

STUDI NUMERIK PENCEGAHAN LAJU EROSI PADA *HEADER FLASH BOX* KONDENSOR MENGGUNAKAN METODE CFD

Windy Brilliant¹, Setyo Nugroho¹, dan Arrad Ghani Safitra¹

¹Sistem Pembangkit Energi, PENS, Jl. Raya ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: brilliantwindy@yahoo.co.id

Abstract

Erosion is the process of broken objects caused by continuous collision of fluids. The amount of loss due to erosion caused researchers to start looking for ways to prevent erosion. As is the case with PT. PJB UP Paiton which has a leak in the flash box component in the header. By connecting the flash box with the main components, the production process must be stopped when a leak occurs. There fore to increase the rate of erosion in the flash box header, a barrier pipe is installed. But for the accurate selection of the barrier pipe shape the simulation is carried out. In this study, a Computational Fluid Dynamic simulation was performed using ANSYS Fluent 19.2 Software to determine the rate of erosion that occurred at the bottom of the flash box. The results obtained in the form of erosion profiles, erosion rates, and the proper shape of the barrier pipe. In the circular barrier pipe the erosion rate decreased by 61,8%. while in the rectangular barrier pipe variations reduce the erosion rate by 94,2%.

Keywords: *Erosion, Flashbox condensor, ANSYS-CFD, Erosion Prevention, Barrier Pipe*

Abstrak

Erosi adalah proses pengikisan benda yang disebabkan oleh tumbukan fluida secara terus menerus. Besarnya kerugian akibat erosi menyebabkan para peneliti mulai mencari cara bagaimana mencegah Erosi. Seperti halnya kasus yang terjadi di PT. PJB UP Paiton yang mengalami kebocoran yang disebabkan oleh erosi pada komponen *flash box* dibagian *header*. Dengan terhubungnya *flash box* dengan komponen utama menyebabkan harus dihentikannya proses produksi ketika terjadi kebocoran. Maka dari itu untuk mengurangi laju erosi di *header flash box* dilakukan pemasangan pipa penghalang. Namun untuk pemilihan bentuk pipa penghalang yang akurat dilakukan simulasi. Pada penelitian ini, dilakukan simulasi *Computational Fluid Dynamic* menggunakan *Software ANSYS Fluent 19.2*. Didapatkan hasil berupa profil erosi, laju erosi, dan bentuk pipa penghalang yang tepat. Pada pipa penghalang berbentuk lingkaran laju erosi turun sebesar 61,8%. sedangkan pada variasi pipa penghalan segi-empat menurunkan laju erosi sebesar 94,2%.

Kata Kunci: *Erosi, Flashbox Kondensor, ANSYS-CFD, Pencegahan Laju erosi, Pipa Penghalang*

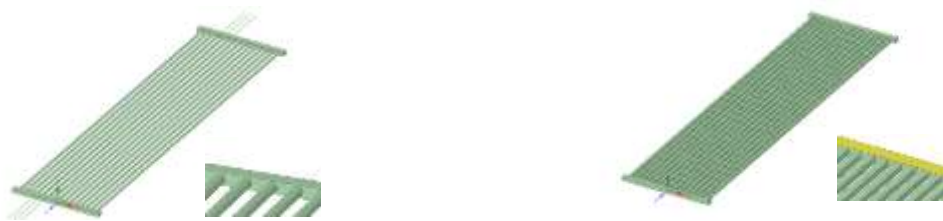
PENDAHULUAN

Erosi merupakan sebuah fenomena yang menyebabkan terkikisnya sebuah material yang dikarenakan oleh tumbukan fluida atau partikel-partikel kecil. Pada dunia industri fenomena ini terbentuk dalam berbagai kasus yang dapat merusak komponen.

Di PT. PJB UP Paiton unit 1 & 2 terjadi erosi pada alat *header flash box*. Erosi yang terjadi menyebabkan kebocoran aliran uap sehingga dapat mengganggu proses produksi. *Header flash box* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk menerima pembuangan uap yang akan digunakan kembali pada kondensor. Sehingga alat ini bekerja pada kondisi uap dengan temperature dan tekanan tinggi namun memiliki fase uap *saturated*. Dengan kondisi kerja yang seperti itu *header flash box* dapat mengalami kebocoran dalam waktu 5 tahun sekali. Besar laju erosi yang dapat menghabiskan material di dinding bagian bawah *header flash box* sangat besar, sehingga diperlukan sebuah cara untuk mengurangi laju erosi. Untuk mengurangi laju erosi tersebut digunakan lah sebuah cara dengan memasang pipa penghalang pada bagian tengah komponen *header flash box*. Namun untuk pemasangan suatu alat pada komponen penting, diperlukan riset yang lebih mendalam agar tidak terjadi kerusakan yang lebih buruk atau pemasangan yang tidak berguna. Maka dari itu dalam penelitian ini dilakukan proses simulasi erosi pada *header flash box* dengan bantuan ANSYS-CFD.

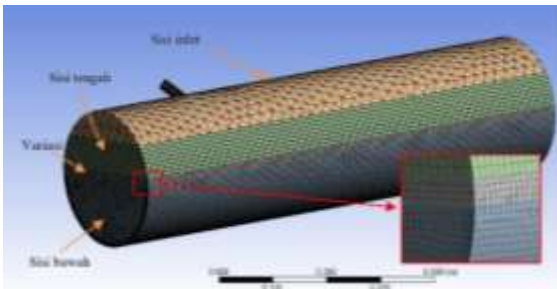
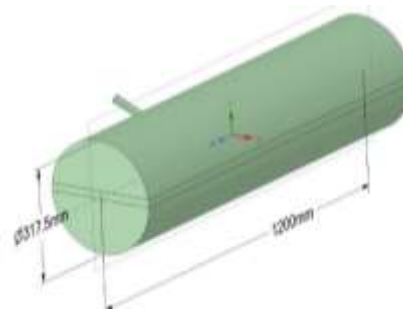
METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah studi numerik dengan menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk memprediksi laju erosi pada *header flash box* yang terdapat pada PT. PJB UP Paiton. Setelah melakukan simulasi laju erosi nantinya akan dilakukan variasi bentuk pencegah erosi yang paling baik. Pada penelitian ini menggunakan variasi berbentuk pipa penghalang yang diletakan pada bagian tengah tabung *header flash box*. Dari penenelitian Lei Xu (2018) yang meneliti laju erosi pada pipa lingkaran dan pipa segi-empat. Diketahui bahwa laju erosi terbesar ada di pipa segi empat. Dari bentuk pipa penelitian Lei Xu akan digunakan sebagai referensi pada bentuk pipa penghalang.



Gambar 1 variasi pipa penghalang

Header flash box memiliki bentuk geometry dengan ukuran diameter tank 14 in sch 80 dengan Panjang 1200mm dan pipa masuk berdiameter 1 inch. Untuk material dinding pada *flash box* menggunakan Steel (SA-105 gr B).

Gambar 2 bentuk geometry *header flash box*Gambar 3 meshing *header flash box*

Pada studi numerik dengan metode CFD, tahap pertama yaitu *pre-processing* terdiri dari pembuatan geometri *header flash box* dengan tiap variasi. Kemudian melakukan proses meshing. Namun pada proses meshing membentuk mesh yang tidak beraturan sehingga dilakukan pembagian volume fluida sehingga meshing bisa menjadi lebih baik. Untuk hasil meshing dapat dilihat pada gambar 2. selanjutnya mesh ini akan dilanjutkan dengan proses *grid independent*. Hasil dari *grid independent* dapat dilihat pada table 1. Pada simulasi ini dilakukan *grid independent* dengan perubaha mesh sisi bagian bawah.

Tabel 1 Hasil Grid Independet

Grid independent	1	2	3	4	5	6
mesh sisi bawah (mm)	5	5,5	6	6,5	6,4	6,3
nodes	651648	529163	430528	360215	371845	387988
element	617421	500877	407445	341111	351835	367168
skewness average	0,061	0,067	0,075	0,074	0,078	0,075
skewness max	0,792	0,792	0,793	0,793	0,793	0,793
maximum erosion rate (mm/5tahun)	26,07	14,14	14,44	22,06	17,41	19,58

actual erosion rate (mm/5tahun)	19,05	19,05	19,05	19,05	19,05	19,05
error	36,8 %	25,8 %	24,2 %	15,8 %	8,6 %	2,8 %

Kemudian masuk ketahap *processing* digunakan model *viscous steady state* dengan persamaan *realizable* $k-\epsilon$ dan DPM erosion. Untuk pengaturan *processing* lebih detail dapat dilihat pada tabel 2. Pada proses *post-processing*, dilakukan pengambilan data yang diambil berupa kontur laju erosi dan vektor kecepatan. Setelah simulasi erosi tanpa variasi sesuai hasil validasi, maka dilanjutkan dengan pemasangan variasi pipa penghalang.

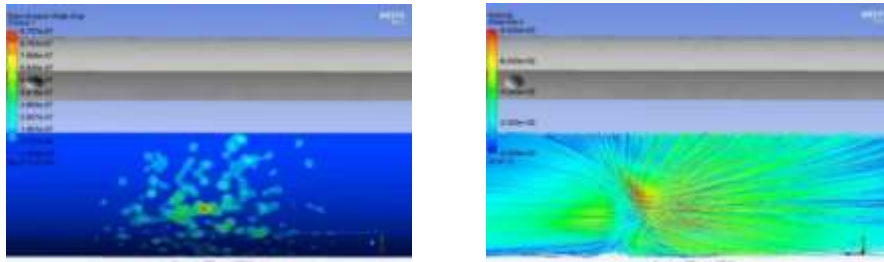
Tabel 2 Input Processing

Models	Keterangan		
1 <i>Viscous</i>	<i>Realizable k-epsilon, Scalabel wall fucntion</i>	2 <i>Steel(SA-105 gr B)</i>	<i>Density</i> 7861 kg/m ³
2 <i>Discrate Phase</i>	<i>On</i>	<hr/> <i>Boundary Conditions</i> <hr/>	
3 <i>gravity</i>	-9,81 m/s ²	1 <i>Preasure inlet</i>	1688705,1 pascal
4 <i>Injection</i>		2 <i>Preasure outlet</i>	93325,7 pascal
<i>flowrate</i>	1,778e-07 kg/s	3 <i>Wall</i>	<i>Oka model parameter</i>
<i>Diameter distribution</i>	<i>Rosin-rammler</i>	<i>Model constan, n1</i>	0,775648
<i>Diameter average</i>	1 μ m	<i>Model constan, n2</i>	1,370786
<i>Turbulent dispersion</i>	<i>Disrete random walk model</i>	<i>Velocity exponent, k2</i>	2,353496
<hr/> <i>Materials</i> <hr/>		<i>Diameter exponent, k3</i>	0,19
1 <i>Water vapour</i>		<hr/>	
<i>Density</i>	0,5542 kg/m ³		

HASIL DAN PEMBAHASAN

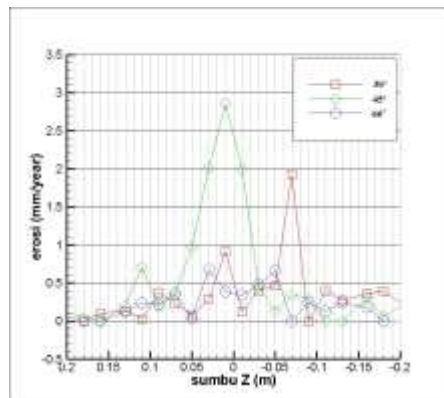
Erosi yang terbentuk dalam *header flash box* pada penelitian ini dapat kita lihat di gambar 4. Dari kedua gambar tersebut dapat dilihat dimana laju erosi sebagian besar mengikuti arah dari aliran partikel fluida. Gaya gravitasi menyebabkan banyak partikel air yang menuju sisi lebih rendah sehingga juga menyebabkan peningkatan kecepatan. Namun peningkatan kecepatan partikel yang dihasilkan tidak bertabrakan langsung dengan dinding. Sehingga laju erosi tidak besar namun lebih tersebar dan erosi pada bagian atas lebih besar nilainya. Untuk memperjelas fenomena itu dapat kita lihat nila erosi pada grafik 1. Dari

kedua gambar itu hasil erosi terbesar bernilai 19,6 mm/5tahun yang berlokasi di atas garis sudut 45° dimana sudut ini merupakan titik tegak lurus dari inlet menuju dinding.

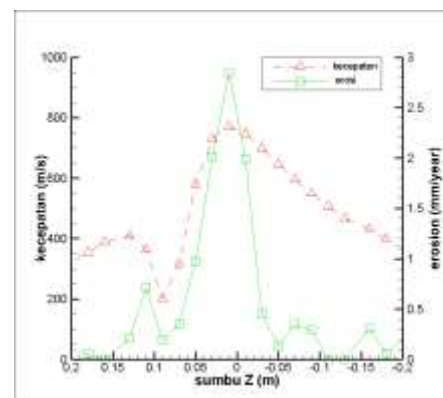


Gambar 4 Contour erosi pada dinding bagian bawah *header flash box* dan streamline velocity.

Untuk melihat detail nilai besarnya erosi maka dilakukan pengambilan data erosi berdasarkan sudut serang pada sisi dinding. Dan didapatkan data seperti pada grafik 1 dari grafik tersebut diketahui bahwa sudut yang memiliki erosi terbesar adalah sudut 45° yaitu sebesar 2,85 mm/year. Untuk sudut 30° memiliki nilai tertinggi kedua sebesar 1,93 mm/year. dan sudut 60° memiliki nilai yang paling kecil yaitu 0,68 mm/year.



Grafik 1 Laju erosi



Grafik 2 Kecepatan terhadap erosi

Grafik 2 merupakan grafik antara kecepatan sebelum menabrak dinding dengan laju erosi pada dinding. Grafik ini diambil pada sudut 45° dimana untuk kecepatan berada pada jarak 5 mm sebelum menabrak dinding. Pada grafik 2 dapat kita lihat di titik 0,09 kecepatan maupun laju erosi mengalami penurunan hal ini disebabkan oleh separasi aliran. Separasi

aliran adalah fenomena terpecahnya fluida ketika menabrak sebuah benda sehingga dapat menyebabkan fenomena lain seperti turbulensi aliran dan turunnya kecepatan fluida pada daerah saparasi. Sedangkan daerah $(-0,03) - (-0,02)$ m mengalami penurunan erosi yang tajam namun memiliki kecepatan yang tinggi. Hal itu disebabkan oleh sudut impact partikel yang tidak menabrak dinding atau bisa dikatakan bahwa aliran mulai *steady* ke sumbu *horizontal*. Pada titik $0,13 - 0,20$ m juga terjadi hal yang sama. Erosi terbesar ada pada titik $-0,03 - 0,05$ m menurut grafik 2 yang disebabkan peningkatan kecepatan fluida.

Setelah dilakukan simulasi pada geometry tanpa variasi. selanjutnya akan dilakukan simulasi dengan variasi pipa penghalang. pipa ini berada pada tengah tabung dari *header flash box* untuk penempatannya dapat di lihat pada gambar 5.



Grafik 3 Laju Kecepatan Fluida Ketika Melewati Pipa Penghalang

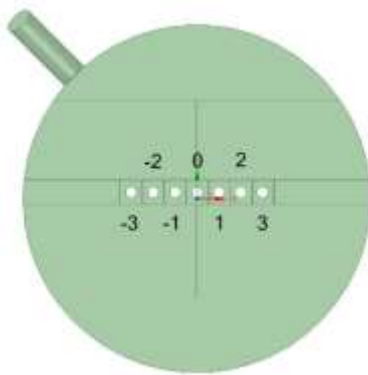
Pada variasi 1 atau variasi pipa penghalang lingkaran menghasilkan laju erosi pada dinding bagian bawah *header flash box* sebesar $1,496$ mm/year. Sedangkan pada variasi 2 atau variasi pipa penghalang segi-empat menghasilkan laju erosi sebesar $0,225$ mm/year. variasi 2 memiliki laju erosi yang lebih kecil dikarenakan bentuk pipa segi-empat memiliki permukaan yang ditabrak fluida lebih banyak daripada ketika menggunakan bentuk lingkaran. Hal ini menyebabkan kecepatan fluida turun lebih banyak ketika melewati pipa penghalang segi-empat. Nilai turunnya kecepatan fluida dapat dilihat pada grafik 3.



Grafik 4 Laju erosi pipa lingkaran



Grafik 5 Laju erosi pipa segi-empat



Gambar 5 Lokasi pipa

Pada grafik 4 yang menunjukkan nilai erosi terbesar pada setiap pipa berbentuk lingkaran. Dimana nilai erosi terbesar ada pada pipa 1 dengan laju erosi sebesar 167,61 mm/year. Lalu erosi terbesar kedua ada pada pipa -1 dengan laju erosi 124,52 mm/year. dan pipa 0 mempunyai laju erosi ketiga sebesar 92,59 mm/year. laju erosi pada pipa 0 tergolong kecil meskipun arah fluida seharusnya mengenai pipa itu secara langsung. Sedangkan pada grafik 5 yang menunjukkan nilai erosi terbesar pada setiap pipa berbentuk segiempat. Dimana nilai erosi terbesar secara keseluruhan ada pada pipa 0 dengan laju erosi sebesar 141,21 mm/year. Lalu erosi terbesar kedua ada pada pipa 1 dengan laju erosi sebesar 91,19 mm/year. dan pipa -1 mempunyai laju erosi terbesar ketiga sebesar 77,47 mm/year. laju erosi pada pipa penghalang 0 yang paling besar diakibatkan oleh arah fluida masuk mengarah langsung pada bagian dinding bawah pipa itu secara tidak langsung berarti fluida bertabrakan langsung dengan pipa penghalang 0. Untuk penamaan dan lokasi pipa penghalang dapat dilihat pada gambar 5.

Besarnya nilai erosi pada tiap variasi dapat dilihat pada table 3. Dari tabel itu dapat dilihat laju erosi terkecil ada pada variasi 2 yang menggunakan pipa berbentuk segi-empat. Besarnya maksimal laju erosi yang berkurang sebesar 3,7 mm/year atau berkurang sebesar 94,2%. Namun untuk besarnya laju erosi pada dinding pipa penghalang segi-empat adalah

sebesar 141,21 mm/year. Variasi 1 atau variasi dengan pipa penghalang berbentuk lingkaran juga mengurangi laju erosi pada dinding bagian bawah *header flash box* sebesar 61,8% pada nilai maksimal erosi. namun erosi yang terjadi pada dinding pipa penghalang sebesar 167,61 mm/year.

Tabel 3 Laju Erosi

	Dinding max (mm/year)	sudut 45° (mm/year)	Pipa penghalang max (mm/year)
tanpa variasi	3,915	2,852	-
variasi 1	1,496	0,762	167,61
variasi 2	0,225	0,0449	141,21

SIMPULAN

Ketika menggunakan pipa penghalang laju erosi pada dinding bagian bawah *header flash box* mengalami penurunan yang cukup besar. Variasi pipa penghalang lingkaran menurunkan laju erosi maksimal erosi sebesar 61,8%. Sedangkan pada variasi pipa penghalang segi-empat mengurangi laju erosi sebesar 94,2%. Namun untuk kedua variasi pipa penghalang mengalami laju erosi yang tinggi yaitu sebesar 167,61 mm/year pada pipa penghalang lingkaran dan 141,21 mm/year untuk pipa penghalang segi-empat. Besarnya nilai erosi pada pipa penghalang membuat pipa penghalang cepat habis. Pipa penghalang dengan bentuk segi-empat di anjurkan untuk dipilih menjadi pencegah erosi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansys,inc. (2009). *ANSYS FLUENT 12.0 Theory Guide*. ANSYS,inc.
- Farokhipour, A. (2019). Study of erosion prediction of turbulent gas-solid flow in plugged tees via CFD-DEM. *Powder Teknologi vol. 352*, 136-150.
- Finnie, I. (1960). Erosion of surface by solid particle. *journal of wear vol 123*, 87-103.
- Finnie, I. (1992). The influence of impingement angle on erosion of ductile metals by angular abrasive particles. *Wear vol 152*, 91-98.
- Merrel, T. (2017). Scavenging of micron-scale particles using a combination of fog and a cylindrical ultrasonic standing wave field. *journal of aerosol science*, 14-30.

- Oka, Y. (2005). Practical estimation of erosion damage caused by solid particle impact Part 2: Mechanical properties directly associated with erosion damage. *Wear vol 259*, 102-109.
- Oka, Y. (2005). Practical estimation of erosion damage caused by solid particle impact Part 1: Effects of impact parameters on predictive equation. *Wear vol. 259*, 95-101.
- Okita, R. (2011). Effect of Viscosity, Particle Size, and Particle Shape on Erosion in gas and liquid flows. *Proceedings of the ASME-JSME-KSME 2011 Joint Fluids Engineering Conference*. Hamamatsu, Shizuoka, JAPAN: AJK-Fluids2011.
- Okita, R. (2012). Experimental and Computational investigation to evaluate the Effects of Fluid Viscosity and particle size on erosion damage. *Journal of Fluids Engineering vol. 134*.
- Wee, S. K. (2019). CFD study of sand erosion in pipeline. *Journal of Petroleum Science and Engineering vol. 176*, 269-278.
- Xu, L. (2018). Multiscale investigation of tube erosion in fluidized bed based on CFD-DEM simulation. *Chemical Engineering Science Vol. 183*, 60-74.
- Yudhatama, I. W. (2018). Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Erosi Partikel Pasir Dalam Aliran Fluida Gas Turbulen pada Elbow Pipa Vertikal-Horizontal. *Jurnal Teknik ITS vol. 7*, No. 2.