

Efek Perubahan Aliran Gas Buang dalam Knalpot pada Mesin Kapal Klotok 10 Hp

Yanuar, Martinus Putra Irawan dan Gunawan

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia
Kampus Baru UI Depok 16424
Email: yanuar@eng.ui.ac.id

Abstrak

Kapal klotok adalah sarana transportasi utama di daerah pedalaman Kalimantan yang mengutamakan sungai-sungai sebagai penghubung daerah-daerah pedalaman dengan dunia luar. Dalam kesehariannya, kapal ini menimbulkan suara yang amat berisik dan apabila terpapar suara tersebut dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan gangguan pendengaran. Oleh karena itu, rancangan knalpot menjadi sangat penting untuk meredam suara tersebut. Di sisi lain, knalpot juga akan berpengaruh terhadap performa mesin. Akan tetapi, kedua hal tersebut saling berkompensasi sehingga harus dicari rancangan knalpot yang mampu meredam suara berisik dan meningkatkan performa mesin. Dalam penelitian ini akan dilihat efek perubahan aliran gas buang dengan memodifikasi knalpot *muffler one* sebanyak 4 knalpot. Kemudian akan dilihat efek modifikasi tersebut pada mesin berdasarkan parameter desibel, debit aliran gas buang, tekanan-balik, dan kecepatan suara gas buang.

Keywords: kapal klotok, kebisingan, knalpot, tekanan-balik, aliran gas buang, temperatur gas buang.

Pendahuluan

Motor pembakaran dalam adalah mesin kalor yang mengubah energi kimia menjadi energi mekanis. Energi kimia ini didapat dari bahan bakar yang pertama-tama diubah menjadi energi termal melalui proses pembakaran atau oksidasi dengan campuran udara di dalam ruang bakar. Energi ini akan meningkatkan temperatur dan tekanan di dalam ruang bakar yang akan menggerakkan suatu mekanisme untuk menghasilkan gerak rotasi sesuai yang diharapkan.

Terdapat 2 jenis motor pembakaran dalam yang dikenal secara umum yaitu mesin Otto dan mesin Diesel. Pada tahun 1876, Nikolaus August Otto berhasil menciptakan sebuah mesin yang mengkompresi campuran minyak dan udara sebelum terjadi pembakaran. Kemudian pada tahun 1897, Rudolf Diesel berhasil menjalankan mesin Diesel pertamanya yang berhasil membuktikan bahwa bahan bakar dapat dipantik tanpa menggunakan percikan api.[10]

Seiring dengan perkembangan jaman dan kebutuhan manusia yang semakin banyak maka penggunaan kedua mesin di atas menjadi semakin luas. Pemanfaatan mesin ini paling banyak digunakan untuk keperluan transportasi darat dan laut. Dimana mesin Otto lebih banyak digunakan dan dikembangkan untuk transportasi darat dan

mesin Diesel pada transportasi laut.

Transportasi laut ini lebih banyak digunakan untuk angkutan sungai dan danau, biasanya digunakan di daerah Sumatra, Kalimantan, dan Papua. Menurut Kementerian Perhubungan, angkutan sungai ini berfungsi untuk menunjang dan mendorong aktivitas masyarakat agar perkembangan di setiap daerah dapat terjadi. Di Kalimantan Tengah misalnya, penggunaan angkutan sungai ini merupakan unsur yang amat penting dalam mendukung perkembangan ekonomi di daerah-daerah terpencil. Hal ini disebabkan karena hampir seluruh daerahnya dihubungkan oleh sungai sehingga dimanfaatkan untuk sarana transportasi dan distribusi barang. Barang-barang yang didistribusikan adalah barang kebutuhan pokok dan komoditas hasil perkebunan, pertambangan, dan industri.

Untuk mendistribusikan barang-barang tersebut sering digunakan sebuah kapal yang sering dikenal dengan nama kapal klotok. Disebut kapal klotok karena suara yang dihasilkan dari mesin berbunyi tok-tok-tok-tok dalam frekuensi yang sangat cepat, biasanya berkapasitas 8-16 HP (tenaga kuda) dengan ukuran perahu 1-5 GT (*gross tonnage*)[9]. Bunyi yang dihasilkan tersebut sangat berisik sehingga dapat dikategorikan sebagai polusi suara, dimana polusi suara ini lama kelamaan dapat merugikan kesehatan manusia.

Dalam dunia kendaraan bermotor, sistem pembuangan membawa gas sisa hasil pembakaran dari ruang bakar ke lingkungan. Gas buang keluar dari ruang pembakaran melalui sebuah pipa menuju *exhaust manifold*, *catalytic converter*, dan *muffler* sebelum ke luar ke atmosfer [1]. Aliran gas buang ini memiliki tekanan yang dapat menimbulkan suara bising apalagi ketika putaran mesin semakin tinggi.

Selain itu terdapat pula isu lain pada kendaraan bermotor yaitu masalah konsumsi bahan bakar. Hampir seluruh masyarakat di Indonesia akan mencari dan menggunakan kendaraan bermotor yang paling hemat. Ternyata *muffler* juga dapat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar dan dapat dilihat dari parameter *backpressure*. *Backpressure* ini harus dijaga serendah mungkin, karena apabila *backpressure* ini terlalu besar maka akan mengakibatkan berkurangnya efisiensi volumetrik dan konsumsi bahan bakar spesifik.[3] Sehingga secara tidak langsung rancangan *muffler* akan berpengaruh terhadap performa mesin tersebut.

Kebisingan dan *backpressure* merupakan dua hal dasar untuk mengetahui performa dari suatu *muffler*. Mungkin saja terdapat rancangan *muffler* yang tidak menimbulkan kebisingan akan tetapi performa mesin hanya berada pada kondisi standard, sebaliknya apabila ingin menciptakan rancangan *muffler* yang performanya lebih baik daripada standard maka kebisingan suara akan muncul. Berhubung setiap motor bakar memiliki karakteristiknya masing-masing, maka diperlukan rancangan *muffler* yang berbeda-beda untuk setiap motor bakar.

Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Dalam penelitian kali ini akan dilihat beberapa efek yang terjadi dari perubahan aliran gas buang di dalam knalpot. Efek yang ingin dilihat adalah efek terhadap kebisingan suara, temperatur, *backpressure*, torsi dan tenaga mesin. Masing-masing efek tersebut dapat dilihat dengan menggunakan peralatan dan sistem tertentu.

Berhubung mesin kapal klotok biasanya adalah mesin-mesin yang kapasitasnya tidak terlalu besar maka dalam penelitian ini digunakan mesin X dengan kapasitas yang biasanya digunakan untuk kapal klotok yaitu sekitar 9,3 HP. Diharapkan data

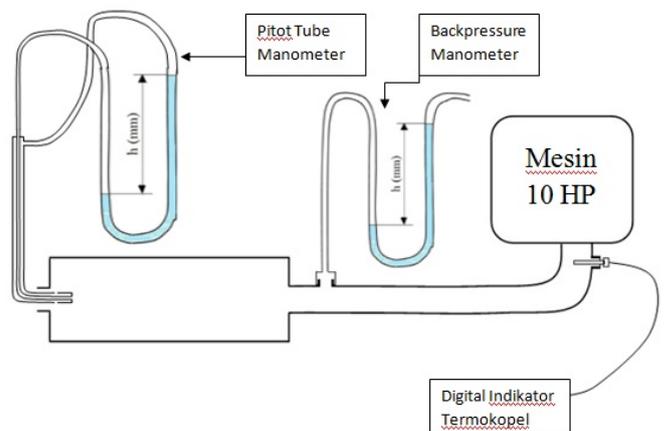
yang didapat nantinya dapat diselaraskan dengan mesin kapal klotok dengan kapasitas yang sama. Sehingga hasil dari penelitian ini dapat dikembangkan untuk penggunaan pada kapal klotok di daerah aliran sungai.

Hasil eksperimen untuk dapat membuat grafik antara rpm vs tekanan, rpm vs temperatur, rpm vs aliran, dan rpm vs desibel untuk setiap jenis knalpot. Dari grafik-grafik dan hasil simulasi tersebut akan muncul suatu kesimpulan yang dapat menjelaskan apa sebenarnya yang terjadi di dalam knalpot tersebut dan dapat terlihat variasi knalpot seperti apa yang paling optimal dalam segi kebisingan dan performa mesin. Diharapkan juga dapat diketahui batas *backpressure* yang optimal agar motor tidak menghasilkan suara yang terlalu bising dan memiliki performa mesin yang baik.

Berikut ini adalah spesifikasi teknis daripada Mesin X yang digunakan :

Spesifikasi Mesin X

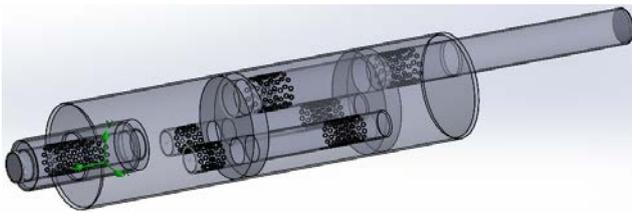
Tipe mesin	:	4 langkah, SOHC, pendinginan udara
Diameter langkah	x	52,4 x 57,9 mm
Volume langkah	:	124,8 cc
Perbandingan kompresi	:	9,0 : 1
Daya maksimum	:	9,3 PS/7.500 rpm
Torsi maksimum	:	1,03 kgf.m /4.000 rpm



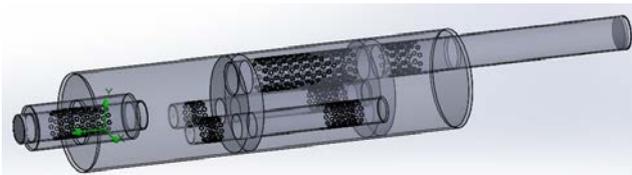
Gambar 1. Skema Penelitian

Gambar 1 merupakan skema pengujian. Pengukuran dilakukan dengan bantuan alat-alat seperti Termokopel, Sound Level Meter, Pitot Tube, dan Manometer. Mesin dihidupkan pada kondisi rpm *idle* (± 1050) selama 5-10 menit. Pengambilan data berupa temperatur, desibel, dan delta h selama 3 menit. Pengambilan data tersebut dilakukan untuk variasi knalpot sebanyak 4 variasi.

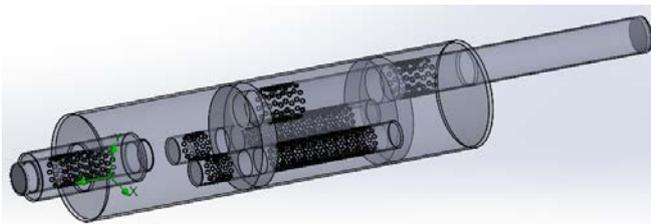
Knalpot yang digunakan yaitu ada 4 variasi dengan ditambah 1 buah knalpot standar.



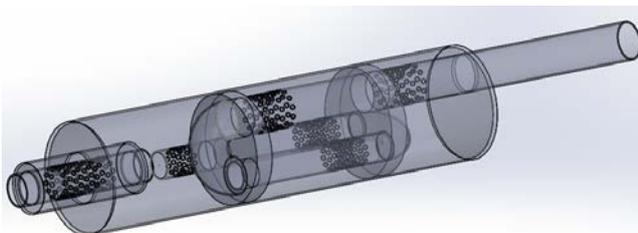
Gambar 2. Assembly Knalpot Standard



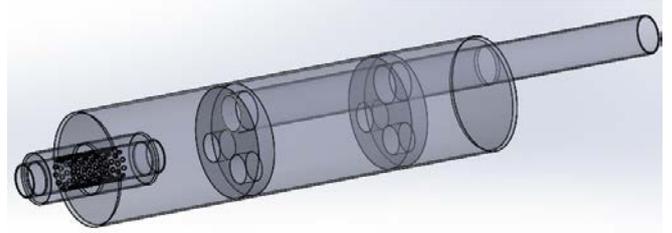
Gambar 3. Assembly Knalpot Variasi I



Gambar 4. Assembly Knalpot Variasi II

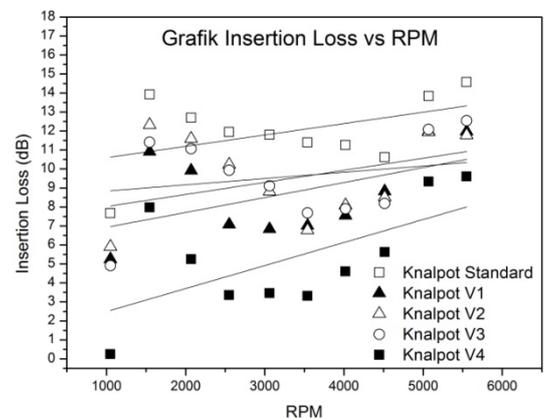


Gambar 5. Assembly Knalpot Variasi III



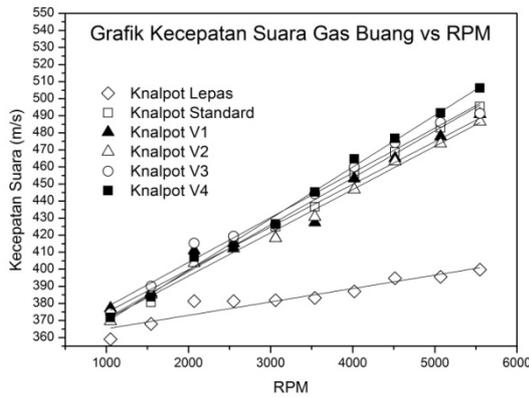
Gambar 6. Assembly Knalpot Variasi IV

Hasil dan Pembahasan



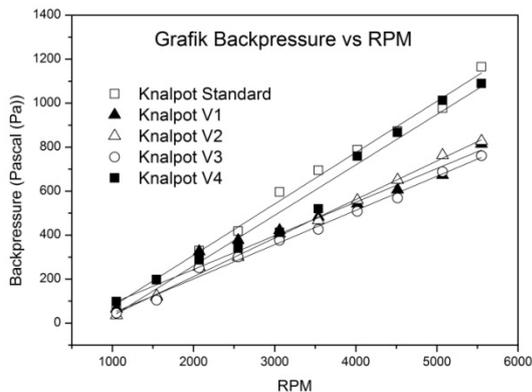
Gambar 7. Grafik hubungan Insertion Loss dengan RPM

Gambar 7 merupakan grafik *insertion loss* yaitu kemampuan suatu knalpot meredam kebisingan yang muncul, nilai ini didapatkan dengan cara mengurangi nilai tingkat kebisingan setiap jenis knalpot variasi dengan tingkat kebisingan ketika mesin berjalan tanpa menggunakan knalpot. Dari grafik ini dapat dibuktikan bahwa knalpot standar paling baik dalam meredam suara kebisingan yang muncul yaitu sekitar 7-15 dB, sedangkan knalpot variasi 4 merupakan yang paling buruk sebesar 0-9 dB. Untuk knalpot variasi 2, ternyata kemampuan meredam suaranya sedikit lebih baik dibandingkan dengan knalpot variasi 1, sedangkan untuk knalpot variasi 3 kemampuan meredam suara kebisingan untuk setiap kenaikan rpm nya sedikit lebih kecil dibandingkan dengan knalpot variasi 1 dan 2.



Gambar 8. Grafik hubungan Kecepatan Suara Gas Buang dengan RPM

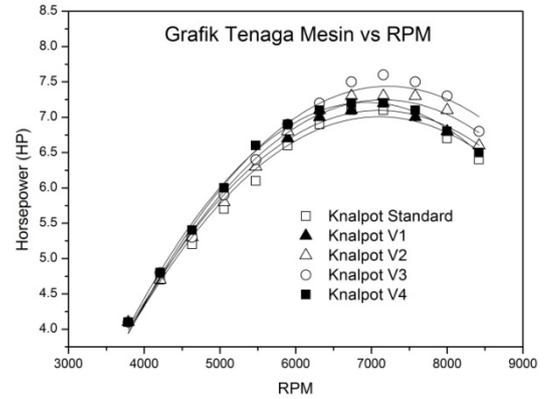
Gambar 8 merupakan data kecepatan suara gas buang untuk setiap kenaikan putaran mesin. Kecepatan suara gas buang ini berasal dari suatu fungsi temperatur. Ketika mesin tidak menggunakan knalpot, maka perubahan yang terjadi untuk setiap kenaikan rpm tidak besar, rentang perubahannya berkisar dari 359 - 399 m/s. Sedangkan untuk knalpot standard, nilainya berkisar dari 371-495 m/s, untuk knalpot variasi 1 berkisar antara, 377-490 m/s, untuk variasi 2 antara 369-486 m/s, untuk variasi 3 dari 374-491 m/s, dan untuk knalpot variasi 4 berkisar dari 371-506 m/s.



Gambar 9. Grafik hubungan Back Pressure dengan RPM

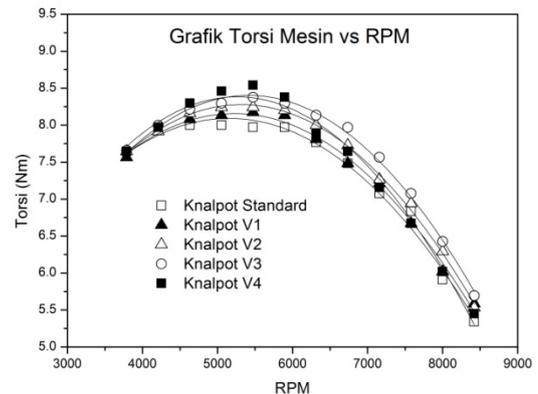
Gambar 9 memperlihatkan efek perubahan aliran gas buang yang terjadi terhadap nilai tekanan-balik (*backpressure*). Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa knalpot standard dan knalpot variasi 4 memiliki nilai tekanan balik yang lebih besar dibandingkan dengan variasi lainnya. Nilai backpressure knalpot standard > knalpot variasi 4 >

knalpot variasi 2 > knalpot variasi 1 > knalpot variasi 3. Nilai backpressure pada knalpot standard mencapai 1165 Pa, sedangkan pada variasi 3 sebesar 761 Pa. Pada knalpot variasi 1 dan 2 mencapai 814 Pa dan 827 Pa dan pada knalpot variasi 4 mencapai 1088 Pa.



Gambar 10. Grafik hubungan Tenaga Mesin dengan RPM

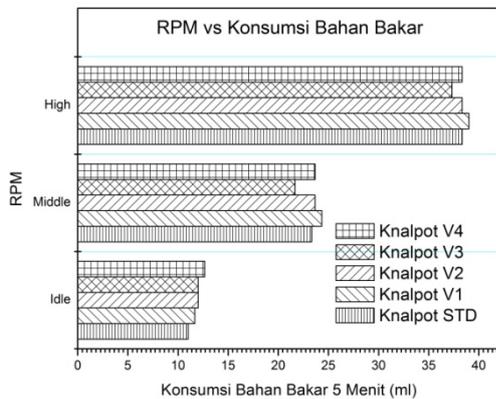
Gambar 10 memperlihatkan konfigurasi knalpot mana yang menghasilkan tenaga yang paling tinggi. Dari grafik ini dapat diketahui bahwa tenaga tertinggi dimiliki pada knalpot variasi 3 yaitu sebesar 7.6 HP pada ban. Yang kemudian diikuti oleh variasi 2 yang mencapai tenaga 7.3 HP, lalu knalpot variasi 1 dan variasi 4 ternyata menghasilkan tenaga yang sama sebesar 7.2 HP, dan yang terakhir adalah knalpot standard yang hanya mencapai 7.1 HP.



Gambar 11. Grafik hubungan Torsi Mesin dengan RPM

Gambar 11 menggambarkan torsi yang dimiliki mesin akibat perubahan aliran gas buang di dalam

knalpot. Dapat dilihat bahwa torsi tertinggi dimiliki oleh knalpot variasi 4 dimana nilai tertinggi adalah 8.54 Nm, diikuti dengan variasi 3 sebesar 8.37 Nm, variasi 2 sebesar 8.24 Nm, variasi 1 sebesar 8.17 Nm dan knalpot standard sebesar 7.99 Nm.



Gambar 12. Grafik hubungan RPM dengan Konsumsi Bahan Bakar

Gambar 12 menggambarkan banyaknya pemakaian bahan bakar dalam setiap kenaikan putaran mesin dari *idle*, *middle*, dan *high*. Secara garis besar, tidak terdapat perbedaan yang cukup jauh antara knalpot std dengan seluruh variasi knalpot lainnya. Akan tetapi dari keseluruhan hasil grafik terlihat bahwa knalpot V3 mengkonsumsi bahan bakar yang lebih sedikit dibandingkan dengan knalpot lainnya pada putaran mesin *middle* dan *high*. Sedangkan pada putaran mesin *idle*, memang terlihat bahwa konsumsi bahan bakar paling sedikit dimiliki oleh knalpot standard. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa efek perubahan aliran gas buang akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar walaupun hanya sedikit. Percobaan kali ini hanya dilakukan selama 5 menit sehingga hasilnya tidak terlalu signifikan perbedaannya, apabila digunakan untuk jangka waktu yang panjang, tampaknya knalpot V3 akan menghasilkan penggunaan bahan bakar yang paling sedikit. Pada putaran menengah dan tinggi, knalpot V3 menghabiskan 21.67 ml dan 37.33 ml bensin selama 5 menit. Pemakaian ini sedikit lebih kecil dibandingkan dengan variasi lainnya sebanyak 1-2 ml.

Kesimpulan

Penelitian knalpot ini merupakan penelitian yang sangat menarik untuk dilakukan. Kesimpulan yang didapat setelah melakukan penelitian ini yaitu:

1. Untuk meningkatkan tenaga sebesar 0.5 HP diperlukan penurunan backpressure sekitar 400 Pa
2. Terbukti bahwa untuk meningkatkan performa mesin dibutuhkan suatu kompensasi yaitu meningkatnya kebisingan suara.
3. Knalpot variasi 4 memiliki performa yang lebih baik dibandingkan dengan knalpot lainnya ketika berada di rpm rendah. Namun ketika berada pada rpm tinggi, tenaganya hilang akibat bertambah besarnya nilai *backpressure* secara mendadak.
4. Knalpot variasi 3 merupakan knalpot yang performanya paling baik dibandingkan yang lainnya karena mampu meningkatkan tenaga mesin sebesar 0.5 HP dengan tingkat kebisingan suara yang cukup rendah, selain itu pada grafik torsi dapat terlihat bahwa luasannya lebih besar, hal ini menunjukkan bahwa knalpot ini memiliki tenaga yang cukup pada rentang rpm yang lebar. Dan dari pemakaian konsumsi bahan bakar, knalpot V3 mampu menghasilkan penggunaan yang lebih hemat pada putaran mesin menengah dan tinggi

Nomenklatur

Pa	Tekanan	(N/m ²)
V	Variasi knalpot	(-)

Referensi

- [1] Mohiuddin, AKM, et al.2005. Experimental Study of Noise and Backpressure for Silencer Design Characteristics. Journal of Applied Sciences, 1292-1298, ISSN 1812-5654.
- [2] Rahman, M. et al.2005. Design and Construction of a Muffler for Engine Exhaust Noise

Reduction. Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering, 28-30 December, Dhaka, Bangladesh.

[3] Yasuda, Takashi, et al.2010. Predictions and experimental studies of tail pipe noise of an automotive muffler using a one dimensional CFD model. Journal of Applied Acoustic 71,pp 701-707, Elsevier.

[4] Surojo, Soeadgihardo Siswantoro.2005. Pengaruh Volume Knalpot terhadap Tingkat Kebisingan pada Motor Bensin. Forum Teknik Vol.29 No.1, Jogjakarta.

Vol. 134.

[5] OECD(1990), Environmental Policies for Cities in the 1990s, www.oecd.org, cited in Jakarta, p.29

[7] Homberger, Kell & Perkins (1992), Fundamentals of Traffic Engineering, 13th edition, Institute of Transportation Studies, UCB (www.its.berkeley.edu), p. 31-3

[8] Suter, Alice H. Noise and its Effects, Administrative Conference of The United States, November 1991

[9] Mao Tokan, Fransiskus. Pemetaan Potensi Perikanan Sebagai Dasar Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Pulau Bawean.Malang.2006

[10] Sugiarto, Bambang. Motor Pembakaran Dalam.2002.ISBN : 979-97726-7-2

[11] Mohiuddin, et.al. Experimental Investigation and Simulation of Muffler Performance. Proceedings of The International Conference on Mechanical Engineering, Dhaka, Bangladesh.2007

[12] Lilly, Jerry G. Engine Exhaust Noise Control. ASHRAE Technical Committee Sound & Vibration. JGL Acoustics, Inc