

BULETIN UTAMA TEKNIK

TERAKREDITASI NO. 55/DIKTI/KEP/2005

DAFTAR ISI

	Hal
↳ Performance of Alloyed Carbide Tool in Dry end Milling of Ti-6242S <i>Armansyah Ginting</i>	126 - 133
↳ Parameter Pemotongan Optimum Untuk Pemesinan Puli Dari Bahan Besi Cor <i>Abdul Haris Nasution</i>	134 - 142
↳ Pengaruh Karbonisasi Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis Baja Krupp 1191 <i>Muslih Nasution</i>	143 - 148
↳ Saklar Praktis Berdasarkan Pemodelan Ruang Keadaan Konverter DC-DC Dengan Semua Sifat Yang Merugikan <i>Suhardi Napid</i>	149 - 155
↳ Uji Triaksial Tanah Pasir Kwarsa Padat Dengan Kondisi Terkonsolidasi Terdrainasi <i>Roesyanto</i>	156 - 164
↳ Pemanfaatan Batu Apung Sebagai Pemucat Warna Pada Minyak Goreng Bekas <i>Netti Herlina</i>	165 - 172
↳ Aplikasi Robust Design Untuk Penentuan Kombinasi Level Faktor Optimal Dalam Upaya Perbaikan dan Keseragaman Kualitas Produk <i>Nasrul Zaman</i>	173 - 180
↳ The Strength Development Of Concrete Cured Under Different Curing Conditions <i>Bachrian Lubis, M. Udin</i>	181 - 188
↳ Fenomena Flooding Pada Pipa Vertikal Dengan Model Aliran Berlawanan Arah <i>Rumilla Harahap, Eka Daryanto, Batu Mahadi Siregar</i>	189 - 196
↳ Studi Pengaruh Iklan Ruang Luar Sebagai Faktor Pembentuk 'Sense Of Place' Ruang Kota <i>Sri Asfiati, Devin Defriza H.</i>	197 - 207



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA



JURNAL ILMIAH "BULETIN UTAMA TEKNIK" FAKULTAS TEKNIK UISU

Jurnal Ilmiah :

"BULETIN UTAMA TEKNIK"

Diterbitkan oleh Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara sejak
September 1997. ISSN 1410-4520.

Telah Terakreditasi sebagai Jurnal
Ilmiah berdasarkan Surat Keputusan
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Departemen Pendidikan Nasional R.I :

Nomor : 52/Dikti/Kep/2002
Tanggal : 12 Nopember 2002

Dan Akreditasi Ulang dengan :
Nomor : 55/Dikti/Kep/2005
Tanggal : 17 Nopember 2005

Alamat Redaksi :

**Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara**

Jalan Sisingamangaraja Kampus UISU
Teladan Medan 20217
Telepon & Fax (061) 786 8049
e-mail ; buletinteknik@uisu.ac.id

Pelindung :

Rektor Universitas Islam Sumatera Utara

Penanggungjawab :

Dekan Fakultas Teknik UISU

Pemimpin Redaksi :

Ir. M. Udin, MT

Redaksi Ahli :

Prof.Dr.Ir. Bustami Syam, MSME (USU)
Prof.Dr.HA. Rahim Matondang, MSIE (USU)
Prof.Ir. Priyo Suprobo, MS, PhD (ITS)
Prof.Dr. Abdul Muin Sibuea, MPd (UNIME)
Prof.Dr. Ir. H. Bachrian Lubis, M.Sc (USU)
Prof.Dr. Muhammad Zarlis, (USU)
Dr. Ir. Ubuh Buchara (ITB)

Redaksi Pelaksana :

Ir. Batu Mahadi Siregar, MT (UISU)
Ir. Raja Harahap, MT (USU)
Ir. Anisah Lukman (UISU)
Ir. Tri Hernawati, MSi (UISU)
Rahmad Widia Sembiring, SE.MScIT (USU)

Editor :

Ir. Sudaryanto
Khairuddin Nasution, ST

Sekretariat :

Ir. Yusniati, MT
Syamsuddin Asmad

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah dengan Rahmat dan Karunia Allah SWT telah terbit Buletin Utama Teknik FT-UISU Vol. 10 No. 3 September 2006, yang telah terakreditasi, baik menyangkut bidang science dan keteknikan/merupakan tulisan hasil penelitian maupun Karya Ilmiah Populer yang dilakukan oleh Staf Pengajar.

Kami mengharapkan untuk terbitan bulan berikutnya Staf Pengajar dapat meningkatkan kualitas maupun mutu dari tulisan, sehingga memungkinkan sebagai bahan rujukan dalam melakukan kegiatan penelitian.

Pada kesempatan ini Redaksi mengucapkan terima kasih kepada Staf Pengajar/Dosen yang telah berpartisipasi menerbitkan Buletin Utama Teknik FT-UISU terutama pada Edisi Vol. 10 No. 3 September 2006.

Semoga FT-UISU sukses dan maju.

Wabillahi Taufiq Walhidayah

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Wassalam,

Redaksi

THE

Character Building
UNIVERSITY

Fenomena *Flooding* Pada Pipa Vertikal Dengan Model Aliran Berlawanan Arah

Rumilla Harahap¹⁾, Eka Daryanto²⁾, Batu Mahadi Siregar³⁾

Abstrak

Fenomena *flooding* yang sering terjadi pada *heat exchanger* seperti *vertical reflux condensor*, *vertical pipes destilation* sangat merugikan. Begitu besarnya pengaruh *flooding* pada berbagai peralatan industri tersebut sehingga memerlukan kajian yang mendalam terhadap fenomena terjadinya *flooding* agar dapat diprediksi bagaimana meminimalkan efeknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh sifat phisis cairan, bentuk penampang pipa, dan injector cairan terhadap karakteristik aliran pada fenomena *flooding*. Penelitian ini memberikan informasi kepada kita bahwa fenomena *flooding* terjadi lebih awal bila sitem injector cairan berbentuk alur karena dapat menimbulkan gangguan terhadap aliran lebih besar dan dimulai dengan adanya penyumbatan saluran oleh aliran air serta terjadi lebih lambat pada cairan dengan viskositas yang lebih tinggi. Hal ini diperkirakan karena kenaikan viskositas cairan mempengaruhi ketidakstabilan di dalam permukaan film.

Kata-Kata Kunci : *Flooding, Pipa Vertikal, Viskositas*

Abstract

Phenomenon of flooding which often happened with heat exchanger like vertical reflux condenser, vertical pipes desolation very harm. So the level of invluence flooding the various industry equipments so that need circumstantial study to phenomenon the happening of flooding tobe earning predict how to minimization the effect. This research aim to know the existense of influence is nature of dilution physis, form surface of pipe, and dilution injector to stream characteristic phenomenon of flooding. This research give information to us that phenomenon of flooding happened earlier if dilution injector system in form of path because can generate trouble to bigger stream and started with existense gagging of channel by current and also happened slower at dilution with higher level viscosities. This matter is estimated because the increase dilution of viscosities influence instability in surface of film.

Keywords: *Flooding, Vertical pipe, viscosities*

1. Pendahuluan

Fenomena *flooding* yang sering terjadi pada *heat exchanger* seperti *vertical reflux condensor*, *vertical pipes destilation* dan sebagainya adalah sangat merugikan. Begitu besarnya pengaruh *flooding* pada berbagai peralatan industri tersebut sehingga memerlukan kajian yang mendalam terhadap fenomena terjadinya *flooding* agar dapat diprediksi bagaimana meminimalkan efeknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh sifat phisis cairan, bentuk penampang pipa, dan injector cairan

terhadap karakteristik aliran pada fenomena *flooding* dalam pipa vertikal dengan model aliran gas-cair berlawanan arah. Seksi uji berupa pipa panjang 2 meter, terdiri dari pipa berpenampang lingkaran dan bujur sangkar, dengan fluida kerja terbuat dari gliserin. Injektor cairan berupa dinding berpori dan beralur yang berada di bagian awal seksi uji. Cairan masuk ke dalam seksi uji bagian kiri melalui injektor cairan dan mengalir di dalam seksi uji berupa aliran film yang menempel dalam dinding pipa. Sedangkan gas dimasukkan melalui kolektor yang berada di bagian kanan seksi uji.

Visualisasi aliran dimaksudkan untuk mengetahui fenomena *flooding* pada pipa vertikal dengan model aliran gas-cair berlawanan arah dengan parameter bentuk penampang saluran, bentuk injektor cairan dan viskositas cairan yang diamati langsung dari sebelum terjadinya *flooding* sampai terjadi *flooding*.

Untuk memprediksi terjadinya *flooding* dapat dilakukan dengan menggunakan korelasi-korelasi hasil analitik maupun empiris yang telah dilakukan oleh peneliti. Korelasi empiris yang dilakukan oleh peneliti dapat dilakukan dengan visualisasi atau dengan melihat adanya penurunan tekanan secara tiba-tiba. Dengan visualisasi aliran dapat melihat karakteristik aliran yang terjadi sebelum, selama dan sesudah fenomena *flooding* berlangsung yang di akibatkan oleh pengaruh phisis cairan dan geometri saluran. Karakteristik aliran dalam pipa vertical yang diamati yaitu: karakteristik aliran pada fenomena *flooding* dalam pipa vertikal dengan model aliran berlawanan arah yang disebabkan oleh sifat phisis cairan, bentuk penampang pipa dan injector cairan.

2. Kajian Pustaka

2.1. *Flooding* dalam pipa vertikal

Secara umum *flooding* didefinisikan seperti pada Gambar 1. Cairan diinjeksikan ke dalam saluran lewat dinding berpori (A) yang disebut sebagai injektor dan mengalir ke bawah dalam bentuk aliran film yang menempel pada dinding bagian dalam dengan debit konstan. Kemudian cairan dihisap ke luar oleh *aspirator* yang berada pada bagian bawah saluran.

Untuk mendapatkan aliran berlawanan arah, gas diinjeksikan dari bawah sedikit demi sedikit. Pada debit yang cukup kecil, interaksi antara gas dan cairan dapat diabaikan. Bila kecepatan gas diperbesar, permukaan cairan menjadi bergelombang terutama pada bagian bawah saluran (B). Jika kecepatan gas ini semakin besar, gelombang pada seluruh permukaan bertambah besar dan sejumlah cairan

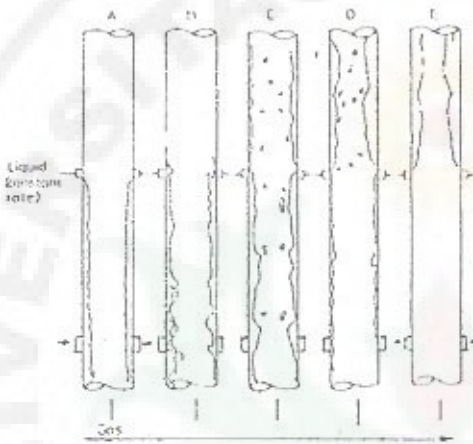
(berbentuk filamen-filamen berukuran besar atau kecil) terlepas dari aliran film oleh aliran gas (C). Masa cairan ini dapat menempel pada bagian atas injektor dan membentuk aliran film ke atas. Phenomena yang menarik karena terjadi secara tiba-tiba ini disebut kondisi *flooding* atau titik *flooding (point of flooding)*. Kalau kecepatan gas dinaikan lagi, maka debit cairan di atas injektor bertambah besar dan di bawah injektor berkurang (D). Pada kecepatan gas yang sangat tinggi tidak ada lagi cairan yang turun ke bawah dan aliran menjadi searah ke Atas (*Co-Current Vertical Upwards*), dalam bentuk aliran film (E).

Aliran film yang menempel pada dinding pipa seperti pada Gambar 1(A) di atas menurut Yuriko Y. Renardy (1997) membentuk gelombang halus pada film cairannya. Apabila diameter salurannya besar maka terbentuk gelombang *snakes*, dan apabila sebaliknya akan terbentuk gelombang *corkcrews*. Sehingga apabila debit gas dinaikan akan membentuk gelombang dengan jari-jari yang lebih besar seperti pada Gambar 1(B). Sementara itu pembentukan gelombang yang terjadi tersebut selain sudah terbentuk sejak awal yang berupa gelombang halus menurut Vassallo (1999) adalah merupakan interaksi antara film cairan dengan udara.

Peristiwa *flooding* menurut Moalem dkk (1984) dapat terjadi dengan tiga mekanisme, yaitu; (a) *flooding* terjadi sebagai hasil peralihan dari keadaan stabil sistem, yang beberapa bagian menyebabkan aliran ke atas, dimana seluruh aliran ke atas ini berhubungan dengan gesekan air dengan gas dalam sistem yang mengalir ke atas, (b) *flooding* terjadi sebagai hasil perambatan kecepatan gelombang kinematik yang melebihi sistem, dan (c) *flooding* terjadi sebagai hasil iringan cairan (*entrainment*) yang mempengaruhi cairan tepat diatas sisi masuk cairan (*feed*) dengan film cairan mengalir ke bawah.

Hasil pengamatan awal terhadap Karakteristik aliran pada fenomena

flooding dalam pipa vertikal dengan model aliran berlawanan arah yang disebabkan oleh sifat phisis cairan (viskositas) menunjukkan bahwa terjadinya *flooding* dapat diperlambat dengan menaikkan viskositas cairan (Daryanto, 2001). Hal tersebut diperkirakan terjadi karena kenaikan viskositas cairan akan mempengaruhi ketidakstabilan di dalam permukaan film tersebut, sehingga pada viskositas cairan yang rendah mudah terjadi *flooding*.



Gambar 1 Mekanisme *flooding*

Untuk memprediksi terjadinya *flooding* dalam dilakukan dengan menggunakan korelasi-korelasi hasil analitik maupun empiris yang telah dilakukan oleh peneliti. Korelasi empiris yang dilakukan oleh peneliti dapat dilakukan dengan visualisasi atau dengan melihat adanya penurunan tekanan secara tiba-tiba. Daryanto (2002) menunjukkan bahwa gradient tekanan sebelum terjadinya *flooding* tidak dipengaruhi oleh kenaikan kecepatan gas, tepat pada saat terjadinya *flooding* gradien tekanan naik secara mendadak karena aliran di atas injector cairan telah berubah menjadi dua fase.

Karakteristik lain pada saat terjadinya *flooding* adalah terjadinya pressure drop secara mendadak, seperti ditemukan Indarto (1995), gradien tekanan bertambah sedikit demi sedikit sejalan dengan kenaikan kecepatan gas, yang akhirnya

pada saat kecepatan gas mencapai harga kritis, gradien tekanan naik secara mendadak. Hal yang sama juga didapatkan oleh Rony Dwi Agusulistyo (1999) dan Mirmanto (1999).

Hasil penelitian-penelitian yang dilakukan tersebut belum menjawab karakteristik aliran yang sebenarnya menyebabkan terjadinya *flooding* yang disebabkan oleh sifat phisis cairan dan geometri saluran, karena metoda penelitian yang dilakukan belum disertai dengan visualisasi aliran untuk melihat karakteristik aliran yang sebenarnya terjadi.

$$J_g^* = 0,5 \dots \dots \dots (4)$$

Selain itu menurut Koestor dan Proborini (1994) mengatakan sampai saat ini sebetulnya belum ada korelasi yang akurat untuk memperhitungkan penurunan tekanan dalam aliran dua fase. Hal tersebut disebabkan korelasi yang ada digunakan untuk mewakili berbagai bentuk fisik berbeda. Pernyataan ini dikemukakan juga oleh Fauzun (1998), dengan menganalisis matematik lebih lanjut mendapatkan persamaan matematik umum yang menghubungkan antara penurunan tekanan dengan sudut lengkung, diameter pipa, panjang lengkungan pipa dan debit aliran fluida untuk aliran dua fase sebagai: $\Delta P = f(\theta, d, l, Q)$. Hasil penemuan menunjukkan adanya pengaruh langsung dari sudut lengkungan terhadap penurunan tekanan, akan tetapi tidak dapat dijelaskan bagaimana bentuk pengaruh tersebut

2.2. Korelasi Wallis:

Wallis (1961) menurunkan persamaan empiris yang memberikan hubungan antara kecepatan cairan dan kecepatan gas pada saat terjadi *flooding* sebagai berikut:

$$(J_g^*)^{1/2} + m(J_f^*)^{1/2} = C \dots \dots \dots (1)$$

Dimana: J_g^* , J_f^* = kecepatan superfisial tak berdimensi dari fase gas dan cair; parameter ini dihitung dengan persamaan:

$$J_g^* = J_g \left(\frac{\rho_g}{g L (\rho_l - \rho_g)} \right)^{1/2} \dots \dots \dots (2)$$

dengan :

k : g(gas) atau l(cair)

ρ : rapat massa (kg/m^3)

g : percepatan gravitasi (m/s^2).

m : parameter yang harganya tergantung pada sifat-sifat fisis cairan dan gas; bila gravitasi lebih penting dari pada gaya viskos maka bilangan Grashof akan cukup besar sehingga harga m diambil sama dengan 1.

C : 0,7-1,0 ; konstanta yang harganya tergantung pada sistem percobaan yang digunakan.

$$J_4 = \left[\frac{Q_k}{\pi D^3 / 4} \right] \dots \dots \dots (3)$$

J_4, J_1 : kecepatan superfisial gas dan cair (m/s) yang dinyatakan oleh persamaan:

dimana:

D : diameter saluran (m)

Q_k : debit gas atau cairan (m^3/s)

Wallis juga mengajukan persamaan empiris untuk flow reversal, yaitu:

Bila parameter-parameter dalam persamaan-persamaan tersebut adalah konstan, maka harga C merupakan jumlah dari kecepatan gas dan kecepatan cairan pada saat terjadi *flooding*.

3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan gas yang berupa udara bertekanan, $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 20^\circ \text{ C}$, sedangkan cairan terbuat dari gliserin, sehingga didapatkan beberapa variasi viskositas cairan yang diinginkan.

Saluran percobaan menggunakan saluran transparan terbuat dari resin/*flexiglass*, berpenampang lingkaran dengan diameter 1 inchi dan penampang segi empat $22,5 \text{ mm} \times 22,5 \text{ mm}$, anjang $\pm 2 \text{ m}$. Injektor masukan cairan terbuat dari pipa berdiameter $\pm 25,4 \text{ mm}$, panjang 40 cm, di tengah-tengah injektor diberi lubang-lubang $\pm 2 \text{ mm}$ (berpori) sepanjang $\pm 10 \text{ cm}$ dan lubang empat persegi panjang (beralur) $10 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$, serta *sinter* berpenampang segi empat dengan kondisi seperti *sinter* pipa.

Susunan alat yang dipakai untuk menjalankan penelitian digambarkan pada Gambar 2. Instalasi penelitian terdiri dari dua rangkaian, yaitu rangkaian tertutup untuk cairan dan terbuka untuk gas, seperti pada gambar sirkulasi cairan di dalam rangkaian ini dipergunakan sebuah pompa sentrifugal. Sementara gas (udara) dimasukkan dengan menggunakan kompresor.



Keterangan Gambar:

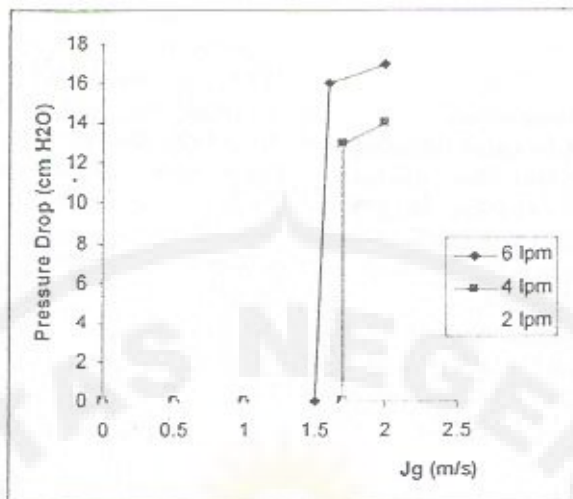
1. Kompresor, 2. Tangki Udara, 3. Katup,
4. Flowmeter, 6. Tangki air, 7. Pompa Sentrifugal, 8. Kolektor, 9. Pressure Gauge, 10. Saluran Percobaan, 11. Distributor, 12. Tabung Pemisah, 13. Saluran pemasukan gas (Nosel), 14. Saluran keluaran air, dan 15. Injektor cairan.

Gambar 2. Rangkaian alat percobaan

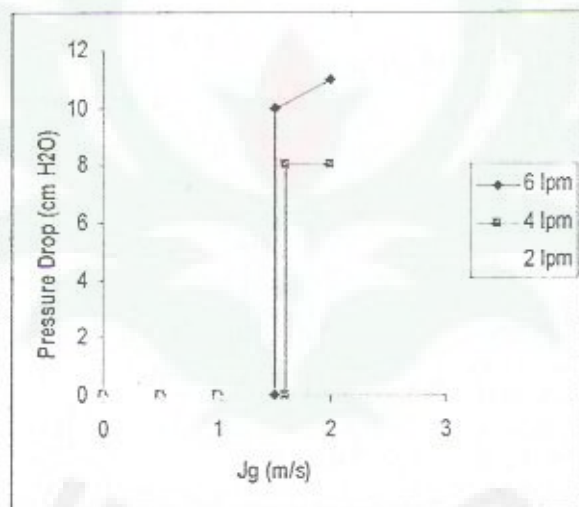
4. Hasil dan Diskusi

4.1. Gradien tekanan

Pengukuran gradien tekanan tersebut dilakukan untuk memprediksi kapan terjadinya *flooding*. Hasil pengukuran gradien tekanan (dp/dz) dilakukan berdasarkan pengukuran head tekanan (Δh) yang disajikan dalam untuk pipa bujur sangkar dengan model injektor cairan berpori dengan viskositas cairan $6,84 \times 10^{-3} \text{ cm.s}$ ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Gambar 4 untuk pipa lingkaran dengan injektor cairan berpori dengan viskositas cairan $6,84 \times 10^{-3} \text{ cm.s}$.



Gambar 3 Gradien Tekanan di atas injektor pada saluran bujur sangkar dengan injektor beralur dan viskositas cairan $6,84 \times 10^{-3}$ cm.s



Gambar 4 Gradien Tekanan pada pipa lingkaran dengan injektor beralur dan viskositas cairan $6,84 \times 10^{-3}$ cm.s

Dari hasil pengukuran tersebut nampak bahwa sebelum terjadinya *flooding*, gradien tekanan tidak dipengaruhi oleh kenaikan kecepatan gas yang berlaku untuk semua debit cairan. Rendahnya harga gradien tekanan ini disebabkan oleh aliran di atas injektor masih satu fase. Sedangkan pada saat terjadinya *flooding* harga dari gradien tekanan naik secara mendadak, karena

aliran di atas injektor telah berubah menjadi dua fase. Kenaikan harga gradien tekanan ini akan semakin nyata dengan kenaikan kecepatan gas, karena debit cairan yang mengalir di atas injektor semakin besar yang mengakibatkan gesekan antar fase semakin besar. Untuk viskositas cairan yang lain, yaitu; $5,99 \times 10^{-3}$ cm.s dan $5,56 \times 10^{-3}$ cm.s, fenomena kenaikan gradien tekanan tersebut

menunjukkan gejala yang sama pada kedua bentuk penampang pipa dan kedua injector yang berbeda. Perbedaan yang terjadi terletak pada besarnya gradien tekanan pada saat *flooding*.

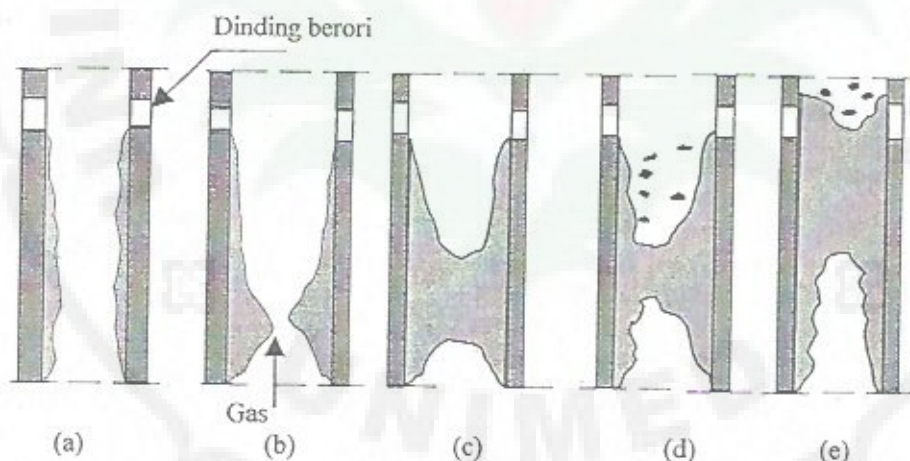
4.2. Mekanisme *flooding*

Secara skematis hasil dari pengamatan langsung terhadap mekanisme terjadinya *flooding* menunjukkan bahwa untuk bentuk pipa lingkaran mekanisme *flooding* selalu dimulai dari bawah dekat pengeluaran cairan. Akan tetapi untuk pipa berbentuk bujur sangkar mekanisme *flooding* selalu dimulai dari atas injektor gas. Mekanisme *flooding* tersebut digambarkan pada Gambar 5.

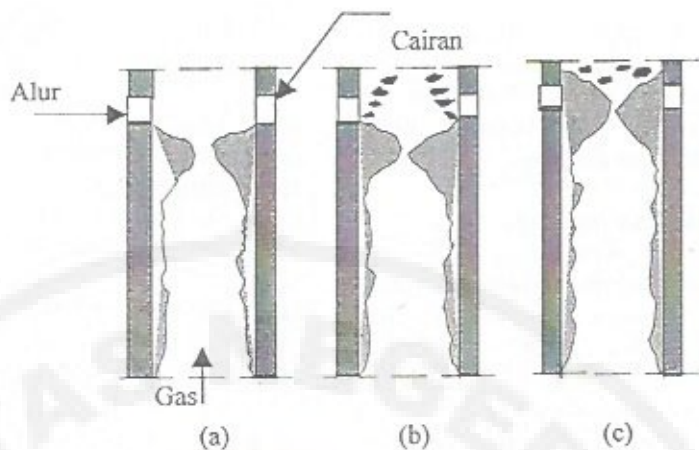
Pada jenis pipa lingkaran dengan injektor berpori mekanisme *flooding* yang terjadi adalah sebagai berikut ; Pada kecepatan udara rendah aliran film yang menempel pada dinding pipa belum mengalami gangguan (Gambar 5.a) Bila kecepatan udara dinaikan maka amplitudo

gelombang permukaan mulai membesar (Gambar 5.b). Pada kecepatan udara tertentu puncak gelombang permukaan film hampir bersatu sehingga cukup menimbulkan sumbatan (Gambar 5.c) yang akan menghalangi aliran udara. Sumbat cairan ini akan terbawa oleh udara dengan kecepatan yang lebih besar berupa aliran acak (Gambar 5.d), akhirnya pada kecepatan udara tertentu sumbat cairan ini mencapai injektor cairan dan terlempar ke atas injektor cairan yang menandakan telah terjadi *flooding*. (Gambar 5.e).

Pada injektor beralur fenomena tersebut hanya berlaku untuk debit dibawah 4 lpm, sedangkan untuk debit cairan lebih besar atau sama dengan 4 lpm, mekanisme *flooding* yang terjadi seperti pada pipa bujur sangkar yang akan dijelaskan berikutnya. Mekanisme *flooding* ini tidak dipengaruhi oleh kenaikan viskositas cairan. Perbedaan yang terjadi terletak pada kecepatan udara saat terjadi *flooding*.



Gambar 5 Mekanisme *flooding* pada saluran berpenampang lingkaran dengan injektor berpori



Gambar 6 Mekanisme flooding pada saluran lingkaran dengan injektor beralur untuk debit cairan yang besar

Bila dibandingkan dengan mekanisme *flooding* yang terjadi pada pipa bujur sangkar, akan sangat berbeda. Pada saluran ini *flooding* dimulai dari atas injektor cairan. Pada kecepatan udara rendah tebal aliran film yang menempel pada dinding saluran membentuk radius film tepat di bawah injektor cairan yang dikarenakan oleh adanya pengaruh geometri injektor cairan. Bila kecepatan gas dinaikkan, radius film mulai membesar, untuk selanjutnya radius film ini semakin besar yang cukup menimbulkan sumbatan, pada akhirnya menyebabkan terlemparnya butiran-butiran air di atas injektor cairan, sebagai tanda dimulainya *flooding* yang pada kecepatan udara tertentu, radius film ini menempel pada dinding pipa atas dan membentuk gelombang berupa aliran acak yang terdorong udara ke atas. Pada pipa ini kenaikan viskositas dan bentuk geometri injektor cairan tidak mempengaruhi mekanisme *flooding* yang terjadi. Perbedaan yang terjadi terletak pada kecepatan gas pada saat dimulainya *flooding*.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa:

1. Fenomena *Flooding* terjadi lebih awal bila sistem injektor cairan berbentuk alur karena dapat menimbulkan gangguan terhadap aliran lebih besar.
2. Fenomena *Flooding* dimulai dengan adanya penyumbatan saluran oleh aliran air. Hal ini sangat berbeda dengan mekanisme yang terjadi pada saluran berdiameter besar yang dengan adanya gelombang tunggal merambat ke atas.
3. Fenomena *Flooding* terjadi lebih lambat pada cairan dengan viskositas yang lebih tinggi. Hal ini diperkirakan karena kenaikan viskositas cairan mempengaruhi ketidakstabilan di dalam permukaan film.
4. Mekanisme terjadinya *flooding* menunjukkan bahwa untuk bentuk pipa lingkaran mekanisme *flooding* selalu dimulai dari bawah dekat pengeluaran cairan. Akan tetapi untuk pipa berbentuk bujur sangkar mekanisme *flooding* selalu dimulai dari atas injektor gas

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DP2M DIKTI melalui proyek Penelitian Fundamental yang telah membiayai riset ini dengan nomor kontrak No: 073/SP3/PP/DP2M/II/2006, Tanggal 01 Pebruari 2006.

7. Daftar Pustaka

- Agussulistyo, R.D., (1999), *Flooding di Dalam Saluran Vertikal; Pengaruh Bentuk Penampang Saluran Terhadap Kecepatan Gas*, Thesis Pascasarjana UGM, Yogyakarta
- Chung, K.S., Liu, C.P., Tien, C.L., (1980), *Flooding in Two Phase Counter Current Flow-II*, Physico Chemical Hydrodynamics, Vol. I, pp. 209-220.
- Daryanto E, (2002), *Gradien Tekanan Pada Fenomena Flooding*, Jurnal IPTEK Lembaga Penelitian ITS, Vol 13 No. 2 Mei 2002
- Daryanto E, (2001), *Pengaruh Viskositas Cairan Terhadap Kecepatan Kritis Flooding*, Jurnal IPTEK Lembaga Penelitian ITS, Vol. 12 No.1 Febuari 2001
- Indarto, (1993), *Pengaruh Panjang Saluran terhadap Kecepatan Gas pada Phenomena Flooding*, Media Teknik, No. 1, Tahun XV, Hal. 92 - 97.
- Indarto, (1995), *Interaksi Antar Muka Fase Gas-Cair pada Aliran Film*, Media Teknik, No. 3, Tahun XVII, hal.87-90.
- Koestoer, R.a., & Proborini, S., 1994, *Aliran Dua Fase dan Fluk Kalor Kritis*, Pradnya Paramita, Jakarta, hal. 29-46
- McQuillan, K.W., Whalley, P.B., Hewitt, G.F., (1985), *Flooding in Vertical Two-Phase Flow*, Int. J. Multiphase Flow, Vol.11, No.6, pp.741-760.
- Mirmanto, 1999, *Mekanisme Flooding & Flow Reversal Pada Pipa Vertikal Dengan Variasi Geometri Outlet dan Panjang Pipa*, Thesis Pasca sarjana UGM, Yogyakarta.
- Moalem Maron, D., Dukler, A.E., (1984), *Flooding and Upward Film Flow in Vertical Tube-I*, Int. J. Multiphase Flow, Vol.10, No.5, pp. 599-621.
- Harahap R. dkk (2006), *Pengaruh panjang saluran, debit cairan dan lengkungan pipa terhadap penurunan tekanan pada aliran gas-cair searah horizontal*, FT UMSU
- Wallis, E.B., (1961), *Flooding Velocity For Air and water in vertical Tubes*, UKAEA Reactor Eroup, AEEW-R123.

UNIMED

THE
Character Building
UNIVERSITY