

## Pengaruh Geometri Penampang Saluran Terhadap Tingkat Kebisingan Pada Aliran Fluida Mampu Mampat

### Khasani

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta 55281  
E-mail : khasani@ugm.ac.id

### Abstrak

*Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh geometri penampang saluran terhadap tingkat kebisingan pada aliran fluida mampu mampat. Komponen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran-saluran dengan tiga macam geometri penampang, yaitu berbentuk lingkaran, segi empat dan segitiga yang masing-masing mempunyai luas penampang yang sama. Masing-masing saluran mempunyai panjang 80 cm. Fluida mampu mampat yang digunakan adalah udara. Dengan menggunakan kompresor udara untuk mendapatkan udara bertekanan, udara dialirkan melalui masing-masing saluran kemudian kebisingan diukur pada ujung saluran menggunakan SPL (Sound Pressure Level). Bentuk geometri penampang, kecepatan aliran udara dan luas penampang divariasikan untuk mempelajari pengaruh parameter-parameter ini terhadap tingkat kebisingan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk saluran dengan geometri penampang sama, semakin besar kecepatan udara semakin tinggi tingkat kebisingan. Semakin kecil luas penampang, semakin tinggi tingkat kebisingan. Untuk harga kecepatan udara yang relatif rendah geometri penampang hampir tidak berpengaruh terhadap tingkat kebisingan untuk semua harga luas penampang saluran. Sedang untuk harga kecepatan udara yang relatif tinggi, kebisingan akan meningkat secara tajam untuk luas penampang yang kecil. Untuk kecepatan udara yang sama, tingkat kebisingan tertinggi dicapai oleh geometri penampang segi empat, kemudian diikuti oleh penampang segitiga dan lingkaran.*

*Kata kunci:* tingkat kebisingan, geometri penampang, fluida mampu mampat

### Pendahuluan

Kebisingan merupakan salah satu gangguan yang dapat dijumpai hampir di setiap tempat dan suasana. Kebisingan adalah salah satu bentuk polusi yang dapat diartikan sebagai suara yang tidak dikehendaki (*unwanted sound*) (Brown, 1995). Kebisingan sering dikaitkan dengan kriteria kenyamanan dan keselamatan. Keberadaan yang terlalu lama dekat dengan sumber suara pada intensitas kebisingan tertentu akan menyebabkan kerusakan pada sistem pendengaran. Oleh karena itu kebisingan dari suatu jenis sumber suara menjadi sangat penting untuk dipelajari.

Salah satu tempat yang banyak menimbulkan kebisingan adalah pada industri panas bumi, khususnya pada tahap konstruksi dan operasi. Kebisingan bias ditimbulkan oleh udara drilling akibat gas keluar pada *blow pipe*. Kebisingan dapat juga terjadi pada *vertical discharge* pada saat dilakukan pembersihan sumur dari bekas-bekas material drilling. Tempat yang paling tinggi tingkat kebisingannya adalah pada *exhaust jet* yang digunakan untuk membuang fluida panas pada *silencer*.

Sumber kebisingan – sumber kebisingan yang telah disebut di atas pada dasarnya adalah akibat dari aliran fluida dengan kecepatan tinggi yang keluar melalui saluran buang, misalnya jet, diffuser dan sebagainya. Dengan mempelajari pengaruh kecepatan aliran, ukuran serta profil penampang saluran terhadap tingkat kebisingan, maka dapat dirancang suatu konstruksi saluran untuk suatu kondisi tertentu sehingga tingkat kebisingan dapat dikurangi.

Penelitian yang pernah dilakukan pada pengukuran tingkat kebisingan suatu *silencer* di Ohaaki, New Zealand menunjukkan bahwa aliran massa mempunyai efek terhadap tingkat kebisingan. Penelitian dilakukan untuk tiga macam kondisi aliran massa, yaitu 36, 50, dan 130 ton/jam dengan tingkat kebisingan masing-masing 99, 102, dan 130 dB (Wigley, 1983). Dengan demikian dapat dilihat bahwa semakin besar kecepatan aliran massa fluida semakin tinggi tingkat kebisingannya. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Clayton dan Cramer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan aliran semakin tinggi tingkat kebisingan mengikuti/mendekati kurva parabolik (Clayton *et al*, 1979).

## Pelaksanaan Penelitian

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini terdiri atas:

1. Kompresor udara
2. Rotameter udara
3. Sound Pressure Level (SPL)
4. Beberapa saluran dengan geometri lingkaran, segitiga dan segi empat

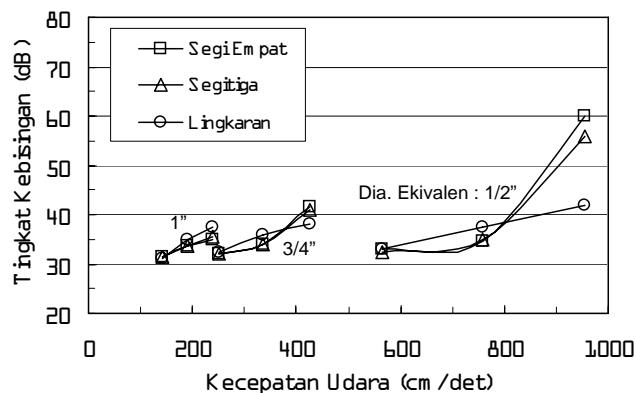
Kompresor udara digunakan sebagai pensuplai udara bertekanan. Untuk mengukur aliran volume dari udara yang mengalir dalam saluran digunakan rotameter udara. Sound Pressure Level (SPL) dipakai untuk mengukur tingkat kebisingan udara setelah keluar dari ujung saluran. Kompresor udara dihubungkan dengan saluran-saluran yang akan diteliti pengaruhnya terhadap tingkat kebisingan. Sebelum masuk saluran, aliran udara diukur aliran volumenya dengan rotameter udara yang dipasang di antara kompresor dan saluran.

Variasi yang dibuat untuk saluran adalah geometri penampang dan luas penampang. Geometri penampang meliputi penampang lingkaran, segitiga dan segi empat. Luas penampang ditunjukkan oleh diameter ekivalen 1", 3/4" dan 1/2". Dengan demikian secara keseluruhan terdapat 9 buah saluran yang akan diteliti.

Setelah semua alat terangkai seperti yang diilustrasikan pada paragraf di atas, saluran diuji satu persatu. Saluran dialiri udara dengan kecepatan tertentu. Setelah dicapai kondisi stabil, aliran volume udara dan tingkat kebisingan pada ujung saluran keluar diukur. Langkah di atas diulangi untuk harga kecepatan udara yang berbeda dengan cara membuka katup pada tangki kompresor. Demikian seterusnya sampai diperoleh cukup data. Dengan cara yang sama, saluran diganti dengan yang lain sampai semua saluran teruji seluruhnya.

## Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil pengukuran tingkat kebisingan sebagai fungsi dari parameter-parameter yang lain ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Tingkat kebisingan terhadap kecepatan udara pada geometri dan luas penampang yang berbeda.

Dari grafik-grafik yang ditunjukkan pada gambar 1 dapat diketahui bahwa untuk diameter ekivalen 1" (terbesar) hubungan antara tingkat kebisingan dan kecepatan udara mengikuti hubungan linear. Semakin besar kecepatan udara semakin tinggi tingkat kebisingan. Untuk kecepatan udara kecil, geometri penampang tidak memberi efek signifikan terhadap tingkat kebisingan. Namun untuk harga kecepatan udara yang relatif besar, tingkat kebisingan untuk saluran dengan penampang lingkaran menghasilkan tingkat kebisingan yang paling tinggi.

Dari grafik untuk saluran dengan diameter ekivalen 3/4" dan 1/2", didapatkan bahwa korelasi antara tingkat kebisingan pada saluran dengan penampang lingkaran tetap mengikuti hubungan linear. Sedang untuk saluran dengan penampang segitiga dan segi empat terjadi kenaikan yang cukup tajam untuk kondisi kecepatan udara yang tinggi dengan penampang segi empat menghasilkan tingkat kebisingan paling tinggi untuk kecepatan udara yang sama. Misalnya, untuk diameter ekivalen 1/2" untuk kecepatan udara sebesar 956 cm/det harga tingkat kebisingan pada jarak pengukuran 10 cm di depan ujung saluran didapatkan untuk saluran dengan penampang lingkaran, segitiga dan segi empat adalah masing-masing sebesar 42, 56 dan 60 dB.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk luas penampang yang berbeda, geometri penampang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kebisingan untuk harga kecepatan udara yang rendah. Sebaliknya untuk aliran udara yang relatif tinggi, semakin kecil ukuran luas penampang semakin tinggi tingkat kebisingan. Untuk kecepatan aliran udara yang sama, maka tingkat kebisingan akan semakin meningkat untuk geometri penampang berturut-turut yaitu; penampang lingkaran, segitiga dan segi empat.

Sedang untuk kecepatan udara yang sama misalnya pada harga 250 cm/det, maka untuk satu jenis saluran dengan luas penampang berbeda, semakin besar luas penampang semakin tinggi tingkat kebisingan.

Secara teoritis, energi suara (di mana dapat dikonversikan menjadi parameter kebisingan) yang ditimbulkan oleh aliran mampu mampat di dalam saluran dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$W = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

di mana,  $m$  = kecepatan aliran massa fluida, kg/detik  
 $v$  = kecepatan fluida saat keluar saluran, m/detik

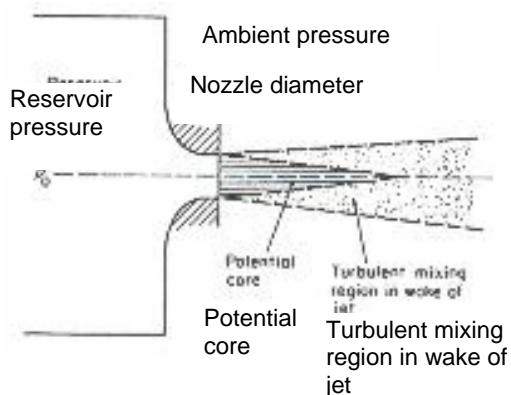
Dari persamaan (1) dapat dilihat bahwa energi suara yang dihasilkan adalah berbanding lurus dengan aliran massa dan berbanding kuadratis terhadap kecepatan fluida. Dalam penelitian ini, akan ditinjau hubungan antara aliran massa dan kecepatan fluida terhadap energi suara yang merepresentasikan tingkat kebisingan.

Ekstrapolasi terhadap grafik hubungan tingkat kebisingan dan kecepatan udara untuk penampang lingkaran dengan diameter 1" menghasilkan korespondensi antara kedua parameter dengan harga 38 dB dan 250 cm/det. Pada kecepatan yang sama, penampang dengan diameter ekivalen 3/4" menghasilkan tingkat kebisingan 32.5 dB. Dengan demikian ada peningkatan tingkat kebisingan sebesar 1,2 kali apabila luas penampang diperbesar 1,8 kali. Karena secara kuantitatif kompresibilitas udara tidak diketahui, maka tidak bisa dihitung berapa besar aliran massa untuk masing-masing kondisi. Namun secara kualitatif dengan mengasumsikan kompresibilitas udara konstan, dapat dikatakan bahwa aliran massa akan meningkat dengan bertambahnya luas penampang. Sebagai akibat adalah meningkatnya tingkat kebisingan.

Untuk menganalisa pengaruh kecepatan udara terhadap tingkat kebisingan akan dijelaskan sebagai berikut. Dari grafik-grafik yang diperoleh, didapatkan bahwa kecenderungan yang ada adalah tingkat kebisingan meningkat dengan meningkatnya kecepatan fluida. Hal ini sesuai dengan persamaan (1). Namun menurut hasil penelitian, kenaikan tingkat kebisingan yang mengikuti hubungan kuadratis terhadap kecepatan udara hanya berlaku untuk penampang segitiga dan segi empat. Sedang untuk penampang lingkaran cenderung mengikuti hubungan linear untuk rentang kecepatan udara yang telah ditentukan dalam penelitian ini. Dengan demikian tingkat kebisingan tidak semata-mata hanya ditentukan oleh kecepatan udara melainkan juga oleh geometri penampang yang tidak terakomodasi dalam persamaan (1).

Pengaruh geometri penampang terhadap tingkat kebisingan dapat diilustrasikan pada gambar 2. Kebisingan yang ditimbulkan oleh fluida yang keluar dari sebuah saluran dihasilkan oleh proses pencampuran secara turbulen dalam lapisan geser. Sumber kebisingan didistribusikan sepanjang daerah dengan panjang tertentu setelah saluran buang. Suara dengan frekuensi tinggi diradiasikan dari daerah aliran dekat saluran buang di mana pola eddy adalah kecil. Sedang frekuensi rendah

diradiasikan pada daerah jauh dari saluran buang di mana pola eddy jauh lebih besar. Dengan demikian kebisingan yang timbul sangat ditentukan oleh bentuk distribusi fluida yang keluar dari saluran. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan fluida, geometri penampang saluran serta luas penampang saluran. Untuk mengetahui lebih lanjut pengaruh geometri terhadap distribusi radiasi frekuensi rendah dan tinggi diperlukan penelitian lebih lanjut.



Gambar 2 Pola aliran udara saat keluar saluran.

### Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh fluida yang keluar dari saluran tergantung dari luas penampang, kecepatan udara dan geometri penampang saluran.
2. Untuk semua jenis geometri penampang dan luas penampang saluran, semakin tinggi kecepatan udara semakin tinggi tingkat kebisingan mengikuti hubungan linear dan kuadratis terhadap kecepatan udara.
3. Untuk luas penampang yang sama, geometri penampang tidak membeikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kebisingan untuk kecepatan udara rendah. Sedangkan untuk kecepatan udara relatif tinggi, tingkat kebisingan tertinggi terjadi pada geometri segi empat dan terendah pada geometri lingkaran.

### Daftar Pustaka

1. Baranek, L.L., 1988, *Noise and Vibration Control*, Mc.Graw Hill, Inc.
2. Bell, L.H., 1982, *Industrial Noise Control*, Marcel Dekker Inc., N.Y.
3. Brown, K.L., 1995, *Environmental of Geothermal Development*, International School of Geothermics, Pisa.
4. Clayton, J.K. dan Cramer, S.H., 1979, *Development Work on Steam Vent Silencing*, Proceeding of International Mechanical Engineering, Vol. 193, No. 30.
5. Wigley, D.M., 1983, *Ohaaki Geothermal Power Station-Noise Level Survey*, AEL Report 83/84.