

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

Adi Surjosaty, Fajri Vidian¹⁾, Yulianto Sulistyo 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
fajividian@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 ejektor melalui simulasi computacional fluid Dynamik (CFD) dengan model turbulensi standart 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. Ejektor. 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 ejektor menggunakan CFD. Utomo.T, dkk (2008), melakukan simulasi menggunakan CFD Fluent terhadap pengaruh sudut kemiringan area divergen terhadap performace ejektor menggunakan standar k – epsilon. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan 6% antara hasil simulasi dan eksperiment. Riffat dkk, (2001) melakukan simulasi pengaruh posisi keluaran nozzle terhadap performace ejektor 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 fenomena aliran pada ejektor uap, hasil simulasi menunjukkan CFD Fluent dapat memprediksi performace ejektor dan dapat menjelaskan struktur aliran pada ejektor. K Pianthong dkk (2006), melakukan simulasi menggunakan CFD Fluent untuk melihat fenomena aliran dan performance pada *constan pressure area* (CPA) ejektor 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 ejektor untuk fuel cell menggunakan model k – epsilon dan *Large Eddy Simulation* (LES) hasil penelitian menunjukkan data hasil eksperimen dan simulasi Sangat mendekati terutama menggunakan K-epsilon dua dimensi. Bartosiewicz dkk (2005) melakukan penelitian simulasi terhadap pengaruh turbulen yaitu standar 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 nozzle (*Nozzel Exit Postion/NXP*).

2. Ejektor

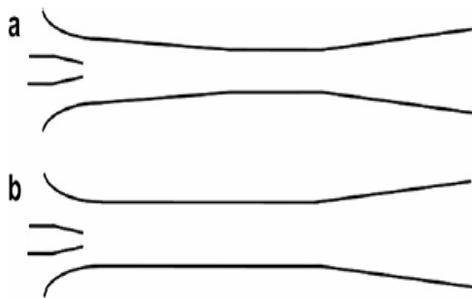
Ejektor adalah peralatan yang di gunakan

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 kompresible (uap dan gas) dan fluida inkompresible (air), (Chaqing Lio, 2008).

Ada dua type utama ejektor didasarkan pada konsep percampuran pada area keluar nozel primer Seperti pada Gambar 1. Pertama *constan mixing area* (CMA) ejektor dimana keluaran dari nozzle primer diletakkan pada *troat* engan area konstan. Kedua *constan pressure mixing* (CPM) ejektor dimana keluaran dari nozzle primer diletakkan pada troat 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 renge tekanan condensasi yang lebih besar (Pianthong ,2007).

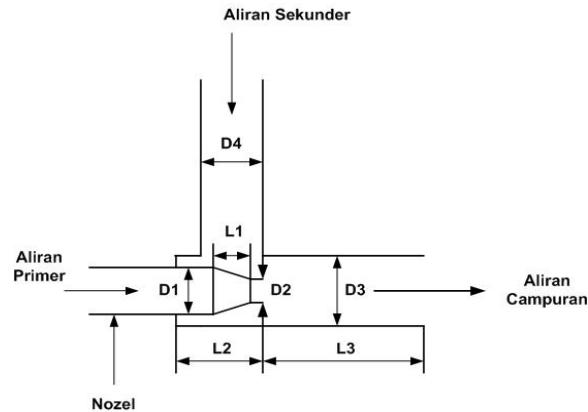


Gambar 1. CMA dan CPM Ejektor

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 nozel *convergent* dan konstan area percampuran seperti yang di perlihatkan pada Gambar 2 dengan dimensi ejektor seperti yang di perlihatkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Ejektor

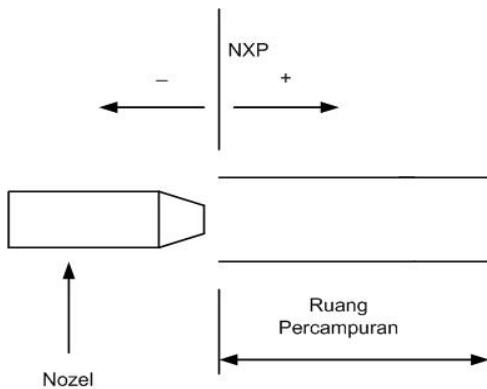
Table 1. Dimensi Ejektor

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 turbulensi 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 nozel dalam arah positif dan negatif seperti yang di perlihatkan pada Gambar 3.





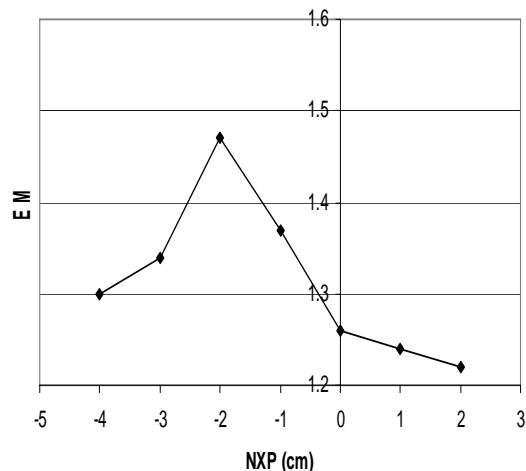
Gambar 3 . Perubahan Posisi Nozel

5. Hasil dan Diskusi

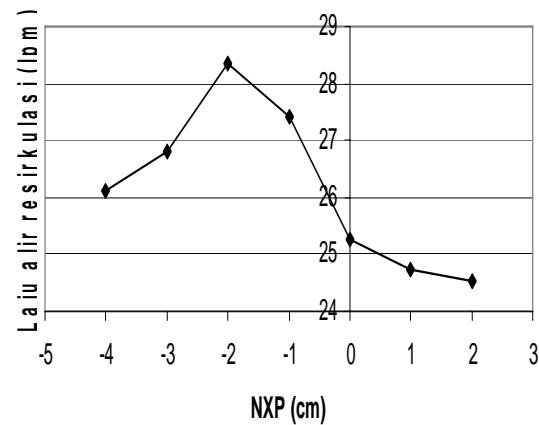
5.1 Penggaruh posisi nozzle terhadap entrainment ratio dan aliran resirkulasi

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

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



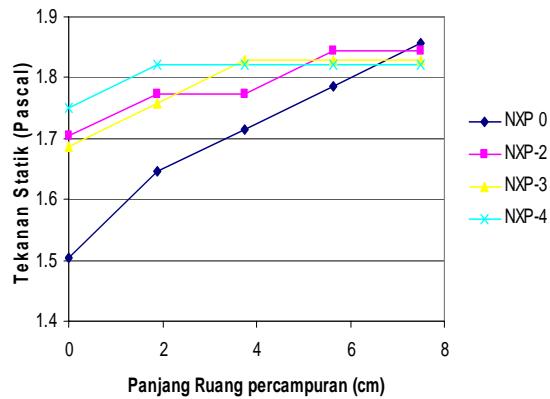
Gambar 4. Nilai EM terhadap NXP



Gambar 5. laju alir resirkulasi vs Nozel Position

5.1 Penggaruh 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 cendrung meningkat. Selain itu semakin jauh nozel 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

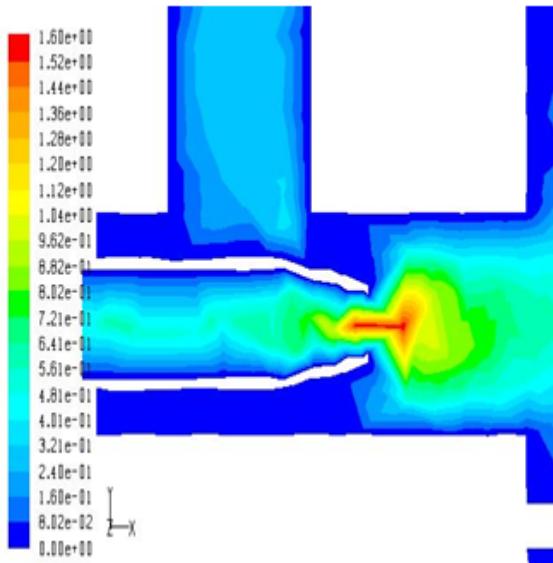
5.1 Pengaruh Posisi Nozzle terhadap kontur kecepatan

Dari kontur kecepatan pada Gambar 7 s/d 9 memperlihatkan pada pergerakkan nozel semakin

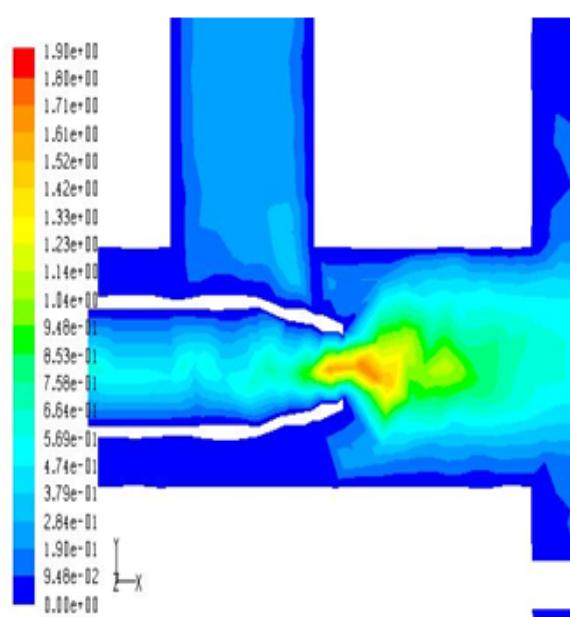


jauh arah positif maka kecepatan aliran fluida sekunder pada saat memasuki daerah percampuran semakin rendah hal ini disebabkan energy dan momentum aliran jet primer semakin berkurang untuk menarik fluida sekunder.

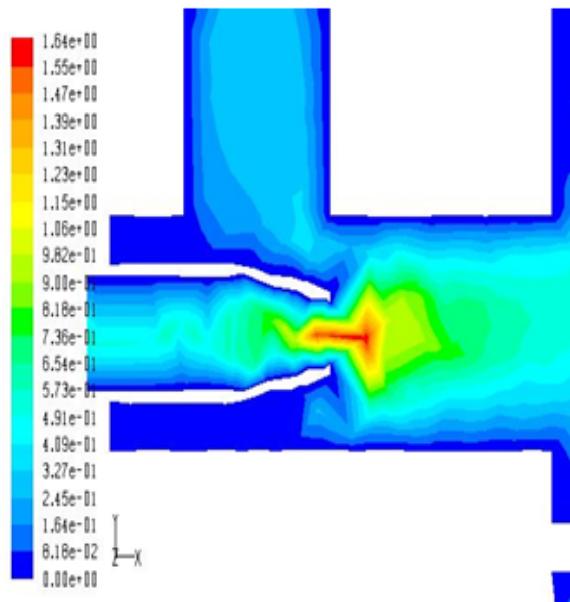
Gambar 9 s/d 13 memperlihatkan semakin jauh arah negatif maka kecepatan aliran fluida sekunder pada saat memasuki daerah percampuran semakin tinggi akan tetapi jika terlalu jauh akan menyebabkan kecepatan menjadi rendah hal ini disebabkan aliran energy dan momentum aliran jet primer semakin berkurang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



Gambar 7. NXP + 2

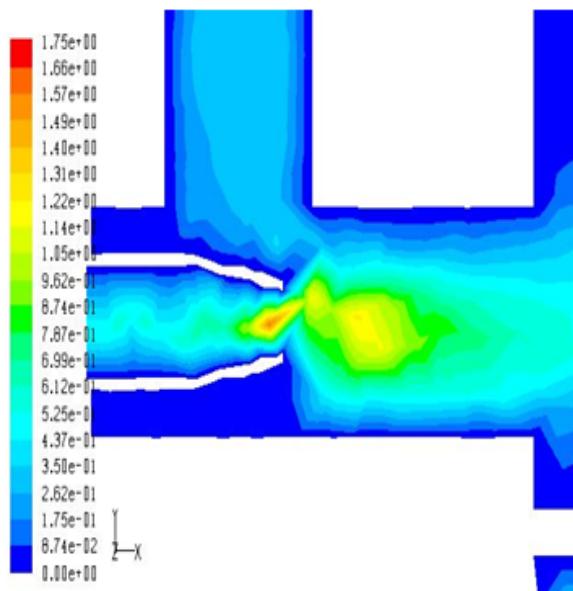


Gambar 8. NXP + 1

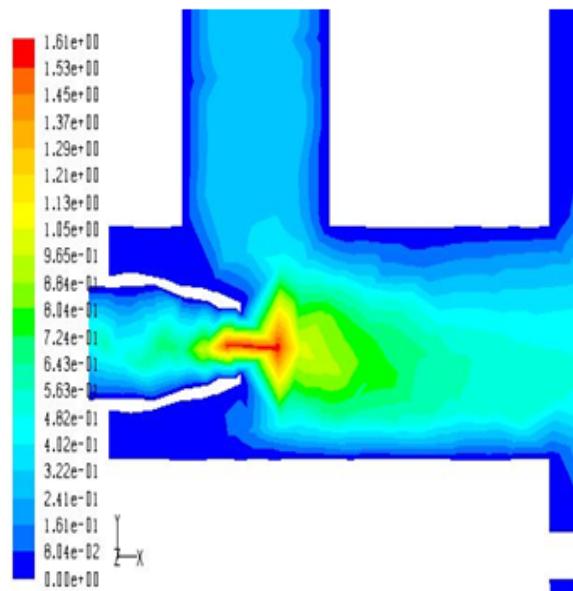


Gambar 9. NXP 0

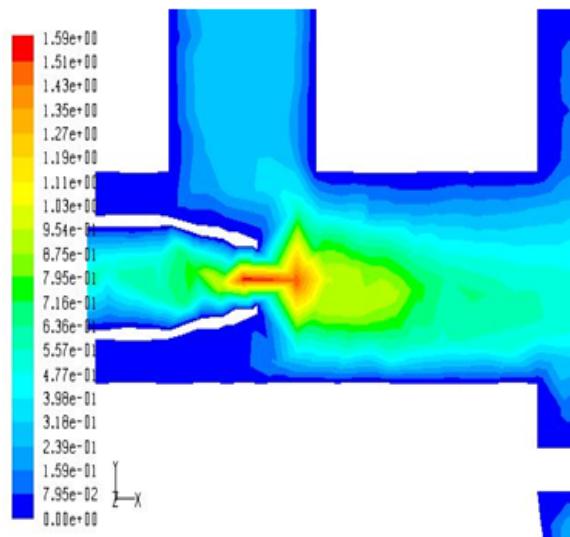




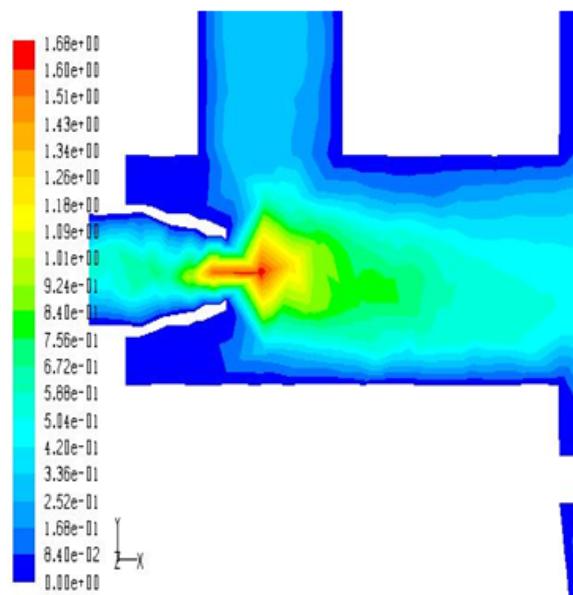
Gambar 10. NXP -1



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 sistem yang dimodelkan
2. Pergerakan posisi ejektor kearah negatif akan memberikan jumlah aliran yang optimum dilihat dari *entrainment 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. Yuzi, Kasagi. Nabuhagi, (2006), Development of a Large – entrainment- Ratio Axysmetric 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 Inprovement of Ejector Refrigeration System Using Computational Fluid Dynamics Tecniqe*", 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.

Uromo. 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 Optimization, Rio de Janeiro Brazil, 1-5 june.

