

ANALISA PENGARUH DEBIT AIR DAN UDARA SERTA KEMIRINGAN PIPA PADA ALIRAN DUA FASE DENGAN *INSERT* SPIRAL 60⁰ TERHADAP DISTRIBUSI GELEMBUNG UDARA

H. Wardoyo.ST.M.T & I Wayan Sugita.ST.M.T, Rina Pitaloka²

¹Dosen Universitas Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Mesin, Jakarta, 13220, Indonesia

²Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Mesin, Jakarta, 13220, Indonesia

¹Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun Muka, Jakarta, 13220

²Laboratorium Teknik Mesin. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun Muka, Jakarta, 13220

*Korespondensi penulis: Rinapitaloka@gmail.com

Abstrak. Rina pitaloka, *Analisa Pengaruh Debit Air dan Udara serta Kemiringan Pipa Pada Aliran Dua Fase dengan Insert Spiral 60⁰ Terhadap Distribusi Gelembung Udara*, Skripsi, Jakarta : Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Desember 2015.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan kemiringan, penambahan debit air dan penambahan debit udara terhadap distribusi dan karakteristik gelembung udara pada aliran dua fasa yaitu fasa cair dan fasa gas. Penambahan debit air sebesar 1,5 liter/menit, 3 liter/menit dan 5 liter/menit. Penambahan debit udara sebesar 0,2 liter/menit, 0,4 liter/menit dan 0,6 liter/menit. Perubahan sudut kemiringan sebesar 10⁰.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu menentukan alat dan bahan yang digunakan, mengatur alat dengan posisi kemiringan 0⁰ - 90⁰ dengan perubahan 10⁰. Pengambilan data berupa foto karakteristik dan distribusi gelembung udara, penurunan tekanan, penggabungan antara hasil hitung penurunan tekanan menggunakan empat macam korelasi dengan data eksperimen.

Kata kunci: *aliran dua fase, penurunan tekanan, distribusi gelembung udara, dan korelasi penghitungan pressure drop.*

Pendahuluan

Aliran fluida sering dijumpai pada kehidupan sehari-hari, hal ini dapat dilihat pada aliran saluran pembuangan, aliran semen dan pasir dalam pipa dan lainnya. Aliran fluida dapat dibedakan menjadi aliran satu fase dan aliran *multiphase*. Aliran *multiphase* yang dimaksud ialah aliran dua fase, serta aliran tiga fase. Penelitian ini mengkonsentrasikan pada aliran dua fase.

Aliran dua fase dibedakan menjadi beberapa bagian yang dapat dilihat dari fase yang menyertainya, arah aliran dan kedudukan *channel* nya. Dilihat dari fase yang menyertainya, yaitu aliran dua fase cair-padat, cair-gas dan gas-padat. Berdasarkan arah aliran, aliran dua fase dibedakan menjadi aliran searah dan aliran berlawanan. Aliran dua fase juga dibedakan menurut kedudukan *channel*nya, yaitu tegak, miring dan mendatar.

Penurunan tekanan pada aliran dua fase sangat berbeda dengan aliran satu fase. Pada aliran satu fase penurunan tekanan hanya dipengaruhi oleh *Reynolds number* yang merupakan fungsi dari viskositas, berat jenis fluida dan diameter pipa. Pada aliran dua fase penurunan tekanan dipengaruhi oleh interaksi antarfase, pengaruh deformasi permukaan, pergerakan fluida, pengaruh ketidakseimbangan fase dan perubahan pola aliran.

Aliran dua fase (cair-gas) dan penurunan tekanan pada aliran dua fase memiliki ketertarikan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui hal apa saja yang mempengaruhi penurunan tekanan, karakteristik-karakteristik pada aliran dua fase dan pengaruhnya terhadap pola distribusi gelembung udara pada aliran dua fase (cair-gas).

Orzya S.H (2014) melakukan penelitian aliran dua fase (cair – gas) berjudul “Studi Eksperimental Penurunan Tekanan Aliran Dua Fase (Cair dan Gas) Dengan Pola Aliran Gelembung Pada Sudut $0^{\circ} - 90^{\circ}$ ” yang berkonsentrasi meneliti *pressure drop*, fraksi hampa dan karakteristik gelembung udara. Penelitian tersebut menggunakan kemiringan pipa $0^{\circ} - 90^{\circ}$ dengan perubahan sudut 10° , tanpa *insert* pegas spiral, debit air 2 liter/menit, 4 liter/menit dan 6 liter/menit serta debit udara 0,2 liter/menit, 0,6 liter/menit dan 0,6 liter/menit. Hasil penelitian adalah gelembung udara tidak menyebar dan hanya berada pada dinding *tube*, kemiringan pipa mempengaruhi jumlah dan bentuk gelembung udara serta fraksi hampa dipengaruhi dari perubahan debit air dan udara.

Ahmad A. (2014) melakukan penelitian aliran dua fase (cair-gas) berjudul “Studi Eksperimental *Pressure Drop* aliran

Gelembung (Air-Udara) Pada Berulir Dalam Dengan Kemiringan Sudut $0^{\circ} - 50^{\circ}$ ” yang berkonsentrasi meneliti *pressure drop* pada aliran dua fase (cair-gas) dan bentuk aliran gelembung udara. Penelitian tersebut menggunakan kemiringan pipa $0^{\circ} - 50^{\circ}$ dengan perubahan sudut 10° , *insert* pegas spiral 45° , debit air 2 liter/menit, 4 liter/menit dan 6 liter/menit serta debit udara 0,2 liter/menit, 0,4 liter/menit dan 0,6 liter/menit. Hasil penelitian adalah *pressure drop* aliran gelembung dipengaruhi oleh perubahan debit air dan debit udara serta perubahan gelembung udara dipengaruhi oleh debit udara dan air.

Informasi yang diberikan pada penelitian sebelumnya mengenai pola distribusi gelembung udara menjadikan dasar dari penelitian ini untuk menambah ruang lingkup penelitian dengan pengembangan menggunakan *insert* pegas spiral 60° , variasi debit air dan udara, dan variasi

kemiringan pipa 0° - 90° dengan perubahan sudut 10° untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pola distribusi gelembung udara dan *pressure drop* pada aliran dua fase (cair-gas).

Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Otomotif Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur. Gambar 1 memperlihatkan Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium. Peneliti merancang desain seksi pipa uji yang kemudian dibuat dalam bentuk nyata yang

No	Kegiatan	Bulan			
I Tahapan Persiapan					
1	Mempersiapkan Bahan Penelitian	■			
2	Instalasi Penelitian				
3	Pengujian Instalasi Penelitian				
II Tahapan Pelaksanaan Penelitian					
	Korelasi antara beberapa penelitian dengan distribusi gelembung pada aliran dua fasadengan pola aliran gelembung pada sudut 0° - 90° dengan perubahan sudut 10° pada pipa miring.		■		
III Tahapan Pengolahan Hasil Penelitian					
	Pengolahan Data Hasil Penelitian			■	
IV Tahapan Penyusunan Laporan Akhir Hasil Penelitian					
	Penyusunan Laporan Akhir				■

Gambar 1. Alokasi Penelitian
 Peneliti membuat skema ini dirancang selama penelitian untuk meneliti aliran dua fase, penurunan tekanan dalam kemiringan yang berbeda, kontraksi tiba-tiba, ekspansi mendadak. Dalam penelitian ini, kedudukan pipa dari 0° - 90° dengan perubahan sudut 10° . Pipa yang digunakan dari bahan akrilik transparan dengan penampang lingkaran, dengan total panjang 226 cm dan diameter internal 4 mm. Bagian pipa yang di uji dibagi menjadi tiga segmen yang masing-masing tersambung satu sama lainnya:

1. Segmen masuk (*inlet*) dengan panjang 18 cm digunakan untuk stabilisasi aliran setelah ruang pencampuran.
2. Titik pengukur satu dengan panjang 96 cm di gunakan untuk pengukuran *pressure drop* yang di pasang sebuah ujung pipa *U tube* sebagai pembaca tekanan.

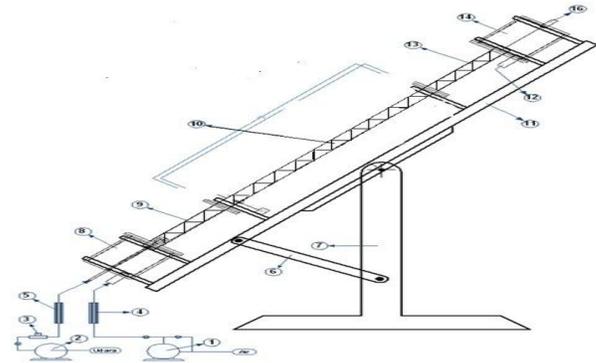
3. Titik pengukur dua dengan panjang 96 cm untuk melihat pola liran yang terbentuk.
4. Titik pengukur tiga dengan panjang 96 cm yang digunakan untuk mengukur *pressure drop* di pasang sebuah *U tube* sebagai pembaca tekanan.
5. Segmen keluar (*outlet*) dengan panjang 19 cm untuk pembuangan air dan udara.

Untuk memeriksa bahwa peralatan bekerja dengan benar, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan peralatan dengan percobaan aliran satu fasa dengan menggunakan air untuk memeriksa kebocoran peralatan. Air tersebut dialirkan menggunakan pompa air melalui lubang *inlet* hingga keluar di lubang *outlet*. Jika tidak terjadi kebocoran maka, penelitian dapat dilanjutkan.

Bila telah tercapai kondisi yang stabil secara keseluruhan, selanjutnya mulai

dilakukan pencatatan data-data kapasitas aliran air dan udara.

dapat dilihat pada gambar 2 :



Gambar 2. Skema alat uji

ALAT YANG DIGUNAKAN

Peralatan yang digunakan terdiri dari beberapa komponen utama, antara lain:

1. Kompresor, yang memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Puma PK50 – 160 Air Compressor

Tekanan air maksimum = 8 kg/cm²

Debit maksimum = 751 Lpm

Motor Listrik = 5,5 hp (1440 rpm)

V / Hz / PH = 220 / 50 / 3

2. Pompa air yang digunakan untuk memompa air memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Shimizu model PS – 128 bit

Max capacity = 10 – 18 liter/ menit

Total Head = 20 Mtr

Output = 125 Watts

V / Hz / PH = 220 / 50 / 1

RPM = 2900

3. Pengukur volume udara (*air flow meter*)

Dwyer Series Rate-Master dengan jenis bola *glass* untuk mengukur debit udara yang mengalir ke dalam seksi uji.

4. Pengukur debit air (*water flow meter*)

merk OMEGA model FL -1504A untuk mengukur debit air yang mengalir dalam seksi uji.

5. Tabung *mixer* terbuat dari resin cor,

untuk mencampur air dan udara sehingga diperoleh aliran gelembung.

6. Tabung separator yang terbuat dari resin cor,

untuk memisahkan air dan keluar dari seksi uji.

7. Pipa akrilik / transparan berdiameter 14 mm untuk mendeteksi pola aliran yang terjadi.

8. *Manometer U* yang di isi air dan di tempelkan pada milimeter blok untuk mengetahui perbedaan hasil tinggi tekanan.

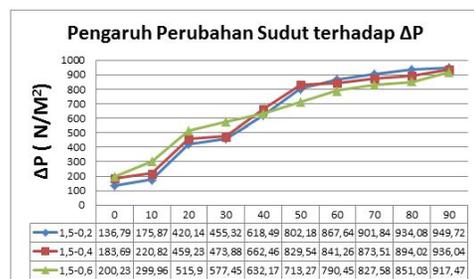
9. Pegas dengan sudut 60^0 untuk mengetahui karakteristik pola aliran gelembung udara.

Hasil dan Pembahasan :

Penelitian studi eksperimental analisa pengaruh debit air dan debit udara serta kemiringan pipa pada aliran dua fase dengan *insert* spiral 60^0 terhadap distribusi gelembung udara. Parameter yang akan dianalisa dari pengujian ini adalah :

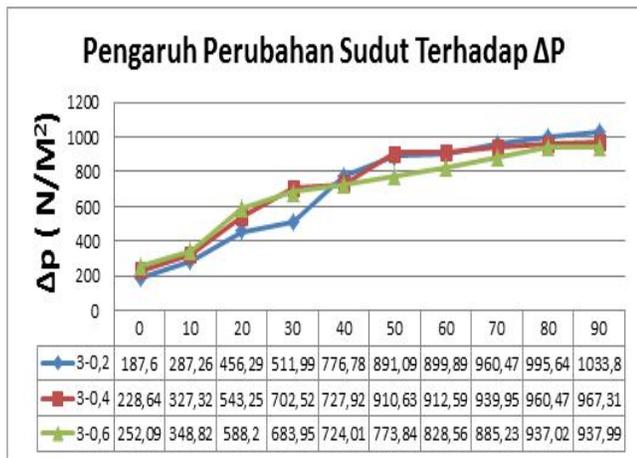
a. Pengaruh Tekanan Perubahan sudut

b. Kolerasi Data Eksperimen sudut



Gambar 3.1 Pengaruh perubahan sudut spesimen uji dengan debit air 1,5 LPM dan debit udara 0,2 ,0,4 dan 0,6 liter/menit

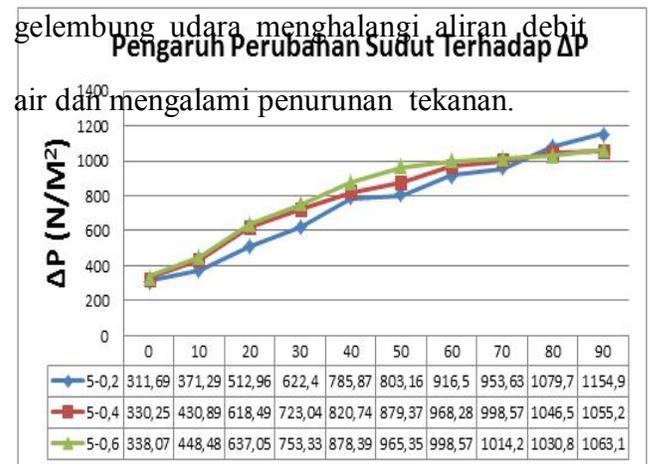
Pada grafik di atas menunjukkan kenaikan tekanan di spesimen uji 00-900 yang terbaca U tube. Pada grafik tersebut menjelaskan semakin besar sudut kemiringan pipa maka penurunan tekanan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh volume udara yang ada di dalam spesimen uji lebih besar daripada tekanan debit air yang ada di dalam spesimen uji sehingga tabrakan antar gelembung udara terjadi dan membesarnya gelembung udara menghalangi aliran debit air dan mengalami penurunan tekanan.:



Gambar 3.2 Pengaruh perubahan sudut spesimen uji dengan debit air 3 LPM dan debit udara 0,2 ,0,4 dan 0,6 liter/menit.

Pada grafik di atas menunjukkan

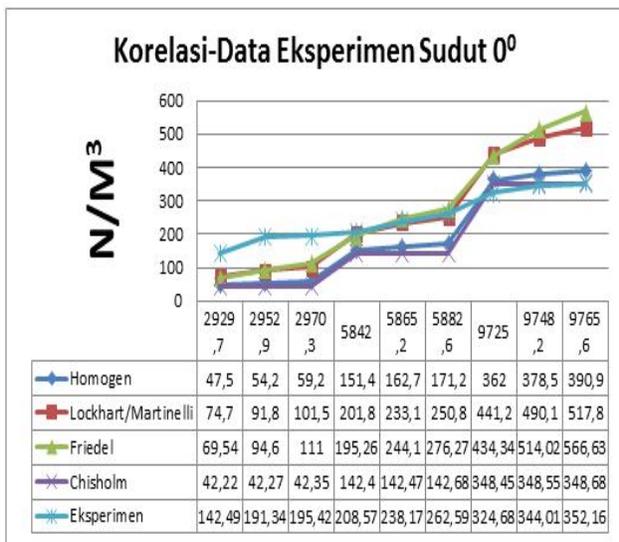
kenaikan tekanan di spesimen uji 00-900 yang terbaca U tube. Pada grafik di atas menjelaskan bahwa semakin besar sudut kemiringan pipa semakin besar pula penurunan tekanan yang terjadi. Hal ini disebabkan oleh volume udara yang ada di dalam spesimen uji lebih besar daripada tekanan debit air yang ada di dalam spesimen uji sehingga tabrakan antar gelembung udara terjadi dan membesarnya



Gambar 3.3 Pengaruh perubahan sudut spesimen uji dengan debit air 5 LPM dan debit udara 0,2 ,0,4 dan 0,6 liter/menit.

Pada grafik di atas menunjukkan kenaikan tekanan di spesimen uji 00-900

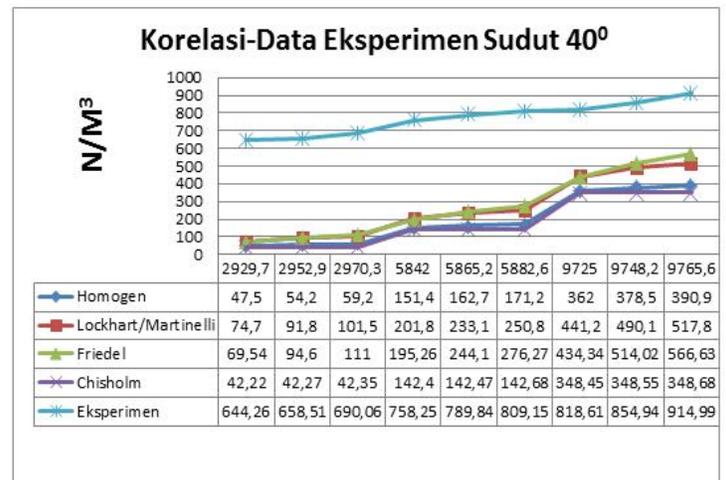
yang terbaca U tube. Pada grafik di atas menjelaskan bahwa semakin besar sudut kemiringan pipa semakin besar pula penurunan tekanan yang terjadi. Hal ini disebabkan oleh volume udara yang ada di dalam spesimen uji lebih besar daripada tekanan debit air yang ada di dalam spesimen uji sehingga tabrakan antar gelembung udara terjadi dan membesarnya gelembung udara menghalangi aliran debit air dan mengalami penurunan tekanan. Pada penurunan tekanan yang terjadi pada setiap variasi debit air dan udara kondisi lebih besar.



Gambar 2.1 Penurunan tekanan (dp/dz) hasil korelasi dengan data eksperimen pada

sudut 0°

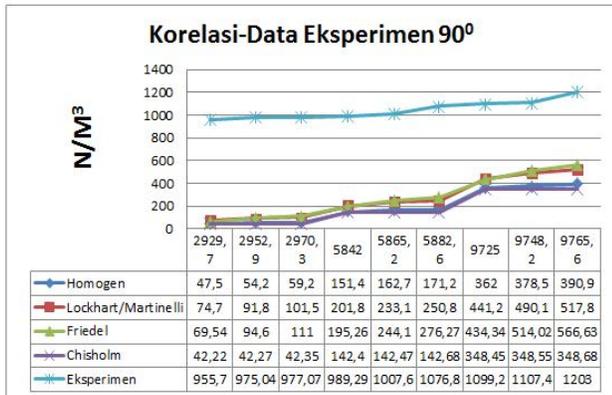
Pada grafik di atas menjelaskan bahwa tiap korelasi memiliki nilai penurunan tekanan yang berbeda-beda walaupun pada debit air dan debit udara yang sama. Pada nilai penurunan tekanan data eksperimen mengalami perubahan semakin besar pada sudut yang berbeda, hal ini akan dijelaskan pada grafik selanjutnya di sudut 40° dan 90°



Gambar 2.2 Penurunan tekanan (dp/dz) hasil korelasi dengan data eksperimen pada sudut 40°

Pada grafik di atas menjelaskan bahwa tiap korelasi memiliki nilai penurunan tekanan yang berbeda-beda walaupun pada

debit air dan debit udara yang sama. Pada nilai penurunan tekanan data eksperimen mengalami perubahan semakin besar dibandingkan dengan nilai penurunan tekanan pada sudut 0° .



Gambar 2.3 Penurunan tekanan (dp/dz) hasil korelasi dengan data eksperimen pada sudut 90°

Pada grafik di atas menjelaskan bahwa tiap korelasi memiliki nilai penurunan tekanan yang berbeda-beda walaupun pada debit air dan debit udara yang sama. Pada nilai penurunan tekanan data eksperimen mengalami perubahan semakin besar dibandingkan dengan nilai penurunan tekanan pada sudut 40° .

Kesimpulan

Penelitian studi eksperimental analisa pengaruh debit air dan debit udara serta

kemiringan pipa pada aliran dua fase dengan insert spiral 60° terhadap distribusi gelembung udara menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan debit air dan debit udara berpengaruh terhadap hasil gelembung udara yang terbentuk. Perubahan gelembung udara yang semakin kecil dikarenakan perubahan laju aliran air semakin cepat dan sebaliknya.
2. Perubahan kemiringan pipa sebesar 100 me menyebabkan gelembung udara semakin kecil. Semakin sedikit gelembung udara dikarenakan posisi pipa yang semakin vertikal sehingga debit udara dan debit air yang konstan membuat gelembung udara cepat terbawa gaya pengapungan.
3. Penggunaan insert pegas spiral 60° membentuk gelembung udara terpecah dan distribusi gelembung udara menyebar.

Daftar Pustaka

Adiwibowo, Priyo Heru, *Eksperimental*

Karakteristik Pressure Drop pada Aliran Dua Fase Gas-Cairan Melewati Pipa Vertikal, Dinamika Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol.1, pp.65-70, 2011.

Delly, Jenny. *Pengaruh Temperatur Terhadap Terjadinya Kavitasi Pada Sudu Pompa Sentrifugal*. Kendari : Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Haluoleo, 2009.

Ghajar, A. J., *Non-Boiling Heat Transfer in Gas-Liquid Flow in Pipes- a tutorial*, USA : School of Mechanical and Aerospace Engineering, Oklahoma State University, 2005.

_____, *Two-Phase Heat Transfer In Gas-Liquid Non Boiling Pipe Flows*, HEFAT 2004, Afrika, 2004.

_____, Kim, J. Y., dan Trimble, S. A., "Heat Transfer Measurements and Correlations For Air Water Two-Phase Slug Flow In Horizontal Pipe", 2004 ASME Heat Transfer/Fluids Engineering Summer Conference, USA, 2004.

Koestoer, Raldi Artono, *Aliran Dua Fase Dan Fluks Kalor Kritis*. Jakarta : Pradanya Paramita , 1992.

Mishima K., Hibiki T., Some characteristics of air-water two-phase flow in small diameter vertical tubes, *International Journal of Multiphase Flow*, 22 (1996), pp.703-71, 1996.

Wallis, G.B, *One Dimensional Two-Phase Flow*. New York : Mc Graw-Hill, 1969.

Widayana, Gede dan Triyogi Yuwono, "Studi Eksperimental Dan Numerik Aliran Dua Fase (Air - Udara) Melewati Elbow 30° Dari Pipa Vertikal Menuju Pipa Dengan Sudut Kemiringan 60°", Jakarta, 2010.

Woldesemayat A. Melkamu, A. J. Ghajar, "Comparison of Void Fraction Correlations in Horizontal and Upward Inclined Pipes", USA : School of Mechanical and Aerospace Engineering, Oklahoma State University, 2006.