

ANALISIS DIAMETER GELEMBUNG PADA KERUGIAN TEKANAN ALIRAN FLUIDA

Rachmat Subagyo^{1,2*}, I.N.G. Wardana³, Agung Widodo.³, Eko Siswanto³

¹Mahasiswa Program Doktor Teknik Mesin Universitas Brawijaya

²Prodi Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin

³Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

*E-mail: rsunlam@gmail.com

Abstract

In the development of science studies have been conducted to observe the losses that occur in piping systems. During the fluid flowing through the pipe friction losses will occur between the fluid with the walls of the pipes, which are called by major losses. In general, the greater the loss of major losses on rough surfaces and can be reduced by using a more smooth surface such as glass, acrylic or with other coating materials. Gas bubbles that occur from the reaction of water with very influential magnesium in lowering the pressure in a turbulent flow. With the gas bubbles in the fluid flow creates the effect of two-phase flow. This study reviewed the effect of gas bubbles to the pressure drop (pressure drop) that occurs. The working fluid used is water that flowed through the channel with a square acrylic 18×9 mm size. The bottom of the channel is mounted ribbon mg powder grain size 160µm to create the effect of bubbles in the fluid flow. The powder iron (Fe) used as comparison with the same grain size. The results showed when the turbulent flow mg tape coating is more effective to reduce pressure losses due to flow into two phases and some bubbles that can survive will shrink the size of its diameter so it does not impede the flow rate.

Keywords:

Piping systems, major losses, bubbles of gas, two-phase flow, bubble effect.

PENDAHULUAN

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan berbagai studi telah dilakukan untuk mengamati kerugian-kerugian yang terjadi pada sistem perpipaan. Selama fluida mengalir melalui pipa akan terjadi kerugian gesekan antara fluida dengan dinding-dinding pipa, yang disebut dengan *major losses*. Pada umumnya kerugian mayor losis semakin besar pada permukaan yang kasar dan dapat dikurangi dengan menggunakan permukaan yang lebih halus seperti kaca, akrilik ataupun dengan pelapisan bahan yang lainnya.

Berdasarkan klasifikasinya pada aliran bilangan Reynolds dibagi menjadi 3 yaitu: aliran laminar $Re < 2000$, aliran turbulen $Re > 2300$, dan aliran transisi, $Re = 2000 - 2300$ [1].

Hasil eksperimen menyatakan bahwa Bilangan Reynold berkorelasi dengan kecepatan aliran. Semakin besar kecepatan aliran fluida maka bilangan Reynold semakin tinggi yang mengakibatkan nilai koefisien gesek (f) yang terjadi semakin besar. Pada kondisi koefisien gesek yang besar mengakibatkan semakin tinggi pula *head loss* yang terjadi [2].

Pada aliran didalam pipa yang cukup panjang (tidak ada efek inlet atau fully developed flow), efek dari batas dinding atau tegangan geser

sebanding dengan kerugian tekanan artinya semakin panjang dinding semakin bertambah kerugian tekanan karena faktor gesekan kekentalan fluida. Hasil penelitian distribusi kecepatan menunjukkan pada batas padat= 0 (tidak slip) adalah sesuai dengan hasil analisa perhitungan (*exact solution*). Jadi apabila terjadi slip pada dinding (kecepatan pada dinding $\neq 0$) kerugian tekanan menjadi berkurang, yang pada akhirnya dapat menghemat energi [3].

Tingginya koefisien gesek antara fluida dengan dinding pipa berpengaruh secara langsung kepada besarnya penurunan tekanan dan pada akhirnya pada besarnya energi yang diperlukan untuk mengalirkan fluida [4].

Penelitian ini mengungkap aliran fluida melalui dua permukaan kasar sebagai pelapis pada dasar saluran. Untuk meneliti pengaruh kekasaran pada permukaan ini digunakan bahan pita dari serbuk magnesium dan serbuk besi. Pita magnesium memiliki permukaan yang kasar tetapi bereaksi dengan air melepas gelembung gas, sedang pita serbuk besi tidak. Hasil dari pressure drop kedua pita kasar ini akan dianalisis dan dibandingkan. Fenomena kerugian tekanan dari kedua lapisan kasar diungkap dalam penelitian ini.

METODE PENELITIAN

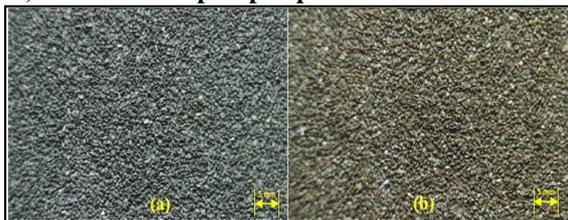
a) Meshing serbuk Mg dan Fe

Untuk mendapatkan ukuran butir yang sama (seragam) pada serbuk mg dan fe, dilakukan meshing menggunakan alat: mesin pengguncang rotap (*Sieve shaker*) seperti di tunjukkan pada gambar 1. Serbuk mg dan fe diayak dengan ukuran butir (0.180, 0.160, 0.140 dan 0.125 mm).



Gambar 1. Alat meshing serbuk mg dan fe

b) Pembuatan pita pelapis



Gambar 2. (a). Pita serbuk Magnesium dan (b). Pita serbuk Besi

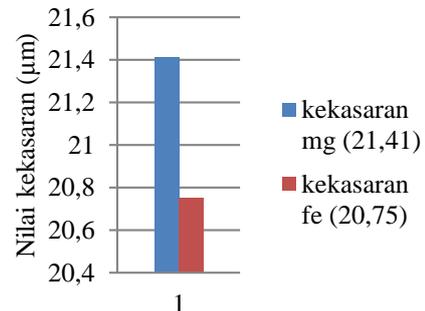
Gambar 2 menunjukkan gambar pita Mg (a) dan pita Fe (b), di buat dengan menggunakan pita berpekerat yang ditaburi dengan serbuk mg dan fe secara merata. Ukuran butir yang digunakan seragam 0,160 mm. Dimensi ukuran dari pita pelapis pada penelitian ini adalah 1,8 x 50 cm, hal ini disesuaikan dengan permukaan pipa uji yang berbentuk persegi.

c) Pengukuran kekasaran permukaan



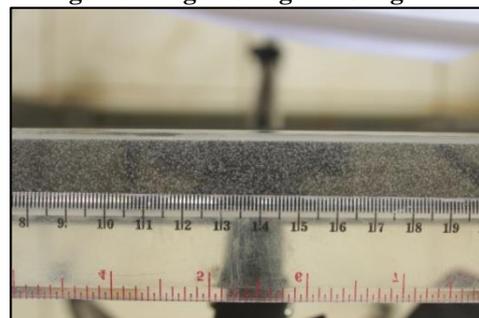
Gambar 3. Pengujian kekasaran pita mg dan fe

Uji kekasaran menggunakan alat: Mitutoyo SJ-301 buatan Jepang. Pengukuran kekasaran ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekasaran dari pita mg dan fe yang akan digunakan sebagai pelapis pada saluran segi-empat. Hasil pengukuran nilai kekasaran ini di tunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai kekasaran pita mg dan fe

d) Pengambilan gambar gelembung

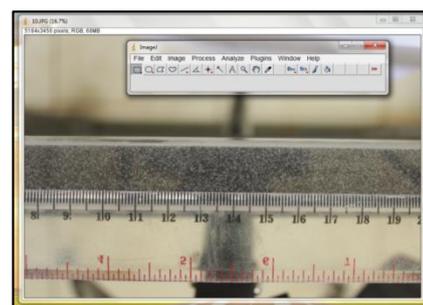


Gambar 5. Teknik pengambilan gambar gelembung

Pengambilan gambar ini menggunakan kamera: Canon, tipe: EOS 600D /Kiss X5 / Rebel T3i, spesifikasi: 18-megapixel CMOS sensor Up to 3.7fps continuous shooting Wide-area 9-point AF dan lensa: EFS 18-55mm f/3.5-5.6 + Extension tube. Hasil pengambilan foto gelembung ini di tunjukkan pada gambar 5.

e) Pengukuran diameter gelembung

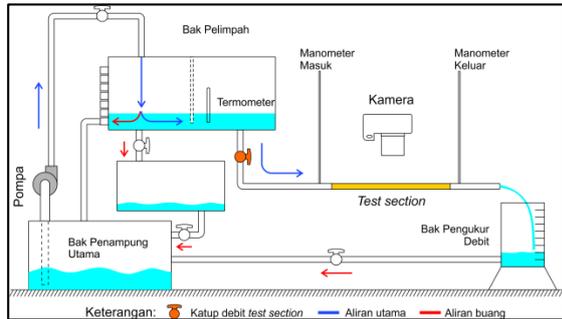
Pengukuran diameter gelembung menggunakan software Image-J seperti pada gambar 6 dan pengolahan data menggunakan microsoft office excel 2007. Diameter gelembung diklasifikasikan menurut ukurannya kemudian dihitung frekuensinya.



Gambar 6. Pengukuran diameter gelembung dengan software Image-J

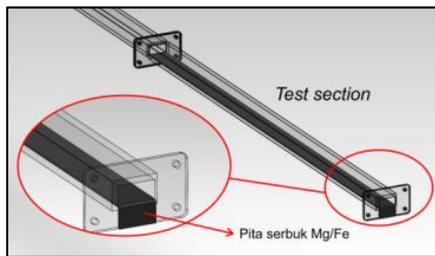
INSTALASI PENELITIAN

Instalasi penelitian di buat seperti gambar 7, dilengkapi dengan pompa untuk mensirkulasikan aliran fluida. Pengukuran debit aliran menggunakan bak pengukur debit dengan skala 2 liter di hitung pada setiap satuan detik.



Gambar 7. Instalasi penelitian

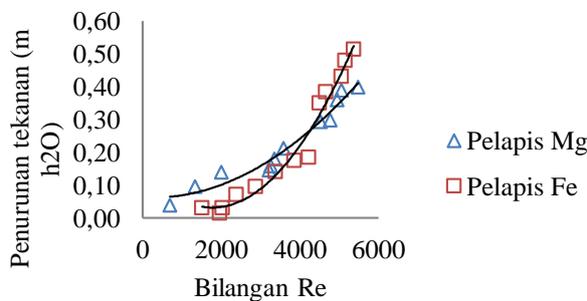
Teknik pemasangan pita fe dan mg dilakukan seperti pada gambar 8, pemasangan dilakukan pada dasar saluran seksi uji. Ukuran dimensi pita: 1,8 x 50 cm, bahan pembuatan pita perekat dari lakban dan ukuran butiran serbuk adalah 0,18 mm.



Gambar 8. Teknik pemasangan pita mg dan fe pada seksi uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penurunan kerugian tekanan

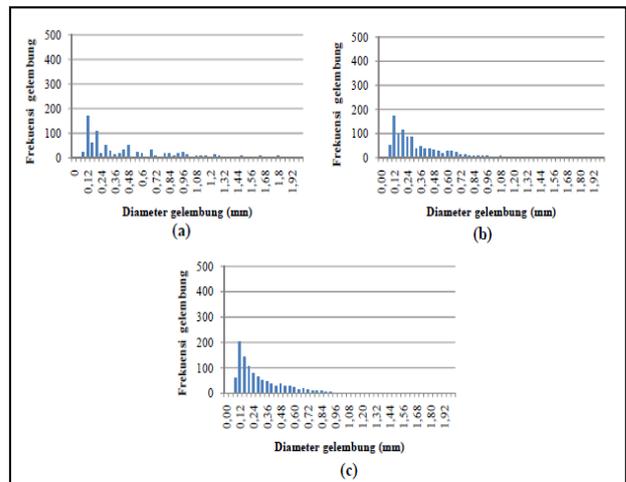


Gambar 9. Grafik hubungan antara bilangan Re terhadap penurunan tekanan

Gambar 9 menunjukkan kerugian tekanan pada pelapis fe lebih kecil dibanding dengan pelapis mg pada bilangan Re antara 1000- 4500. Ketika bilangan Re meningkat pada aliran turbulen 4500, tren grafik berubah penurunan tekanan pada pelapis mg lebih kecil dibandingkan dengan pelapis Fe. Hasil pengujian kekasaran pada gambar 4

menunjukkan bahwa kekasaran pita mg lebih besar di bandingkan dengan pita fe. Hal ini menunjukkan adanya feneomena lain yang terjadi dimana faktor kekasaran tidak berpengaruh terhadap kerugian tekanan yang terjadi ketika bilangan Re meningkat turbulen.

B. Frekuensi diameter gelembung



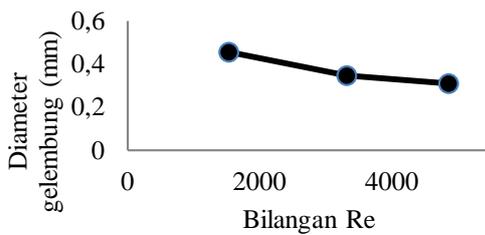
Gambar 10. (a). Frekuensi diameter gelembung laminar (b). Frekuensi diameter gelembung transisi (c). Frekuensi diameter gelembung turbulen.

Gambar 10 hasil pembentukan gelembung pada bilangan Re: 1540, 3321 dan 4863. Pada bilangan Re laminar tersebar merata pada ukuran (0,6-1,8mm), transisi (0,6-1,08mm) dan turbulen (0,6-0,96mm) hal ini menunjukkan bahwa ukuran diameter gelembung semakin mengecil dengan meningkatnya bilangan Re.

Dari hasil grafik ini menunjukkan ada sebuah fenomena yang menarik yang terjadi pada pelapisan ini. Yang pertama pada aliran laminar pita fe lebih kecil kerugian tekanannya hal ini disebabkan efek gelembung hidrogen belum berpengaruh pada aliran, bahkan pertumbuhan gelembung yang terjadi pada saluran menghambat kecepatan aliran pada saluran. Yang kedua ketika aliran meningkat menjadi turbulen justru terjadi kondisi yang sebaliknya, kerugian tekanan pada pita mg berubah mengecil dibandingkan dengan pita fe. Hal ini disebabkan gelembung hidrogen mulai efektif untuk mengurangi kerugian tekanan yang terjadi.

Pada bilangan Re yang tinggi sebagian gelembung ada yang pecah karena tegangan permukaan dari gelembung tidak mampu menahan kecepatan aliran yang terjadi sehingga aliran menjadi dua fase. Sebagian gelembung yang mampu bertahan akan mengecilkan ukuran diameternya sehingga tidak menghambat laju aliran.

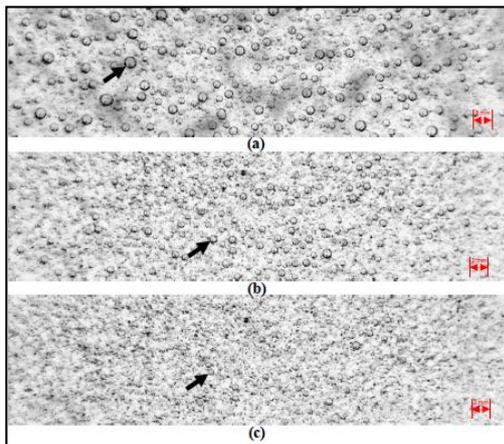
C. Diameter rata-rata gelembung terhadap bilangan Re:



Gambar 11. Grafik hubungan antara bilangan Re terhadap diameter rata-rata

Dari hasil perhitungan diameter rata-rata pada tiga jenis aliran yang berbeda, menunjukkan hubungan antara diameter rata-rata akan menurun dengan variasi bilangan Re yang semakin meningkat. Fenomena ini terjadi karena gelembung yang sdh terbentuk pada ukuran diameter besar akan pecah dan gelembung baru yang akan terbentuk akan mengurangi ukuran diameternya untuk tetap bertahan. Sehingga ukuran rata-rata diameter akan semakin mengecil seperti ditunjukkan pada gambar 11.

D. Visualisasi pembentukan diameter gelembung



Gambar 12. Visualisasi pembentukan gelembung pada (a). Re 1540, (b). Re 3321 dan (c). 4863,38

Gambar 12 menunjukkan visualisasi dari gelembung hidrogen yang terbentuk pada variasi aliran laminar, transisi dan turbulen. Diameter gelembung yang terbentuk ditunjukkan dengan tanda panah pada gambar. Diameter gelembung

yang terbentuk menunjukkan ukuran yang semakin mengecil dengan semakin meningkatnya kecepatan aliran. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan aliran berpengaruh pada ukuran diameter gelembung yang terbentuk.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- a) Pada aliran laminar pelapisan pita fe lebih kecil kerugian tekanannya hal ini disebabkan efek gelembung hidrogen belum berpengaruh pada aliran, bahkan pertumbuhan gelembung yang terjadi pada saluran menghambat kecepatan aliran, sehingga kerugian tekanan pada pelapisan pita mg lebih besar.
- b) Ketika aliran berubah menjadi turbulen kerugian tekanan pada pita mg berubah menjadi lebih kecil dibandingkan dengan pita fe. Hal ini disebabkan gelembung hidrogen mulai efektif untuk mengurangi kerugian tekanan yang terjadi.
- c) Pada bilangan Re yang tinggi sebagian gelembung ada yang pecah karena tegangan permukaan gelembung tidak mampu menahan kecepatan aliran yang terjadi sehingga aliran menjadi dua fase. Sebagian gelembung yang mampu bertahan akan mengecilkan ukuran diameternya sehingga tidak menghambat laju aliran.

DAFTAR PUSTAKA

1. Helmizar. (2010). Studi Eksperimental Pengukuran *Head Losses* Mayor (Pipa Pvc Diameter ¾ ") Dan *Head Losses* Minor (Belokan Knee 90° Diameter ¾") Pada Sistem Instalasi Pipa. Universitas Negeri Bengkulu.
2. Olson, R. 1993. Dasar-Dasar Mekanika Fluida Teknik: Edisi Kelima. Jakarta: PTGramedia Pustaka Utama.
3. Yanuar, 2006, "Efek penambahan zat aditif terhadap gesekan fluida, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin III", KKE 225.
4. Setyo Indartono, Y., 2006, Meredam Turbulensi Membuat Air Mengalir (jauh) lebih cepat, Artikel Iptek, ([Http://www.google.co.id](http://www.google.co.id)) diakses 12 Maret 2016).