

Karakterisasi Aliran *Plug* Searah Ke Atas Dari Campuran Udara dan Cairan Kental (Air – CMC) 0,1 wt % dan 0,2 wt %

B. A. PRAMUDITA , E. J. WIBOWO dan INDARTO

Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin dan Industri
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Abstrak

Abstract: From variety of flow patterns in the two phase flow of gas and liquid, is plug flow pattern that needs special attention. In this research it has been done observe about the flow patterns characteristic, plug velocity measurement, and plug length measurement. In the present study obtained with a solution of two-phase flow (water - CMC) - air flow in the transparent pipe with an inside diameter 19.1 mm and a length of 8 meters vertically in pairs. The air flow to the superficial velocity between 0.26 m / s - 1.89 m / s and fluid flow with superficial velocity between 0.04 to 0.26 m / s. While the data collection is done at a height of 2 meters and 6 meters above the output. With the variation of gas and liquid superficial velocity, height variation, and variation in the viscosity of the liquid has affected the speed of the plug, plug length and flow patterns that occur. Plug velocity was measured using a light sensor. Obtained flow pattern is slug flow pattern / plug to churn flow pattern, in this case the obtained results for long-term plug will grow up into the churn flow pattern along with increasing superficial gas velocity and liquid superficial velocity is constant.

Keywords: *variations in viscosity, flow characterization*

Pendahuluan

Aliran dua fase merupakan bagian dari aliran multi fase, dan ada juga istilah aliran dua komponen. Istilah aliran dua komponen dipergunakan untuk menggambarkan aliran, dimana fase – fase tersebut tidak terdiri dari viskositas dan densitas yang sama. Aliran dua komponen (kebanyakan cair – cair) terdiri dari satu fase tetapi sering disebut aliran dua fase dimana fase tersebut disamakan dengan komponen yang kontiniu dan tidak kontiniu.

Kemudian dapat dibedakan juga dengan arah aliran yaitu aliran searah keatas, aliran searah kebawah, aliran berlawanan arah, dan kedudukan saluran (mendatar, tegak, miring). Aliran dua fasa dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari ataupun dalam proses-proses industri, misalnya seperti dalam industri perminyakan dan gas dimana menggunakan jaringan perpipaan untuk memindahkan fluida.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan terhadap karakteristik peta pola aliran dengan variasi perubahan kecepatan superfisial gas (J_g) dan kecepatan superfisial cairan (J_l) lalu dengan penambahan viskositas cairan 0,1 wt % dan 0,2 wt %. Dimana bahwa pada cairan yang mempunyai J_g rendah, meningkatnya viskositas akan memperkecil ukuran bubble (Agato, 2008). Kemudian dilakukan juga pengukuran terhadap panjang kantung udara (*plug*), dan kecepatan kantung udara (*plug*) untuk ketinggian

2 meter dan 6 meter. Aliran yang kontiniu, menerangkan bahwa dalam tiga fase, ukuran gelembung bertambah seiring dengan yang meningkatnya kecepatan gas, kecepatan cairan atau kekentalan pada cairan. Hal itu akan meningkatkan kecepatan gelembung, dengan meningkatnya kecepatan viskositas gas atau cairan, tetapi akan menurun dengan meningkatnya kecepatan cairan (Sung, Dkk, 2006).

Adapun manfaat dari pengamatan atau observasi karakteristik aliran *plug* ini adalah untuk mengetahui bagaimana fenomena *plug* yang terjadi dengan pengaruh dari penambahan variasi viskositas cairan, variasi J_l dan J_g , dan juga perbedaan ketinggian untuk titik pengambilan data yaitu pada 2 meter dan 6 meter. Diharapkan akan terlihat untuk fenomena *plug* semakin panjang atau akan semakin pendek. Aplikasi dari aliran *plug* semakin panjang akan menyebabkan semakin banyak cairan yang akan tertekan dalam lapisan disekitar *plug*, sehingga lapisan film yang terbentuk akan semakin tipis. Sebagai contoh apabila hal ini terjadi pada peristiwa evaporasi (Henry Nasution, 1997).

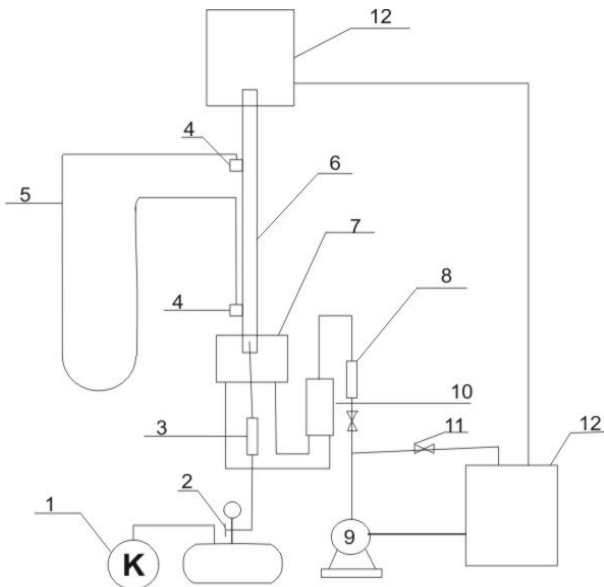
Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Udara bertekanan 1 atm berasal dari kompresor
2. Cairan kental (Air-CMC) 0,1 wt % dan 0,2 wt %
3. Zat pewarna

Skema Penelitian



Gambar 1. Instalasi peralatan penelitian

Keterangan :

1. Kompresor
2. Regulator udara
3. *Flowmeter* udara
4. Rangkaian sensor cahaya untuk mengukur kecepatan *plug* pada 2 meter dan 6 meter
5. Kabel sensor menuju *micro controller*
6. Pipa uji (*plexiglass*)
7. Mixer
8. *Flowmeter* cairan
9. Pompa
10. Injektor cairan
11. Kran bypass
12. Bak penampung (*resevoir*)

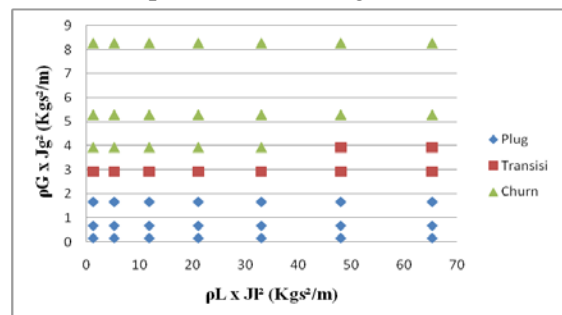
Prosedur Penelitian

Setelah kondisi alat baik dan telah di validasi, instalasi cairan dan udara disiapkan maka pompa dan kompresor dihidupkan. Setelah itu mengatur debit cairan diatur pada posisi 10 – 70 (pada pembacaan *flowmeter* cairan dalam satuan GPH) dengan pengaturan debit cairan, dilakukan pula pengaturan debit udara pada 10 – 70 (pada pembacaan *flowmeter* udara dalam satuan SFCH). Penambahan debit udara dilakukan setiap variasi debit cairan 10 – 70 GPH pada debit udara konstan. Pada setiap variasi debit cairan dan debit udara dilakukan pengambilan

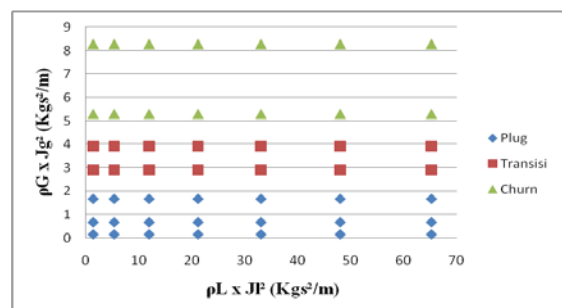
data visualisasi untuk mendapatkan hasil peta pola aliran dan pengukuran panjang *plug*. Pada data kecepatan *plug*, pengukuran dilakukan dengan menggunakan dua buah rangkaian sensor cahaya yang diletakan pada ketinggian 2 meter dan 6 meter. Untuk satu rangkaian sensor itu sendiri terdiri atas dua buah LED dan dua buah *photodiode* yang berfungsi untuk menangkap data kecepatan *plug* yang akan ditampilkan dengan memanfaatkan indeks bias cairan (Bambang M.E.J., 2010). Sedangkan untuk pengambilan data visualisasi digunakan kamera untuk menangkap gambar dari pola aliran yang terjadi di dalam saluran. Untuk ketelitian pengambilan data, setiap 3 kali variasi debit udara pada kondisi konstan, dilakukan *shutdown* terhadap pompa dan kompresor. Setelah dilakukan *shutdown* pada pompa dan kompresor, dilakukan setting ulang terhadap *flowmeter*, sehingga diharapkan pengambilan data untuk sesi selanjutnya mendapatkan ketelitian hasil data yang diperoleh diharapkan menjadi lebih akurat.

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini diperoleh hasil dari karakterisasi aliran *plug* searah keatas, yaitu adalah peta pola aliran. Hasil dari pengamatan peta pola aliran yang dilakukan terhadap variasi perubahan viskositas cairan 0,1 wt % dan 0,2 wt %, dapat dilihat dalam grafik berikut.



Gambar 2. Peta pola aliran pada ketinggian 2 meter

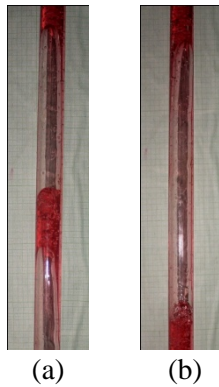


Gambar 3. Peta pola aliran pada ketinggian 6 meter

Pada hasil untuk peta pola aliran, didapatkan pola aliran yang terjadi dengan J_g konstan dan variasi J_1 adalah pola aliran *plug*, transisi, dan *churn*. Untuk pola aliran *plug* terjadi saat J_g konstan pada 10 - 30 SFCH (pembacaan *flowmeter* udara), dan variasi J_1 dari 10 –

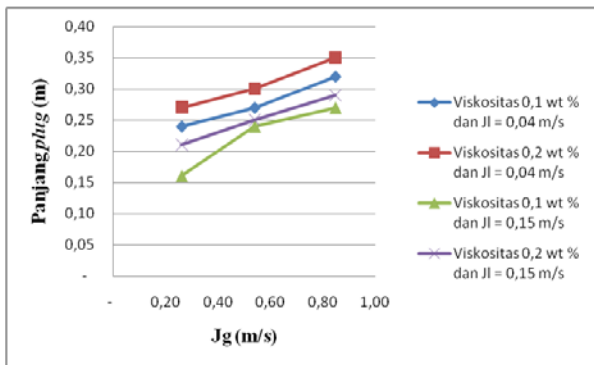
70 GPH (pembacaan flowmeter cairan). Sedangkan untuk pola aliran transisi dan churn dengan J_g konstan 40 – 70 SFCH. Semakin tinggi debit udara maka pola aliran akan berubah dari *plug* menjadi transisi kemudian *churn*. Pengaruh dari variasi viskositas cairan untuk peta pola aliran tidak mengalami perubahan.

Pengukuran panjang *plug* terhadap variasi viskositas cairan dilakukan metode pengambilan data dengan variasi J_g 10 – 30 SFCH dan J_l konstan pada 10 – 40 GPH dan dengan beda titik ketinggian pipa uji 2 meter dan 6 meter pada pipa uji. Pengukuran panjang *plug* diawali dengan dilakukannya pengambilan data visual di ketinggian 2 meter dan 6 meter dengan menggunakan kamera DSLR untuk mendapatkan hasil visualisasi yang baik. Kemudian setelah didapatkan hasil visualisasi, dilakukan perhitungan terhadap panjang *plug* yang terjadi. Didapatkan hasil dari pengukuran panjang *plug* sebagai berikut.

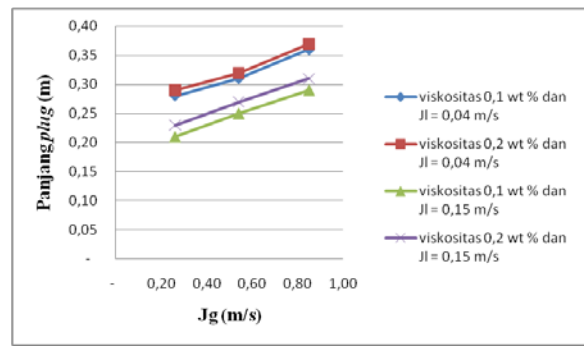


Gambar 4. Hasil visualisasi panjang *plug* untuk ketinggian (a) 2 meter dan (b) 6 meter

Pada hasil visualisasi dapat dilihat bahwa saat ketinggian 6 meter *plug* lebih panjang dari ketinggian 2 meter. Data untuk hasil dari panjang *plug*, ditampilkan pada grafik berikut.

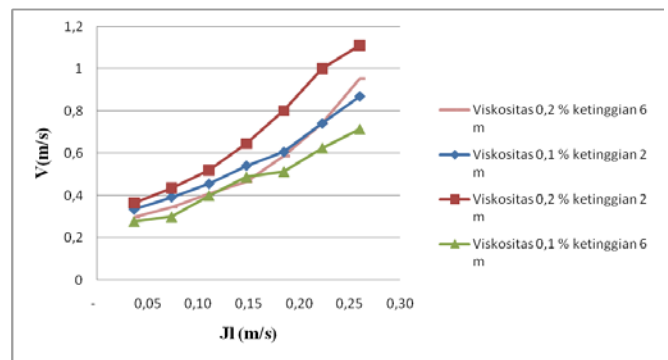


Gambar 5. Grafik panjang *plug* pada ketinggian 2 meter



Gambar 6. Grafik panjang *plug* pada ketinggian 6 meter

Pada grafik hasil pengukuran panjang *plug* terlihat bahwa semakin tinggi titik pengambilan data *plug* akan semakin panjang. Saat ketinggian 6 meter *plug* lebih panjang dibandingkan saat 2 meter. Begitu juga untuk variasi viskositas cairan yang dilakukan, dimana pada saat variasi viskositas 0,2 wt %, *plug* akan lebih panjang dari pada saat viskositas cairan 0,1 wt %. Kemudian untuk data pengukuran kecepatan *plug* dilakukan dengan menggunakan sensor cahaya. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk pengambilan data adalah dengan mengatur debit udara konstan pada 10 – 30 SFCH atau $J_g = 0,26$ m/s – 0,85 m/s dan variasi debit cairan 10 – 70 GPH atau $J_l = 0,04$ m/s – 0,26 m/s untuk setiap variasi debit udara konstan. Variasi viskositas cairan juga dilakukan untuk pengukuran data kecepatan *plug*. Berikut adalah hasil dari pengukuran kecepatan *plug*.



Gambar 7. Grafik kecepatan *plug* pada ketinggian 2 meter dan 6 meter untuk viskositas cairan 0,1 wt % dan 0,2 wt % pada J_g konstan 0,26 m/s

Dari data yang diperoleh untuk pengukuran *plug* adalah semakin bertambah jarak yang ditempuh oleh *plug* yaitu pada ketinggian 6 meter, maka kecepatan *plug* akan menjadi lebih lambat. Sedangkan untuk ketinggian 2 meter kecepatan *plug* lebih tinggi. Begitu pula seperti yang terlihat pada grafik, semakin tinggi variasi viskositas maka kecepatan *plug* meningkat.

Kesimpulan

Kesimpulan pada hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada J_1 konstan dan variasi J_g karakteristik peta pola aliran yang terjadi adalah pola aliran *plug*, kemudian berubah menjadi pola aliran transisi, dan kemudian pola aliran churn. Hal ini terjadi seiring dengan penambahan variasi J_g atau debit udara.
2. Kecepatan *plug* akan meningkat seiring dengan bertambahnya viskositas cairan dan variasi J_1 dan J_g , akan tetapi pada ketinggian 6 meter, kecepatan *plug* lebih lambat dari pada saat ketinggian 2 meter.
3. Dengan adanya perbedaan ketinggian untuk titik pengambilan data dan variasi viskositas cairan, maka panjang *plug* akan semakin panjang untuk ketinggian 6 meter dari pada saat ketinggian 2 meter.

Ucapan Terima kasih

Diucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA, Jurusan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada atas kesempatan dan bimbingan yang diberikan untuk penulisan karya ilmiah ini.

Nomenklatur

- J_1 Kecepatan suerfisial cairan (m/s)
 J_g Kecepatan superfisial gas (m/s)

Referensi

- Nasution Henry. "Aliran Dua Fase (Cair-Gas) Searah Vertikal Ke Atas Dalam Saluran Berdiameter Kecil : Pengukuran Kecepatan Kantung Udara", *Thesis S2. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta Jl. Gajahmada, Gunung Pangilun Padang.*
- Agato, Indarto, Deendarlianto, 2008, Pengaruh Viskositas Terhadap Pola Aliran dan Penurunan Tekanan Aliran Dua Fase Udara – Cairan Searah Ke Atas Pada Pipa Vertikal. *Politeknik Negeri Pontianak, Fakultas Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia*

Sung, Kang Hwang Suk, Kim Yeong Uk, Kang Yong, Done Sang Kim, 2006, Bubble Properties in Three-Phase Inverse Fluidized Beds With Viscous Liquid Medium. *Department of Biochemical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon 305-701, Republic of Korea.*

Bambang, MEJ., 2010, Penyetaraan Nilai Viskositas terhadap Indeks Bias pada Zat Cair Bening.