

# Rancang Bangun *Helmholtz Resonator* Sebagai Filter Frekuensi dengan Analogi Resistor

Rudi Susanto  
STMIK DUTA BANGSA SURAKARTA  
Email: rudist\_87@yahoo.co.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang *helmholtz resonator* sebagai filter frekuensi suara. Penelitian dilakukan dengan *helmholtz resonator* (HR) yang dipasang seri dan parallel dengan analogi resistor. Analisis frekuensi suara menggunakan software cool edit proV2.1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *helmholtz resonator* yang didesain dengan satu HR, dua HR dipasang seri dan dua HR dipasang parallel bekerja pada frekuensi 5,6 KHz, 11,2 KHz dan 2,8 KHz

Kata kunci: *Helmholtz Resonator*, Filter Frekuensi, Analogi Resistor

## I. PENDAHULUAN

Resonansi Helmholtz adalah peristiwa resonansi udara dalam satu rongga. Resonator tersebut terdiri dari suatu badan yang berbentuk bola dengan satu volume udara dengan sebuah leher (Zheji Liu, 2006). Salah satu contoh peristiwa resonansi Helmholtz adalah bunyi yang diciptakan ketika satu hembusan melintasi puncak satu botol kosong. Ketika udara masuk ke dalam suatu rongga, tekanan di dalam meningkat gaya luar yang menekan udara menghilang, udara di bagian dalam akan mengalir keluar. Udara yang mengalir keluar akan mengimbangi udara yang ada di dalam leher. Proses ini akan berulang dengan besar tekanan yang berubah semakin menurun. Efek ini sama seperti suatu massa yang dihubungkan dengan sebuah pegas. Udara yang berada dalam rongga berlaku sebagai sebuah pegas dan udara yang berada dalam leher

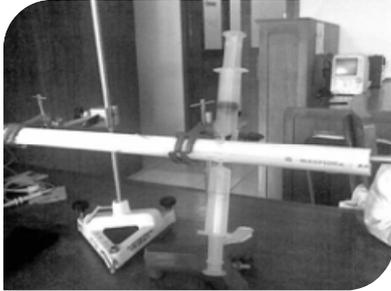
Resonator yang berisi udara identik dengan sebuah massa, sebuah rongga yang lebih besar dengan volume udara yang lebih banyak akan membuat suatu pegas menjadi lebih lemah dan sebaliknya. Udara dalam leher yang berfungsi sebagai suatu massa, karena sedang bergerak maka pada massa terjadi suatu momentum (Myonghyon Han. 2008). Apabila leher semakin panjang akan membuat massa lebih besar demikian sebaliknya. Diameter leher sangat berkaitan dengan massa udara dalam leher dan volume udara dalam rongga. Diameter yang terlalu kecil akan mempersempit aliran udara sedangkan diameter yang terlalu besar akan mengurangi momentum udara dalam leher.

Berdasar hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk merancang *helmholtz resonator* yang bekerja pada frekuensi tertentu. Pemasangan *helmholtz resonator* dilakukan dengan menggunakan analogi resistor yaitu dipasang secara seri dan parallel untuk mengetahui pengaruh terhadap daerah kerja *helmholtz resonator* sebagai filter frekuensi yang melawati sebuah pipa.

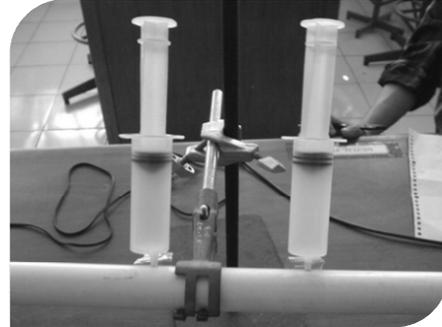
## II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Speaker, Microphone, Oscilloscope, Function Generator, Solder, Pipa PVC, Suntikan bekas inject tinta printer sebagai HR, Software cool edit, Personal Computer. HR dibuat dengan suntikan bekas inject tinta printer dengan diameter=  $0,4 \cdot 10^{-2}$  meter, Jari-

jari(a) =  $0,2 \cdot 10^{-2}$  meter,  $L = 0,83 \cdot 10^{-2}$  meter,  $S_b = 0,1256 \cdot 10^{-4}$  meter<sup>2</sup> (luas lingkaran),  $L_{eff} = 1,17 \cdot 10^{-2}$  meter. Pengujian helmholtz resonator dibuat dengan variasi tanpa HR, 1HR, 2 HR Seri, dan 2 HR paralel seperti pada Gambar 1.



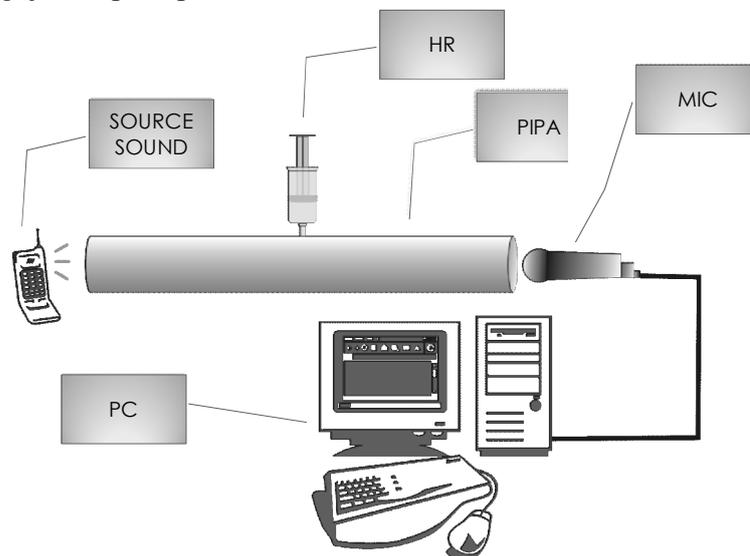
a. 2 HR dipasang seri



b. 2 hari dipasang paralel

Gambar 1. Pemasangan HR saat dilakukan pengujian

Cara kerja pengujian dilakukan dengan mengatur frekuensi awal function generator sebagai sumber suara. Data pertama diambil dengan pipa tanpa helmholtz resonator dengan perekam suara (mp3/mp4). Data kedua diambil dengan menggunakan satu helmholtz resonator dengan berbagai variasi (volume konstan 10 cc tiap HR). kemudian dilanjutkan dengan dua helmholtz resonator yang dipasang seri dan paralel. Setelah pengambilan data dilakukan analisa dengan mengolah hasil rekaman dengan menggunakan software cool edit proV2.1. Design sistem pengujian seperti pada Gambar 2



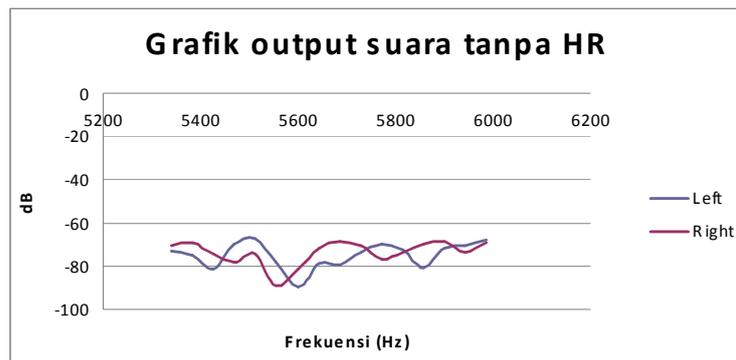
Gambar 2. Skema Pengujian *Helmholtz Resonator*

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

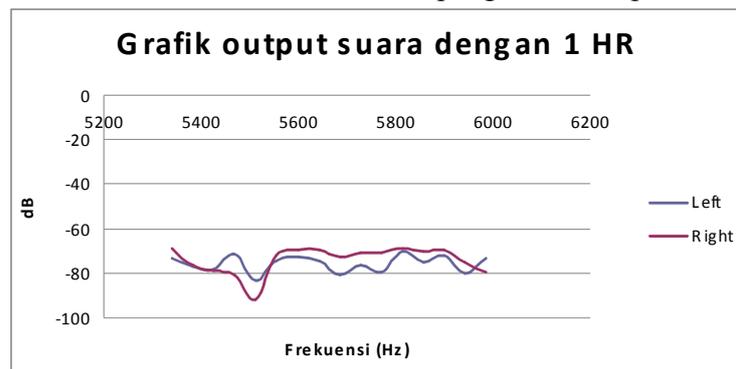
Pengambilan data dilakukan dengan *random noise* frekuensi. Data tersebut diperoleh setelah suara output yang terekam oleh mp4 dalam ekstensi (\*.mp3), kemudian diolah dengan software cool edit. Dari software cool edit tersebut, data yang masih berupa file ekstensi (\*.mp3) dicari frekuensi tiap waktu ketika suara terekam. Caranya dengan klik menu "Analyze" kemudian "Show Frequency Analysis", dan untuk mengetahui angka angka dalam grafik tinggal klik "Copy to Clipboard" dan paste di notepad untuk nanti diambil range frekuensi sesuai dengan daerah kerja dari HR.

Dari eksperimen filter akustik dengan HR ini dilakukan dalam beberapa variasi. Data awal diambil dengan tanpa menggunakan HR sebagai suatu data pembanding dalam eksperimen ini, sehingga akan di ketahui keefektifan HR dalam memfilter frekuensi yang sesuai dengan daerah kerjanya. Data percobaan diambil dengan random noise frekuensi dengan satu HR dan dua HR yang disusun seri dan paralel.

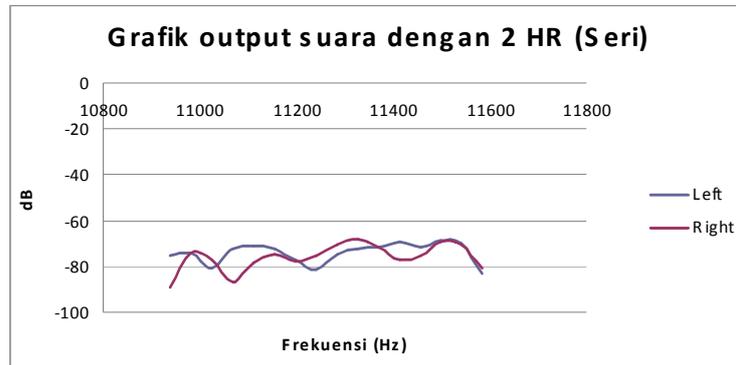
Data hasil eksperimen ditunjukkan pada Gambar 3 yaitu data yang diambil tanpa megunakan HR sebagai data pembanding dalam penelitian ini sehingga akan diketahui keefektifan HR dalam memfilter frekuensi sesuai dengan daerah kerjanya. Gambar 4 merupakan grafik hasil pengukuran dengan satu buah HR. Gambar 5 merupakan grafik hasil pengukuran dengan dua buah HR yang dipasang Seri dan Gambar 6 merupakan grafik hasil pengukuran dengan dua buah HR yang dipasang paralel.



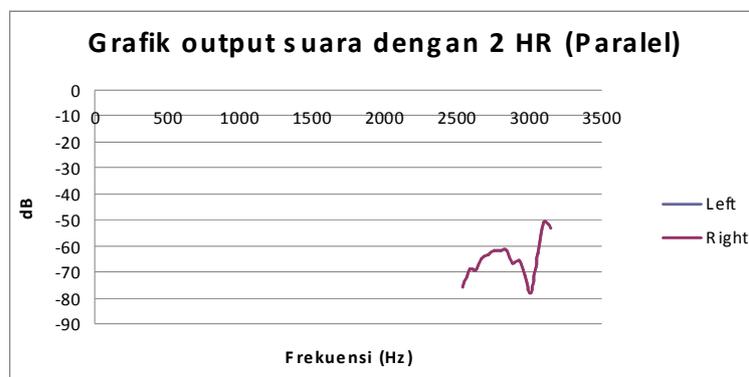
Gambar 3. Grafik hasil pengukuran tanpa HR



Gambar 4. Grafik hasil pengukuran dengan satu HR



Gambar 5. Grafik hasil pengukuran dengan dua HR dipasang seri



Gambar 6. Grafik hasil pengukuran dengan dua HR dipasang paralel

Daerah kerja HR yang digunakan adalah 5,6 KHz, nilai ini didapatkan dari  $f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{VL}}$  (L Koai, 1996) yang mengambil Diameter =  $0,4 \cdot 10^{-2}$  meter, Jari-jari (a) =  $0,2 \cdot 10^{-2}$  meter, L =  $0,83 \cdot 10^{-2}$  meter,  $S_b = 0,1256 \cdot 10^{-4}$  meter<sup>2</sup> (luas lingkaran),  $L_{eff} = 1,17 \cdot 10^{-2}$  meter. HR apabila disusun seri menjadi 11,2 KHz dan disusun paralel menjadi 2,8 KHz perhitungan ini analog dengan hambatan yang disusun seri dan paralel (Silviu Ionescu, 2011).

Dari analisis grafik diatas dapat diketahui bahwa HR bekerja dengan efektif pada daerah kerja masing-masing. Pada eksperimen pertama dengan 1 HR yang mempunyai daerah efektif 5,6 KHz dari grafik terlihat penurunan intensitas bunyi pada daerah tersebut. Demikian pula dua HR yang disusun seri maupun paralel yang bekerja pada daerah 2,8 KHz dan 11,2 KHz terjadi penurunan pula pada intensitas bunyi tersebut menurun.

Pemvariasian jumlah HR dan Posisi HR (paralel dan seri) dilakukan untuk mengetahui kerja HR pada beberapa daerah efektif atau daerah kerja. Diketahui bahwa dari eksperimen yang dilakukan dalam daerah kerja 2,8 KHz, 5,6 KHz dan 11,2 KHz HR bekerja secara efektif ditunjukkan dengan penurunan intensitas frekuensi pada masing-masing eksperimen yang ditunjukkan oleh grafik di atas.

Hal di atas sesuai dengan analogi mekanika, helmholtz resonator kerjanya dipengaruhi oleh volume dan jumlah HR (S. Mekid, 2012). Hal ini di karena HR seperti pegas dan di dalamnya udara yang dianggap seperti hambatan. Meskipun demikian kerja HR juga dipengaruhi oleh *Insertion Loss* (selisih intensitas akustik tanpa filter dengan dengan filter) dan juga *Trasmission Loss* (selisih daya yang datang ke sistem dengan yang di trasmisikan).

#### **IV. PENUTUP**

##### **a. Kesimpulan**

1. Helmholtz resonator yang didesain dengan satu HR, dua HR dipasang seri dan dua HR dipasang parallel bekerja pada frekuensi 5,6 KHz, 11,2 KHz dan 2,8 KHz
2. Helmholtz resonator ini berfungsi untuk meniadakan frekuensi suara tertentu yang diinginkan, salah satunya dengan cara mengatur besar volume helmholtz resonator menambah atau mengurangnya.

##### **b. Saran**

Pada penelitian selanjutnya diharapkan disiapkan ruangan yang steril dari bising luar yang dapat mengganggu keluaran saat pengujian. Selain itu dapat dilakukan pengembangan penelitian helmholtz resonator untuk aplikasi yang lebih spesifik seperti pada knalpot.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- L Koai, T Yang, J Chen. 1996. *The Muffling Effect of Helmholtz Resonator Attachments to a Gas Flow Path*. International Compressor Engineering Conference, School of Mechanical Engineering, Purdue University
- Myonghyon Han. 2008. *Sound reduction by a Helmholtz resonator*. Theses and Dissertations, Lehigh University
- S. Mekid, M. farooqui. 2012. *Design Of Helmholtz Resonators In One and Two Degrees Of Freedom For Noise Attenuation In Pipelines*. Acoustics Australia 194 - Vol. 40, No. 3, December 2012
- Silviu Ionescu et al. 2011. *Experimental Approaches To Reduce Noise At Source For A Centrifugal Compressor*. U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 73, Iss. 3, 2011 ISSN 1454-2358
- Zheji Liu. 2006. *Centrifugal Compressor Noise Reduction By Using Helmholtz Resonator Arrays*. Dresser-Rand : New York.