

Analisa Efek Perubahan Diameter Saringan Terhadap Kerugian Head Dan Jenis Aliran Fluida Dalam Pipa

Amiruddin

Teknik Mesin Universitas Negeri Makassar

Jl. Dg. Tata Raya, Kampus UNM Parangtambung Makassar 90224

Abstrak

Diameter saringan udara merupakan salah satu alat ukur aliran yang mempunyai berbagai jenis bentuk, ukuran dimana, diameter saringan udara ini mempengaruhi kapasitas kerugian head dan karakteristik aliran fluida dalam pipa.

Dari berbagai ukuran diameter saringan diperoleh :

- Untuk diameter saringan 1 mm nilai rata-rata = 0,434
- Untuk diameter saringan 2 mm nilai rata-rata = 0,206
- Untuk diameter saringan 3 mm nilai rata-rata = 0,135
- Untuk diameter saringan 4 mm nilai rata-rata = 0,074
- Untuk diameter saringan 5 mm nilai rata-rata = 0,051

Kata kunci: Kerugian Head Dapat Dipengaruhi Diameter Saringan

I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Dewasa ini mesin-mesin fluida telah memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan teknologi di Indonesia. Dalam pemilihan mesin-mesin fluida tentunya tidak terlepas dari berbagai hal, seperti menentukan prestasi dan karakteristik dari mesin-mesin fluida tersebut.

Sebagai contoh penggunaan berbagai jenis diameter saringan udara untuk turbin gas yang banyak digunakan pada pabrik-pabrik dan industri modern.

Diameter saringan udara merupakan salah satu alat ukur aliran yang mempunyai berbagai jenis (Divergen), dimana diameter saringan udara ini mempengaruhi koefisien kerugian head dan karakteristik aliran fluida dalam pipa.

Dari beberapa literatur yang digunakan untuk memberikan suatu nilai hubungan perbandingan antara diameter saringan udara terhadap koefisien kerugian head.

Atas dasar ini kami memberikan jawaban dengan mengadakan penelitian dengan judul “Analisis Pengaruh Perubahan Diameter Saringan Terhadap Kerugian Head Dan Karakteristik Aliran Fluida Dalam Pipa”.

B. Tujuan Analisis

Adapun tujuan analisis yang diangkat pada judul ini adalah ;

1. Menentukan koefisien kerugian head yang terjadi pada beberapa jenis ukuran diameter saringan udara.
2. Menentukan beda head (h_L) yang terjadi pada beberapa jenis ukuran diameter saringan udara
3. Membandingkan koefisien kerugian head (k) dari hasil eksperimen dengan teoritis
4. Menganalisis fluida terhadap karakteristik dari beberapa jenis ukuran diameter saringan udara, sehubungan dengan ini adalah :
 - Koefisien kerugian head (k) dengan bilangan Reynolds (Re)

- Beda head (h_L) dengan bilangan Reynolds (re)
 - Koefisien kerugian head (k) dengan beberapa jenis ukuran diameter saringan udara (ϕ) pada bialangan Reynolds (Re) yang sama
 - Beda head (h_L) dengan beberapa jenis ukuran diameter diameter saringan udara (ϕ) pada bialangan Reynolds (Re) yang sama
- Selain tujuan tersebut diatas, juga merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi.

C. Batasan masalah

1. Jumlah diameter saringan udara yang digunakan adalah 5 (lima) macam yaitu :
 - Diameter saringan 1 mm
 - Diameter saringan 2 mm
 - Diameter saringan 3 mm
 - Diameter saringan 4 mm
 - Diameter saringan 5 mm
2. Fluida kerja adalah udara
3. Sifat-sifat phisis dari udara diambil pada tabel literatur yang ada

D. Metode analisis

Adapun metode analisis yang digunakan yaitu metode deskriptif yaitu menggambarkan suatu keadaan yang telah atau sedang maupun akan dilaksanakan Dalam menyelesaikan pengujian ini menggunakan pengumpulan data sebagai berikut :

1. Library Research (kepustakaan) yaitu suatu pengujian mempergunakan kepustakaan yang erat hubungannya dengan objek judul diatas.
2. Field Research (Pengujian langsung) yaitu mempergunakan berbagai ukuran diameter saringan udara dan dipasang pada suatu instalasi pengujian (pipa flow). Pada pengujian ini udara yang ada dalam ruangan diisap masuk kedalam rumah fan dengan melalui saringan udarapada berbagai tingkat putaran, dengan menggunakan

dynamometer. Dimana putaran dari dynamo meter tersebut diatur oleh sebuah alat kontrol listrik.

Setelah itu udara ditekan keluar dan pengeluarannya diatur oleh sebuah katup. Udara dikeluarkan oleh fan dilepaskan dalam ruangan itu sendiri.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Fluida

Fluida pada dasarnya dapat dibedakan atas dua jenis yaitu bentuk cair dan gas. Gas pada umumnya dimampatkan (compressible), dan cairan mempunyai kemiripan yang sangat dekat, hal ini diperlihatkan bahwa gas dapat dicairkan dengan menurunkan temperatur dan menaikkan tekanan sedangkan cairan dapat dijadikan gas dengan menurunkan tekanan dan menaikkan temperatur.

Pada gas, jarak antara molekul-molekul lebih besar dari pada zat cair. Kadang-kadang dibedakan antara gas dan uap, dimana uap lebih mudah menjadi cair dibandingkan dengan gas. Dengan kata lain uap adalah gas yang temperaturnya dekat pada titik embunnya.

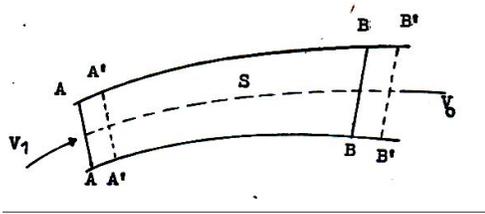
Fluida secara umum dapat diartikan sebagai zat yang mengalir, sedangkan pengertian yang lebih diteliti adalah suatu zat yang bergerak secara kontinyu karena aksi gaya geser. Gaya geser timbul jika terjadi gesekan relatif antara satu lapisan dengan lapisan lain. Oleh karena itu semua fluida yang terjadi atau ada harus memenuhi suatu hukum kontinuitas.

B. Dasar-dasar aliran fluida

Untuk menganalisa aliran fluida dapat dipergunakan persamaan dasar yaitu persamaan kontinuitas dan persamaan energi

1. Persamaan Kontinuitas

Persamaan ini dapat diturunkan dari prinsip kekekalan massa yang diterapkan pada sebuah volume atur.



Gambar 2.1. Volume atur

Seperti yang terlihat pada gambar 2.1 aliran yang melalui suatu volume atur, dalam selang waktu Δt massa yang keluar dari volume atur $\rho_o \cdot v_o \cdot \Delta t \cdot A_o$. Sedangkan massa yang masuk pada volume atur besarnya sama dengan $\rho_i \cdot v_i \cdot \Delta t \cdot A_i$

Karena aliran bersifat stasioner, di dalam volume atur tidak terjadi perubahan jumlah massa. Dengan demikian kita dapat menerapkan prinsip kekekalan massa, untuk keadaan ini menyatakan bahwa jumlah massa yang keluar dari volume atur harus sama dengan jumlah massa yang masuk kedalam volume atur dalam selang waktu Δt , jadi

$$\rho_o \cdot v_o \cdot \Delta t \cdot A_o = \rho_i \cdot v_i \cdot \Delta t \cdot A_i$$

$$\rho_o \cdot v_o \cdot A_o = \rho_i \cdot v_i \cdot A_i$$

2. Persamaan energi

Persamaan Euler yang diturunkan dari hukum Newton II merupakan suatu pernyataan kekekalan energi mekanis tanpa mengikuti serta energi panas. Dalam hukum termodinamika I diterapkan dalam suatu massa atur tertentu dapat dituliskan suatu pernyataan matematis untuk energi

$$dE = dq - dW$$

dimana :

dE : Kenaikan energi tersimpan (energi dalam), Joule

dq : perpindahan energi dalam bentuk panas, joule

dW : perpindahan energi dalam bentuk kerja, joule

Terdapat hubungan antara persamaan energi dengan persamaan Bernoulli, yang tidak lain adalah merupakan persamaan energi mekanik untuk aliran stasioner dan massa konstan dalam bentuk :

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2.g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2.g} + z_2 + loss$$

C. Sifat-sifat aliran menurut Bilangan Reynolds

Dari sifat fisik dasar fluida ditambahkan dengan sifat mekaniknya, maka kita dapat menurunkan pengertian aliran fluida dalam dua kelompok besar, yaitu aliran laminar dan aliran turbulen.

Dalam suatu daerah yang tidak terputus-putus dan tetap menjaga identitasnya. Untuk aliran demikian, fluida dapat dibayangkan terdiri atas lapisan tipis dengan identitas tetap saling adalah bergeseran. Aliran demikian disebut aliran laminar. Ciri aliran laminar kecepatannya rendah, dimensi linear yang kecil dan viskositasnya besar. Daerah lain suatu elemen fluida tertentu hampir selalu menggabungkan diri dengan elemen sekelilingnya walaupun aliran secara keseluruhan berlangsung secara lancar ataupun linier.

Aliran demikian disebut aliran turbulen dan mempunyai ciri kecepatan yang tinggi.

Sifat aliran tersebut dapat dibedakan dengan menggunakan bilangan Reynolds. Bilangan Reynolds yang tidak berdimensi, menyatakan perbandingan gaya-gaya viskos :

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu}$$

Atau

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

Dimana :

ρ = Massa jenis fluida udara (kg/m^3)

- v = kecepatan aliran fluida (m/s)
 d = diameter pipa (m)
 ν = viskositas kinematis (m^2/s)
 μ = viskositas dinamis (kg/m.s)

Osborne Reynolds mempelajari kondisi dimana satu jenis aliran menjadi aliran jenis lain dan menemukan bahwa kecepatan kritis dimana aliran laminar menjadi aliran turbulen.

Daerah bilangan reynold antara 2000 sampai 4000, daerah peralihan laminar dan turbulen yang disebut daerah transisi. Bila lebih kecil dari 2000 merupakan daerah laminar, dan lebih besar dari 2000 merupakan daerah turbulen.

Didalam teori fluida dikenal beberapa istilah yang sering dipakai mengenai sifat maupun keadaan fluida antara lain :

- Fluida Incompressible yaitu fluida yang mempunyai volume tetap pada setiap kondisi.
- Fluida Compressible yaitu fluida yang mempunyai massa jenis yang tidak tetap.
- Fluida real yaitu fluida yang mempunyai tegangan geser yang nyata.
- Fluida ideal yaitu fluida yang mempunyai viscositas sama dengan nol.
- Aliran fluida stasioner yaitu aliran fluida yang sifat aliran tidak berubah terhadap waktu.
- Aliran uniform yaitu aliran fluida yang mempunyai kecepatan sama disetiap titik medan aliran.

D. Kerugian Head (Tekanan)

Head tekanan adalah menyatakan tinggi suatu kolom fluida homogen yang akan menghasilkan suatu kekuatan tekanan tertentu, sehingga kerugian head dapat diartikan sebagai perbedaan tekanan antara dua titik dalam suatu aliran atau kehilangan tekanan fluida dalam kolom meter fluida dan kehilangan energi dalam

Newton meter per newton fluida yang selalu terjadi pada setiap aliran fluida dalam pipa.

Kerugian ini disebabkan oleh :

- gesek fluida sepanjang pipa lurus yang mempunyai diameter dan kekerasan yang seragam, kerugian yang seragam, kerugian ini disebut sebagai kerugian mayor.
- Perubahan kecepatan atau arah aliran, kerugian ini disebut sebagai kerugian minor.

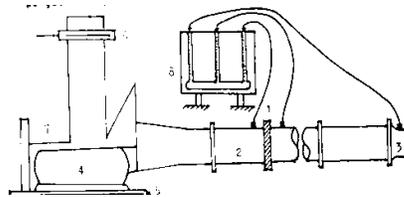
III. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang dipergunakan dalam pengujian ini terdiri dari instalasi pengujian, alat bantu dan beberapa alat ukur.

B. Instalasi Pengujian

Gambar 3.1 merupakan skema instalasi pengujian penelitian pengaruh perubahan diameter saringan udara terhadap koefisien kerugian head. Pada pengujian ini, udara yang didalam ruang terisap masuk ke dalam rumah fan dengan melalui saringan pada berbagai tingkat putaran dengan menggunakan dynamometer. Dimana puatan dari dynamometer tersebut diatur oleh sebuah alat kontrol listrik. Selanjutnya udara ditekan keluar dan pengeluarannya diatur oleh sebuah katup.



Keterangan :

1. Saringan yang akan di uji
2. Pipa
3. Nozzel
4. Elektrometer
5. Kontrol Listrik
6. Katup
7. Rumah fan
8. Manometer

C. Fasilitas Pengujian

Selain sebuah instalasi serta peralatan yang terpasang didalamnya, seperti terlihat pada gambar 3.1, juga diperlukan alat-alat terdiri dari :

1. Dynamometer digunakan untuk menggerakkan blower (fan) yang dapat dirubah-rubah putarannya melalui kontrol listrik, alat ini adalah buatan England yang merupakan pasangan fan dari pabrik.
Type : Neco Shunt
Serial nomor : x 121518 D
Elektrical supplay: 220 VOLT, 1-ph, 50 Hz
Torque Arm : 179 mm
2. Kontrol listrik
Kontrol listrik digunakan untuk mengatur daya motor listrik, berarti alat ini juga dapat mengatur putaran motor atau putaran impeller blower (fan). Alat ini buatan England yang merupakan pasangan fan dari pabrik.
Type : Neco 2 AF 150
Serial nomor : 66819 A
3. Blower (fan)
Alat ini buatan England dengan
Type : Keith Backuan
MP3
Serial nomor : VWS – 50720 – 01
4. Hand Tachometer
Untuk mengukur putaran motor digunakan hand tachometer buatan England dengan daerah pengukuran 0 – 100.000 rpm.
5. Katup
Digunakan untuk mengatur kapasitas aliran membuka dan menutup katup tersebut. Katup ini dapat diatur pada pembukaan katup 10% sampai 100%.
6. Manometer
Manometer adalah alat ukur menentukan beda tekanan berdasarkan perpindahan kolom fluida. Persamaan 3.2 dapat digunakan untuk menghitung perbedaan relatif tekanan dari beda ketinggian kolom fluida. Persamaan dapat ditulis dalam bentuk :

$$P_1 - P_2 = \gamma h \text{ atau } P_1 - P_2 = \rho g h$$

Pada pengujian ini cairan yang digunakan untuk mengetahui beda tekanan pada alat ukur manometer adalah fluida manometer dengan spesifik gravity 0.835

Alat – alat tambahan yang diperlukan pada pengujian ini yaitu :

- a. Barometer
Digunakan untuk mengukur tekanan dalam ruang, alat ini buatan Jerman Barat dengan batas ukur 670 sampai 790 mmHg.
- b. Termometer
Digunakan untuk mengukur temperatur udara ruangan. Termometer yang dipakai adalah termometer air raksa buatan cina, yang mempunyai daerah pengukuran antara -20°C sampai 50°C.

D. Prosedur Pengujian

Untuk mendapatkan grafik karakteristik koefisien kerugian head (k) dan beda head (h_L) pada saringan udara. Maka diperlukan berbagai tingkat kapasitas aliran.

Untuk itu pengujian dilakukan pada putaran 650, 1000, 1350, 1700, 2150 rpm serta pembukaan katup 10% sampai 100%. Prosedur pengujian perubahan ukuran diameter saringan terhadap koefisien kerugian head (k), yaitu :

1. Alat uji di pasang pada temperatur yang ditentukan.
2. Pasang pipa plastik dari nozzle, sebelum alat uji dan sesudah alat uji masing-masing ke manometer.
3. Switch kontrol listrik pada posisi “ON” tunggu lebih kurang 5 menit.
4. Dynamometer dijalankan pada posisi katup terbuka 100%
5. Kontrol listrik diatur
6. Setelah keadaan stabil maka dilakukan pengamatan terhadap besaran termometer dan barometer
7. Katup ditutup mulai dari 10% hingga 100%, dan pada setiap penutupan

katup dilakukan pengamatan serentak pada besaran manometer.

8. Setelah pengamatan pertama selesai, katup dibuka 100% dan putaran dikoreksi lagi dengan mengatur kontrol listrik, tunggu beberapa saat kemudian pengamatan dilakukan begitu seterusnya.
9. Pengujian dilakukan lagi untuk ukuran diameter saringan selanjutnya. Hasil pengamatan selengkapnya ditabelkan pada tabel A.1.1 sampai A.5.5

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah data pengamatan diperoleh, maka untuk membuat grafik hasil pengujian diperlukan perhitungan tiap-tiap pembukaan katup pada tiap-tiap pembukaan katup pada setiap putaran.

Contoh perhitungan diambil pada pembukaan katup 10% diameter saringan 1 mm, dengan data-data sebagai berikut :

- Putaran motor (n) = 650 rpm
- Tekanan ruangan (Pr) = 748,5 mmHg
- Temperatur ruangan (tr) = 29°C
- Diameter pipa (d) = 0,075 m
- Head nozzel (h_n) = 0,3 mmKr
- Head sebelum melewati saringan (h₁) = 8 mmKr
- Head sebelum melewati saringan (h₂) = 1 mmKr
- Spesifik gravity fluida manometer = 0,835

Kalibrasi data :

$$Tr = 29^{\circ}\text{C} + 273 = 302 \text{ K}$$

$$Pr = \frac{748,5}{760} \times 101325 \text{ N/m}^2 = 99791,8 \text{ N/m}^2$$

$$Hn = 0,3 \text{ mmKr} = \frac{0,3}{100} \times 0,835 \text{ cm H}_2\text{O} = 2,505 \cdot 10^{-3} \text{ cm H}_2\text{O}$$

$$\Delta h = h_1 - h_2$$

Dimana :

$$h_1 = 8 \text{ mmKr} = \frac{8}{1000} \times 0,835 \text{ m H}_2\text{O} = 6,68 \cdot 10^{-3} \text{ m H}_2\text{O}$$

$$h_2 = 1 \text{ mmKr} = \frac{1}{1000} \times 0,835 \text{ m H}_2\text{O} = 8,35 \cdot 10^{-4} \text{ m H}_2\text{O}$$

Maka :

$$\Delta h = 6,68 \cdot 10^{-3} \text{ m H}_2\text{O} - 8,35 \cdot 10^{-4} \text{ m H}_2\text{O} = 5,845 \cdot 10^{-3} \text{ m H}_2\text{O}$$

$$A = \frac{1}{4} \times (3,14) (0,075)^2 = 4,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Dimana pada temperatur ruangan (tr) = 29°C, dari tabel sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer hasil interpolasi diperoleh viskositas kinetis (v) = 1,5968.10⁻⁵ m²/s.

1. Perhitungan debit aliran

$$Q = 1,006 \sqrt{\frac{hn \cdot Tr}{Pr}} = 1,006 \sqrt{\frac{(2,505 \cdot 10^{-3} \text{ cm H}_2\text{O})(302 \text{ K})}{99791,793 \text{ N/m}^2}} = 2,770 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Perhitungan kecepatan aliran

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{2,770 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{4,42 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} = 0,527 \text{ m/s}$$

3. Perhitungan bilangan Reynolds

$$Re = \frac{V \cdot d}{v} = \frac{(0,527 \text{ m/s})(0,075 \text{ m})}{1,5968 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}} = 2944,95$$

4. Perhitungan koefisien kerugian head

$$k = \frac{\Delta h \cdot 2g}{V^2} = \frac{(5,845 \cdot 10^{-3} \text{ m H}_2\text{O})2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}{(0,527 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} = 0,292$$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, analisis data perhitungan serta grafik dan pembahasan dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengujian diameter saringan, sebagai besar terjadi pada aliran

turbulen dengan bilangan Reynolds (Re) antara 4000 sampai 20789, dimana nilai koefisien kerugian head minimum dan maksimum yang diperoleh serta beda head minimum dan maksimum untuk masing – masing diameter saringan adalah :

- Diameter saringan 1 mm nilai
 $K_{\min} = 0.057$
 $h_{L,\min} = 5,845 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
 $K_{\max} = 1.264$
 $h_{L,\max} = 61,957 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
 - Diameter saringan 2 mm nilai
 $K_{\min} = 0.050$
 $h_{L,\min} = 5,177 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
 $K_{\max} = 0,376$
 $h_{L,\max} = 61,707 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
 - Diameter saringan 3 mm nilai
 $K_{\min} = 0.045$
 $h_{L,\min} = 4,008 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
 $K_{\max} = 0,239$
 $h_{L,\max} = 60,371 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
 - Diameter saringan 4 mm nilai
 $K_{\min} = 0.031$
 $h_{L,\min} = 2,422 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
 $K_{\max} = 0,168$
 $h_{L,\max} = 57,031 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
 - Diameter saringan 5 mm nilai
 $K_{\min} = 0.025$
 $h_{L,\min} = 2,388 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
 $K_{\max} = 0,066$
 $h_{L,\max} = 53,440 \cdot 10^{-3} \text{mH}_2\text{O}$
2. Dari kelima macam ukuran diameter saringan diperoleh koefisien kerugian head rata-rata dari setiap ukuran diameter saringan , yaitu :
- Diamater saringan 1 mm nilai rata-rata = 0,434
 - Diamater saringan 2 mm nilai rata-rata = 0,206
 - Diamater saringan 3 mm nilai rata-rata = 0,135

- Diamater saringan 4 mm nilai rata-rata = 0,074
- Diamater saringan 5 mm nilai rata-rata = 0,051

3. Koefisien kerugian head (k) dari hasil pengujian memberikan suatu bentuk grafik yang sama dengan teori walaupun nilainya berbeda, dimana nilai hasil pengujian lebih kecil dari hasil teoritis.

B. Saran –saran

Dari hasil kesimpulan, bahasan hasil pengujian serta analisis data perhitungan, penting kiranya penulis mewnyampaikan syarat sebagai bahan pertimbangan, yaitu :

- Pemakaian diameter saringan yang paling baik, yaitu diameter saringan yang berukuran 5 mm
- Pemakaian diameter saringan perlu diperhitungkan besarnya debit yang ada, karena semakin besar debit mengakibatkan koefisien kerugian head lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Fox & Donald, Mc “ Introduction to Fluid Mechanics”, second Edution, New York 1934.
- Giles RV, “Mekanika Fluida dan Hidrolika”, Erlangga, Jakarta 1986.
- Harijono Djojodiharjo, DR, Ir, ”Mekanika Fluida”, Erlangga, Jakarta 1982.
- Holman, JP, “Metode Pengukuran Teknik”, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta 1985.
- John K. Vennard, Robert L. Street, “Elementari Fluid Mechanics”, Fifth Edition, California 1976.

Streeter, VL “Mekanika Fluida”, Edisi Kedelapan Jilid 1 dan 2, Erlangga, Jakarta 1988.

Soetedjo, I, Ir, “ Fluid Flow”, Angkasa, Bandung 1986.

White,FM, “Mekanika Fluida”, Erlangga, Jakarta 1984.