

# Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

*Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009*

## **M6-003 STUDI KEEFEKTIFAN KATUP LIMBAH SEBAGAI JEBAKAN UDARA AKIBAT ALIRAN AIR YANG KONTINYU TERHADAP HASIL PENCATATAN METERAN AIR**

### **TIPE BALING - BALING**

**Muhamad Jafri dan Isak Sartana Limbong**

Dosen Jurusan Teknik Mesin, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang

### **ABSTRAK**

*Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keefektifan penggunaan katup limbah sebagai jebakan udara yang terperangkap jaringan pipa. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu perpipaan dirangkai untuk melakukan pengujian, pertama dan kedua. Data yang diambil adalah volume awal, volume akhir, dan selang waktu yang dilakukan 3 kali percobaan untuk satu hari pembukaan, sehingga diperoleh debit rata-rata, sedangkan pada pengujian ketiga data yang diambil adalah volume yang terbaca oleh meteran air yang digunakan sebagai pembanding dan volume yang keluar melalui katup limbah. Data-data debit aliran udara dan air diolah menggunakan metode statistika deskriptif untuk mencari gejala yang terjadi. Berdasarkan evaluasi penelitian ini terlihat bahwa untuk pembukaan meteran penuh, rasio debit menurun hingga terlihat stabil pada posisi rasio 50-55%. Untuk pembukaan meteran setengah, rasio debit terlihat lebih stabil di posisi rasio 20-23%. Sehingga dapat dinyatakan penggunaan katup limbah efektif menurunkan debit yang terbaca oleh meteran air dengan membuang sebagian udara melalui katup limbah akibat aliran air yang tidak kontinu.*

*Kata Kunci : Katup Limbah, Aliran Tak Kontinue, Meteran Air.*

Distribusi air bersih untuk setiap daerah di Indonesia kebanyakan dikelola oleh PDAM setempat yang bersumber dari mata air atau air sungai. Volume air pada sumber air tergantung dari curah air hujan. Curah air hujan yang sedikit mengakibatkan jumlah air tanah serapan sedikit, dan hal ini merupakan kenyataan yang dialami dalam beberapa tahun terakhir. Kerterbatasan volume air pada sumber air, membuat operator pendistribusi air bersih PDAM melakukan suatu metode penjataan yang diatur pada katup pembagi.

Metode penjataan yang dilakukan akan membuat terjadinya kekosongan air dalam pipa penyalur yang belum mendapat jatah. Hal ini mengakibatkan terperangkapnya udara dalam sistem perpipaan. Apabila terjadi aliran air, maka udara yang terperangkap akan terdorong oleh aliran air dan terbaca pada meteran air. Sehingga volume air yang diperoleh konsumen tidak sesuai dengan hasil pencatatan meteran air. Hal ini membuat ketidaksetujuan konsumen dalam bentuk pengeluhan yang sering didengar.

Sifat reaktif dari pembacaan meteran tidak terlepas dari jenis meteran air yang digunakan. Salah satu meteran yang paling banyak digunakan untuk meteran air adalah jenis baling-baling. Meteran ini bekerja berdasarkan kecepatan aliran yang terjadi. Meteran air jenis baling-baling memiliki keunggulan dibanding dengan yang lain karena memiliki ketelitian yang tinggi (kesalahannya  $\pm 0,5\%$ ) (Holman. 1985 : 253). Karena ketelitian yang tinggi ini membuat meteran jenis ini menjadi pilihan untuk pencatatan volumetrik air yang melaluinya. Selain itu meteran ini

lebih ekonomis dibandingkan meteran air jenis lainnya. Tetapi meteran jenis ini sangat muah bereaksi terhadap aliran kecepatan yang kecil sekalipun, karena azas kerjanya yang bergerak berdasarkan momentum aliran fluida.

Untuk menghambat udara yang terperangkap dalam sistem perpipaan agar tidak masuk pada meteran, maka dilakukan sistem jembakan udara yang menggunakan katup limbah dan dipasang sebelum meteran air. Hal ini yang mendorong diadakan penelitian untuk mengetahui seberapa besar keefektifan kutup limbah sebagai jebakan udara akibat aliran air yang tidak kontinyu terhadap pencatatan meteran air tipe baling-baling.

Dalam penelitian ini permasalahan yang akan diteliti adalah:

Bagaimana pengaruh aliran udara yang diakibatkan aliran air yang tidak kontinyu terhadap hasil pencatatan meteran air jenis baling-baling, seberapa besar keefektifan katup limbah sebagai jembakan udara yang terperangkap dalam jaringan pipa akibat aliran air yang tidak kontinyu.

Suatu sistem jaringan distribusi air bersih : terdapat beberapa komponen utama yaitu : sumber air, pompa distribusi, jaringan perpipaan, katup pembagi, serta meteran air. Yang diinginkan dari satu sistem dari distribusi air bersih ini, baik pihak pengelolah (PDAM) maupun konsumen adalah aliran air dalam jaringan pipa haruslah kontinyu. Namun kenyataannya tidak. Terjadinya aliran air, yang tidak kontinyu disebabkan air tidak mengisi jaringan pipa secara terus-menerus. Pada saat air tidak mengisi jaringan pipa, maka udara masuk melalui proses buka tutup katup pembagi ataupun melalui kebocoran saluran. Jumlah udara yang mengisi jaringan pipa tergantung volume pipa yang kosong. Apabila sistem jaringan pipa tiba-tiba dialirkan air maka udara yang terperangkap dalam jaringan pipa akan ter dorong aliran air. Maka tekanan dan kecepatan udara akan naik seiring dengan dorongan (tekanan) yang berasal dari air yang mengalir. Aliran tersebut menuju meteran air, sebagai akhir dari jaringan pipa.

Meteran air merupakan suatu alat untuk menghitung jumlah air yang mengalir (quantity meter). Pada umumnya quantity meter adalah siklus, kemudian siklus itu dikalibrasi oleh tranduser menjadi satuan volume. Ada beberapa meteran pengukur volume air yang digunakan untuk menghasilkan siklus seperti : meteran jenis piring angguk, jenis impeler daun, dan jenis turbin. Meteran air jenis baling-baling merupakan salah satu bentuk meteran air jenis turbin. Meteran jenis ini menggunakan sudu-sudu yang terdapat dalam meteran. Kecepatan aliran fluida akan menggerakan sudu sehingga sudu tersebut akan berputar. Karena terdapat kopling magnetik maka putaran dapat diteruskan kesusunan roda gigi angka penunjuk jumlah fluida yang melewati meteran. Aliran air di dalam dapat dibagi atas aliran laminer dan aliran turbulen. Menurut Sularso (1994 : 28), untuk membedakan jenis aliran digunakan bilangan Reynolds (Re). Bilangan Reynolds tergantung pada viscositas kinematik ( $\nu$ ), diameter dalam pipa jarigan (D), dan juga kecepatan aliran rata-rata (V). Kecepatan aliran rata-rata diperoleh dari jumlah debit air rata-rata dalam suatu saluran pipa (Streeter. 1993 : 95) dan dapat di rumuskan :

$$V = Q / A \text{ (m/detik)}$$

Sedangkan debit rata – rata adalah volume air yang mengalir didalam pipa dalam waktu tertentu :  $Q = v/t$  (m<sup>3</sup>/detik)

Aliran udara dalam pipa saluran secara umum tergolong jenis kompresibel. Tapi syarat dikatakan inkompresibel apabila  $M < 0,3$  dan variasi masa jenis  $C < 3\%$  (Potter, 1997 : 100). Menurut Fox (hal 33) hubungan kecepatan aliran (V) dan kecepatan suara (C) adalah merupakan bilangan Mach, yaitu :

# Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

*Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009*

$$M = v/c \ (m/dtk)/(m/dtk)$$

Aliran udara yang terjadi didalam pipa dapat menggunakan rumus – rumus fluida inkompresibel apabila  $M < 0,3$ .

Katup yang digunakan untuk menjebak udara adalah kutup limbah. Prinsip kerjanya adalah masa jenis klep lebih besar dari udara dan lebih kecil dari air. Sehingga pada saat jarigan pipa terisi udara, ketika melewati katup, katup akan membuka. Sebaliknya apabila jaringan sudah terisi udara, maka klep akan mengambang akibat gaya archimedes dan menutup saluran pipa. Apabila air tidak mengalir lagi, klep akan membuka kembali.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh udara yang terperangkap dalam jarigan pipa akibat aliran air yang tidak kontinyu terhadap hasil pencatatan meteran air jenis baling–baling, dan untuk mengetahui seberapa besar keefektifan penggunaan kutup limbah sebagai jebakan udara yang terperangkap jaringan pipa.

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi teknisi PDAM dan pengelola distribusi air bersih swasta sebagai salah satu alternatif pemecahan dalam mendistribusi air, khususnya penggunaan katup limbah sebagai jebakan udara yang terperangkap dalam jaringan perpipaan.

## MATERI DAN METODE

### Tempat Penelitian

Tempat penelitian di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Jurusan Teknik Mesin, fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana.

### Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompresor untuk menghembuskan udara, pompa untuk memompa air, meteran air jenis baling – baling untuk mengukur volume air yang keluar, manometer untuk mengukur tekanan, stop watch sebagai pembacaan volume dalam selang waktu tertentu. Serta kutup limbah untuk mengeluarkan udara yang terperangkap dalam jaringan perpipaan.

Bahan yang digunakan adalah pipa  $\frac{1}{2}$ ”. Asesories sambungan serta katup bola untuk rancangan instalasi pengujian.

### Rancangan Penelitian

Kompresor, katup, pipa, manometer dan meteran air disusun dan dirakit dalam bentuk intalasi. Udara dihembuskan dengan menggunakan kompresor. Kecepatan aliran diatur dengan menggunakan katup pada kompresor. Ketika aliran sedang terjadi dilakukan pengukuran tekanan sebelum memasuki meteran air. Pembacaan, penunjukan oleh meteran dalam selang waktu tertentu dengan menggunakan stopwatch. Pengujian kedua, pada jaringan pipa dipasang katup limbah untuk mengeluarkan udara yang dipasang sebelum meteran air. Seperti halnya percobaan pertama, dilakukan kembali pengamatan hasil pencatatan pada meteran. Masing – masing kelompok pengujian di atas dilakukan dengan 8 pembukaan katup dengan tekanan yang berbeda, setiap pembukaan dilakukan 3 kali percobaan.

## Teknik Pengambilan Data

Pada pengujian pertama dan kedua data yang diambil adalah volume awal, volume akhir, dan selang waktu yang dilakukan 3 kali percobaan untuk satu kali pembukaan, sehingga diperoleh debit rata – rata.

## Pengolahan Data

Dalam volume awal dan volume akhir serta selang waktu pembacaan penunjukan volume pada meteran untuk pengujian pertama memperoleh debit aliran. Data-data debit aliran udara dan air dapat diolah dengan menggunakan metode statistika deskriptif untuk mencari gejala yang terjadi. Dari sini akan ditarik kesimpulan pengaruh aliran udara yang terperangkap dalam jaringan perpipaan. Sedangkan hubungan data debit udara pada pengujian pertama (tanpa katup limbah) dibandingkan dengan kapasitas udara pada pengujian kedua (dengan menggunakan katup limbah) dari sini dapat disimpulkan keefektifan penggunaan katup limbah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Data

Tingkat sensitifitas meteran air dicari dengan menggunakan 2 permodelan. Permodelan pertama dengan menganggap tekanan terukur sama antara menggunakan katup limbah dan tanpa menggunakan katup limbah, dengan menggunakan tekanan tanpa menggunakan katup limbah sebagai referensi. Permodelan kedua menggunakan tekanan masing-masing untuk setiap debit dengan mencari terlebih dahulu regresi dari masing-masing kondisi (tanpa menggunakan katup limbah dan menggunakan katup limbah).

Permodelan jenis 2 untuk rasio debit terukur dengan menggunakan katup limbah, pembukaan kran meteran air penuh dan setengah, dengan debit terukur tanpa menggunakan katup limbah, mulanya terlebih dahulu dicari analisis regresinya. Menurut dasar teori tekanan berbanding lurus dengan kuadrat kecepatan. Karena luas penampang selalu sama, maka tekanan akan berbanding lurus juga dengan kuadrat debit ( $H \sim Q^2$ ). Persamaan regresi (Sudjana, 1922) tanpa menggunakan katup limbah adalah :

$$H = 0,0135 Q_1^2 + 2,9622 \quad (R^2 = 0,9729)$$

Persamaan regresi dengan menggunakan katup limbah pembukaan penuh adalah :

$$H = 0,0609 Q_2^2 - 1,5121 \quad (R^2 = 0,9487)$$

Persamaan regresi dengan menggunakan katup limbah pembukaan setengah adalah :

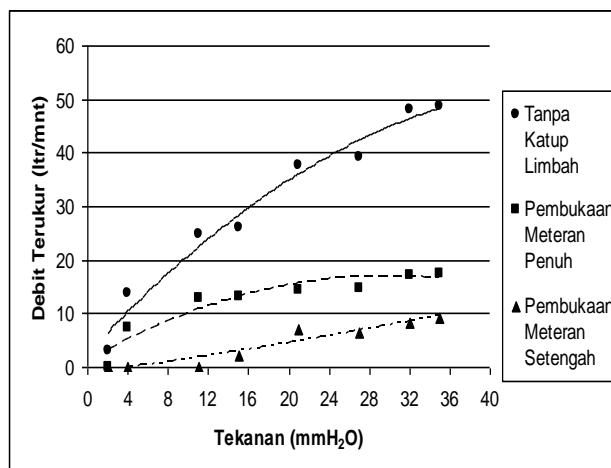
$$H = 0,1708 Q_3^2 + 9,1576 \quad (R^2 = 0,8214)$$

### Pembahasan

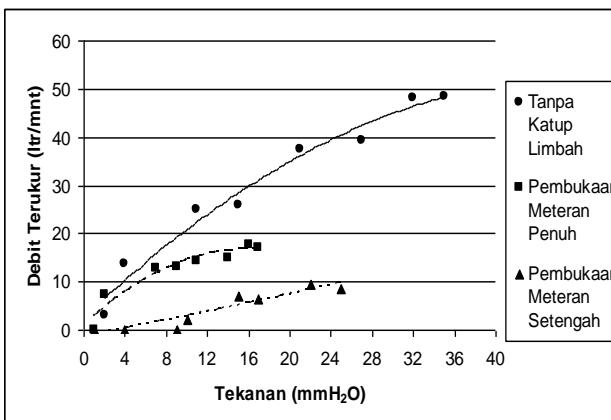
Berdasarkan permodelan pertama dan permodelan kedua dapat dibuat dalam bentuk grafik hubungan antara tekanan dan debit terukur untuk tiga bentuk perlakuan katup yaitu grafik 1 dan grafik 2.

# Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009



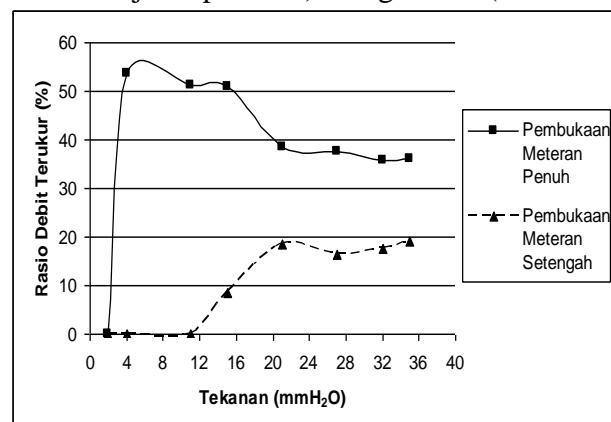
Grafik 1 Hubungan tekanan kompresor dengan debit terukur pada meteran air.



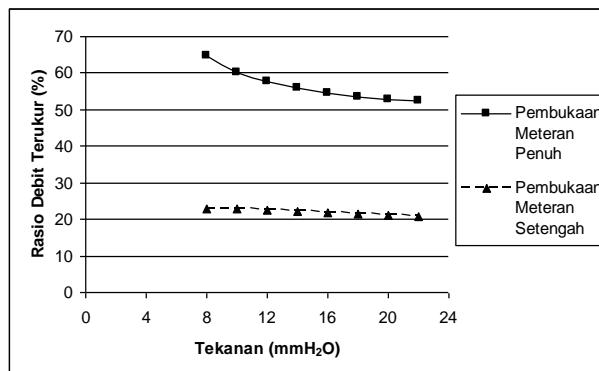
Grafik 2 Hubungan tekanan masing-masing debit dengan debit terukur pada meteran air.

Dari analisis data didapatkan keefektifan dari katup limbah. Hal itu terlihat pada grafik 1 dan 2 yang menunjukkan bahwa dengan adanya katup limbah, pengaruh aliran udara yang melalui meteran air dapat berkurang.

Tingkat keefektifan penggunaan katup limbah dengan menggunakan 2 jenis asumsi, dapat terlihat pada grafik 3 (untuk asumsi jenis pertama) dan grafik 4 (untuk asumsi jenis kedua).



Grafik 3 Hubungan tekanan kompresor dengan rasio debit terukur pada meteran air.



Grafik 4 Hubungan tekanan masing–masing debit dengan rasio debit terukur pada meteran air.

Pada grafik 3 terlihat bahwa untuk pembukaan meteran penuh, terlihat gejala naik pada tekanan di atas 2 mmH<sub>2</sub>O, kemudian turun kembali, dan menjadi stabil pada tekanan di atas 20 mmH<sub>2</sub>O, dengan range rasio debit antara 30-40%. Untuk pembukaan meteran setengah, terlihat gejala naik pada tekanan di atas 10 mmH<sub>2</sub>O, kemudian stabil untuk tekanan 20 mmH<sub>2</sub>O, dengan range rasio debit antara 14-20%. Adanya perubahan yang drastis tersebut terjadi karena pengaruh dari tahanan pada meteran air dan katup limbah. Hal tersebut dapat dibaca pada grafik. Pada pembukaan meteran penuh, untuk tekanan lebih kecil dari 2 mmH<sub>2</sub>O, meteran tidak membaca aliran udara karena momentum udara belum mampu untuk menggerakkan baling-baling meteran. Untuk tekanan 2 – 20 mmH<sub>2</sub>O, udara lebih memilih melewati metaran air, tetapi diatas 20 mmH<sub>2</sub>O, udara lebih memilih untuk melewati katup limbah. Hal ini karena sebelum 20 mmH<sub>2</sub>, tahanan pada katup lebih besar dari meteran, sedangkan untuk tekanan diatas 20 mmH<sub>2</sub>O, tahanan meteran lebih besar dari katup limbah.

Pada grafik 4 terlihat bahwa untuk pembukaan meteran penuh, rasio debit menurun hingga terlihat stabil pada posisi rasio 50-55%. Untuk pembukaan meteran setengah, rasio debit terlihat lebih stabil di posisi rasio 20-23%.

Dari hasil pengambilan data, pengolahan data, dan analisa data, ternyata didapatkan bahwa dengan menggunakan katup limbah, dapat menurunkan nilai debit yang terbaca oleh meteran air dengan membuang sebagian udara melalui katup limbah. Ternyata katup limbah effektif untuk mengurangi hasil pencatatan aliran udara pada meteran air akibat aliran air yang tidak kontinu dengan menjebak udara yang terdapat di dalam pipa untuk melewati katup limbah.

## Kesimpulan

1. Menggunakan katup limbah, dapat menurunkan nilai debit yang terbaca oleh meteran air dengan membuang sebagian udara melalui katup limbah.
2. Ternyata katup limbah effektif untuk mengurangi hasil pencatatan aliran udara pada meteran air akibat aliran air yang tidak kontinu dengan menjebak udara yang terdapat di dalam pipa untuk melewati katup limbah.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Fox, R. W., and A. T. McDonald. 1994. **Introduction to Fluid Mechanics : SI Version**. Fourth Edition. Jhon Wiley & Sons Inc.
2. Holman, J. P. 1985. **Metode Pengukuran Teknik**. Diterjemahkan oleh Ir. E. Jasjfi, M.Sc. Edisi Keempat. Jakarta : Penerbit Erlangga.
3. Potter, M. C. and D. C. Wiggert. 1997. **Mechanics of Fluids**. Second Edition. Prentice-Hall International Inc.
4. Streeter, V. L., and E. B. Wylie. 1983. **Fluids Mechanics**. First SI Metric Edition. Singapore : McGraw-Hill Book Co.
5. Sudjana, M. A. 1922. **Metoda Statistika**. Edisi Kelima. Bandung : Penerbit Tarsito.
6. Sularso, dan H. Tahara. 1994. **Pompa dan Kompresor**. Cetakan Keempat. Jakarta : PT. Pradya Paramita.