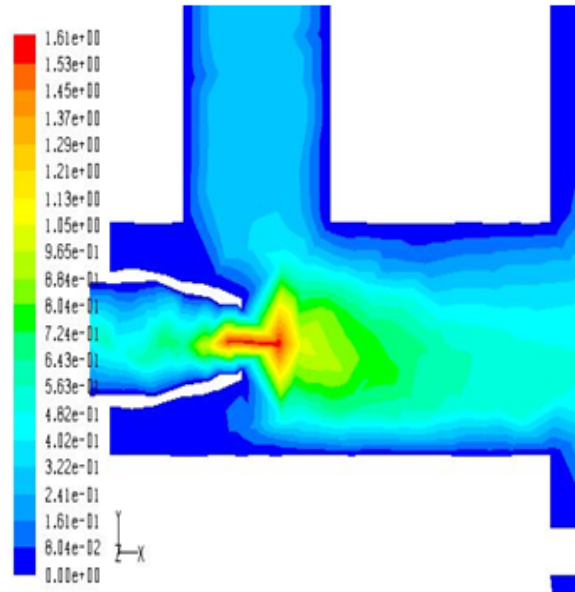


Gambar 9. NXP 0

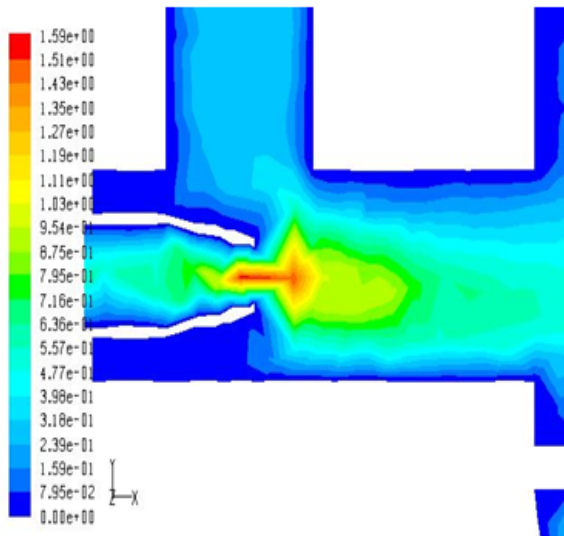




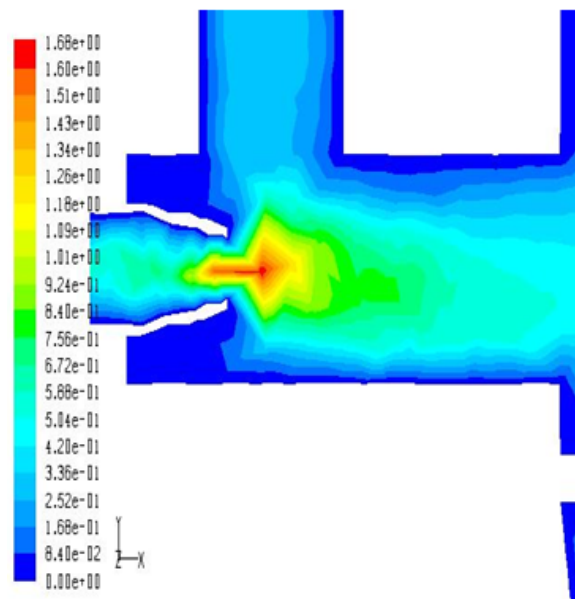
Gambar 10. NXP -1



Gambar 12. NXP -3



Gambar 11. NXP -2



Gambar 13. NXP -4



6. Kesimpulan

Dari hasil simulasi didapat informasi sebagai berikut :

1. Penggunaan ejector dapat menresirkulasikan aliran secara eksternal pada system yang dimodelkan
2. Pergerakan posisi ejektor kearah negatif akan memberikan jumlah aliran yang optimum dilihat dari *enrainment ratio* (EM) dan kontur kecepatan pada ejector. Kondisi optimum didapat pada NXP-2.

Terimah Kasih

Penelitian ini merupakan sebagian dari hasil penelitian Hibah Penelitian Disertasi Doktor Tahun Anggaran 2010 yang didanai oleh DP2M Ditjend DIKTI Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia. Dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan Terimah Kasih.

7. Daftar Pustaka

- Bartosiewicz. Y, Aidoun. Z, Desevauk. P, Mercadier. Y, (2005), Numerical and Experiment Investigation on Supersonic Ejector”, International Journal Heat and Fluid Flow,26, pp 604 -612
- Fan. You, Suzuki. Yuji, Kasagi. Nabuhagi, (2006), Development of a Large – enrainment- Ratio Axysmmetric Supersonic Ejector for Micro butane Combustor, Journal of Micromechanic and Microengineering, Vol 16, pp S211 – S219.
- Ferrari. L Marrio, Bernadi Davide, Massardo. Aristide, (2006), Design and Testing of Ejector for High Temperatur Full Cell Hybride System, Journal of Fuel Cell Scince and Technology, Vol 3, pp 284 – 291
- Lio. Chaqing (2008), Gas Ejector Modeling for Design and Analysis, Dissertation, Texas A&M University
- Pianthong . K, Seehanam. W, Behnia. M, Sriveerakul. T, (2006), *Investigation and Inprovment of Ejector Refrigeration System Using Computational Fluid Dynamics Tecnique*”, International Journal of Energy Conversion Management, Vol 48, Issue 9, pp 2556 - 2564
- Riffat SB, Omer SA (2001), CFD Modelling and Eksprimental Investigation of an Ejector Refrigeration Using Methanol As Working Fluid, Int J Eng Res,25, pp 115 -128
- Sarkar. Jahar, (2010) Geometri Parameter Optimization of Ejector – Expansion Refrigeration Cycle with Natural Refrigerant, International Journal of Energy Research, Vol 34, pp 84 – 94
- Sriveerakul.T, Aphornratama. S, Chunnanond. K, (2007). Performance Prediction of Steam Ejector Using Computational Fluid Dynamic. International Journal of Thermal Science (4), pp 823–833.
- Utomo. Tony, Ji.Myongkuk, Kim. Pilhwan, Jeong.Hyomin, Chung. Haushik (2008), CFD Analysis on the Influence of Converging Duct Angle on the Steam Ejector Performace, International Conference on Engineering Optimation, Rio de Janeiro Brazil, 1-5 june.

