

ANALISIS KUAT SUARA PADA KNALPOT TIPE *FREE FLOW* DAN *CONICAL SILENCER* DENGAN SOFTWARE *COMSOL MULTIPHISIC 5.6*

Ahmad Roziqin¹, Akhmad Nasirudin², Kriswanto³, Irfan Khoirurroziqin⁴, Andri Setiawan⁵,
 Arimaz Hangga⁶, Bayu Wiratama⁷

^{1,2,3,4,5} Mechanical Engineering Department, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

⁶Electrical Engineering Department Universitas Negeri Semarang

⁷Management Departement Universitas Negeri Semarang

ar_unnes@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hasil dua tipe knalpot *Free flow* dan *Conical silencer* dengan menggunakan aplikasi *Comsol Multiphisc 5.6* untuk menganalisis peredaman suara pada silencer dengan memodifikasi komponen dalam silencer supaya tidak menghalangi gas buang keluar tanpa mengubah setingan mesin untuk mendapatkan performa. Penelitian ini menguji kuat suara knalpot *Free flow* dan *Conical silencer* untuk menghasilkan tingkat kebisingan yang untuk menghasilkan knalpot dengan performa yang maksimal namun dengan tingkat kebisingan dibawah standar kebisingan yang berlaku. Sesuai aturan besaran knalpot racing telah diatur dalam peraturan menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 7 Tahun 2009. Dalam aturan tersebut dijelaskan bahwa tingkat kebisingan motor untuk kapasitas 80 cc hingga 175 cc maksimal 83 decibel (dB) dan diatas 175 cc maksimal 80 cc hingga 175 cc maksimal 83 decibe (dB).

Kata kunci: *Comsol Multiphisc 5.6, Free flow, Conical silencer, decibe*

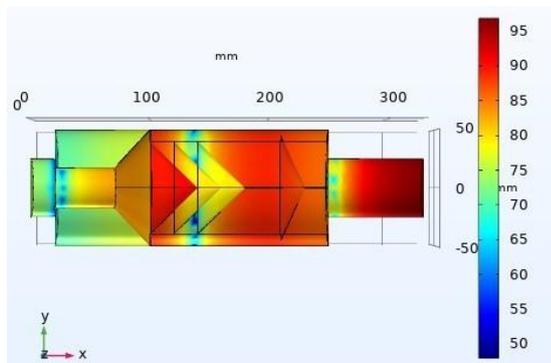
Abstract

The purpose of this study was to determine the results of two types of *Free flow exhaust* and *Conical silencer* using the *Comsol Multiphysics 5.6* application to analyze the sound attenuation on the silencer by modifying the components in the silencer so as not to block the exhaust gases from escaping without changing the engine settings to get performance. This study examines the sound of the *Free flow exhaust* and *Conical silencer* to produce a noise level that is to produce an exhaust with maximum performance but with a noise level below the applicable noise standard. According to the rules, the amount of racing exhaust has been regulated in the regulation of the Minister of the Environment Number 7 of 2009. In this regulation it is explained that the noise level of the motor for a capacity of 80 cc to 175 cc is a maximum of 83 decibels (dB) and above 175 cc a maximum of 80 cc to a maximum of 175 cc. 83 decibe (dB).

Keywords: *Comsol Multiphisc 5.6, Free flow, Conical silencer, decibe*

PENDAHULUAN

Sepeda motor merupakan mode transportasi yang paling diminati masyarakat. Di Indonesia sepeda motor jumlahnya semakin meningkat di tiap tahunnya. Data dari Badan Pusat Statistik mencatat kenaikan jumlah sepeda motor sebesar 6.457.707 unit dari tahun 2017 yang berjumlah 100.200.245 unit hingga tahun 2018 berjumlah 106.657.952 unit.



Gambar.1 simulasi kuat suara *Conical silencer*

Selain digunakan untuk beraktifitas motor juga digunakan untuk kompetisi balap motor yang digunakan untuk motor balap

berbeda dengan motor yang digunakan sehari hari. Berbagai komponen motor dimodifikasi untuk meningkatkan performa kendaraan yang digunakan pada motor balap. Untuk menaikkan performa faktor penting adalah suku cadang motor. Suku cadang yang untuk motor balap biasa disebut suku cadang racing. Salah satu komponen yang dimodifikasi adalah knalpot. Senior instruktur Astra Motor Training Center Semarang Fachrul Reza mengatakan knalpot yang dimodifikasi dapat meningkatkan kecepatan jika knalpot tersebut sesuai karena tidak menghalangi gas buang keluar maka tenaga bisa bertambah namun dampak lainnya adalah menjadikan bahan bakar boros (Radityasani, 2020:2).

Penggunaan knalpot racing atau knalpot *Free flow* marak digunakan akhir akhir ini di kalangan masyarakat. Knalpot *Free flow* atau knalpot wor menjadi solusi modifikasi karena perbedaan suara dan performa kendaraan tanpa mengubah setingan mesin. *Free flow* berarti knalpot yang didesain supaya laju aliran udara dibuat tidak ada hambatan sama sekali. Konstruksi muffler atau header memiliki moncong lebih besar daripada knalpot standar itu yang mengakibatkan suara yang

dihasilkan knalpot *Free flow* memiliki suara yang lebih bising daripada knalpot standar.

Besaran suara kalpot racing diatur dalam peraturan menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 7 Tahun 2009. Dalam aturan tersebut dijelaskan bahwa tingkat kebisingan motor untuk kapasitas 80 cc hingga 175 cc maksimal 83 decibel (dB) dan diatas 175 cc maksimal 80 cc hingga 175 cc maksimal 83 decibe (dB). Namun masyarakat banyak yang belum mengetahui atau melanggar aturan tersebut sehingga banyak dilakukan Pelanggaran Penggunaan knalpot racing. Banyak masyarakat yang ikut dalam menggunakan knalpot racing dengan harapan untuk menaikkan performa motor tanpa memperhatikan akibatnya. (Hasibuan dan Batubara, 2016:271) menyatakan Kebisingan timbul akibat ledakan campuran bahan bakar dan udara di dalam ruang bakar (silinder). Kebisingan disalurkan bersama gas buang melalui klep buang (outlet) pada langkah akhir pembakaran yang dihubungkan dengan knalpot (exhaust). Aliran gas melalui saluran buang menghasilkan getaran dan kebisingan. Kebisingan merupakan suatu permasalahan yang cukup penting terutama dalam kaitannya dengan kenyamanan. Apabila kebisingan dialami dalam jangka waktu yang lama dapat mengancam tingkat kenyamanan dan kesehatan manusia.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Akhyia et al.,2016:12) menyatakan bahwa knalpot wor atau knalpot *Free flow* berpengaruh terhadap kenaikan daya dan tingkat kebisingan yaitu 101,6 Decibel (dB) yang berarti melewati batas standar yang diizinkan. (Sarwuna et al.,2017:7) dalam penelitiannya mengungkapkan tekanan balik pada knalpot berpengaruh terhadap perfoma mesin, tekanan balik terlalu besar atau terlalu kecil tidak menghasilkan perfoma yang maksimal. Menurut (Putra et al.,2015:130) tekanan balik kanlpot standar lebih besar dibandingkan knalpot *Free flow*. Knalpot *Free flow* dengan tekanan balik yang terlalu kecil maka performa kendaraan kurang maksimal dan suara yang dihasilkan menimbulkan kebisingan. (Mohammad et al., 2017:44) menyatakan bahwa penting untuk mengurangi kebisingan namun tekanan balik yang terlalu tinggi dapat mengurangi pembilasan mesin dan akan berpengaruh pada performa kendaraan. Maka perlu dilakukan penelitian Kembali untuk menghasilkan knalpot dengan perfoma yang maksimal namun dengan tingkat kebisingan dibawah standar kebisingan yang berlaku.

Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan knalpot dengan tingkat kebisingan di bawah standar yang ditentukan

membutuhkan waktu yang cukup lama dan biaya yang cukup tinggi. salah satu untuk mengurangi biaya produksi yaitu dengan melakukan analisis suara knalpot dengan menggunakan aplikasi Comsol Multiphisc 5.6 untuk menganalisis peredaman suara pada silencer. Dengan tujuan untuk apakah knalpot *Conical silencer* lebih baik dibandingkan dengan knalpot *Free flow* berdasarkan uji suara pada gas buang.

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah simulasi menggunakan metode elemen hingga melalui bantuan *software Comsol Multiphysics 5.6*. dengan variabel bebas variasi sudut cone 90°, 100°, dan 110° serta variasi jarak cone 20mm, 30mm, dan 40mm.

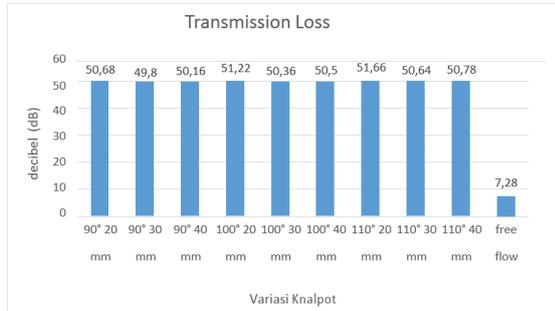
Hasil Dan Pembahasan

Pengujian knalpot tipe *Free flow* dan *Conical silencer* dengan *software Comsol MultiPhysics 5.6* menghasilkan perubahan kekuatan suara pada inlet menuju outlet. Pada bagian outlet memiliki perbedaan kuat suara pada knalpot yang diuji. Hasil uji menunjukkan perbedaan gradasi warna dari inlet menuju outlet seperti pada gambar 4.33 yang menunjukan perbedaan kuat suara. Penurunan kuat suara terjadi pada bagian outlet dibandingkan pada bagian inlet. Hal tersebut terjadi akibat gelombang suara yang mengalir melewati ruang yang memiliki luas berbeda maka mengakibatkan suara akan memantul meredam gelombang suara. Diperkuat dengan pendapat (Masa'id et al., 2021:3) pengurangan atau peredaman pada knalpot memanfaatkan fenomena interferensi atau gelombang yang saling meredam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan gradasi warna pada knalpot yang diuji. Hal tersebut menunjukkan suara yang dihasilkan berbeda. Berdasarkan hasil uji simulasi menunjukkan nilai kuat suara knalpot *Free flow* lebih tinggi dibanding knalpot *Conical silencer* yaitu berkisar antara 85 decibel (dB). Sedangkan besaran kuat suara pada knalpot *Conical silencer* berkisar antara 70 dB sampai dengan 75 dB. Hal ini menunjukkan tingkat kebisingan knalpot *Free flow* lebih tinggi dibanding dengan knalpot *Conical silencer*.

Untuk membandingkan kemampuan peredaman suara pada knalpot menggunakan nilai transmission loss. Menurut studi literatur menyatakan bahwa nilai transmission loss dapat dianggap sebagai kemampuan peredaman suara knalpot. (Puhan et al., 2019:1) menyatakan transmission loss merupakan seberapa banyak gelombang suara yang ditahan oleh knalpot.

Artinya apabila nilai transmission loss semakin tinggi maka kemampuan peredaman knalpot semakin baik. Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan nilai transmission loss yang berbeda dari knalpot yang diuji.

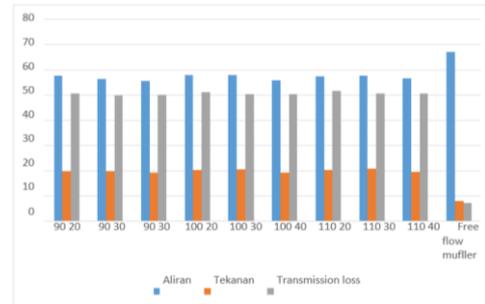


Gambar.2 Grafik nilai *transmission loss*

Nilai transmission loss berbanding terbalik dengan kuat suara pada outlet atau suara yang dihasilkan knalpot. Semakin tinggi nilai transmission loss maka suara yang dihasilkan semakin rendah. Gambar 2 menunjukkan nilai hasil uji simulasi nilai transmission loss dimana nilai transmission loss pada knalpot *Free flow* memiliki nilai terendah dibandingkan dengan knalpot *Conical silencer*. Hal ini dapat diartikan kemampuan peredaman suara pada knalpot *Conical silencer* lebih baik dibandingkan dengan knalpot *Free flow*. Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan nilai transmission loss pada knalpot *Free flow* memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan knalpot *Conical silencer*. Dengan ini diasumsikan knalpot *Conical silencer* memiliki kemampuan peredaman yang lebih baik dibandingkan dengan knalpot *Free flow*. Terjadi penurunan nilai transmission loss sebesar 609,6% pada variasi variasi sudut cone 110° dan variasi jarak cone 20 mm dibandingkan dengan knalpot *Free flow*. Hal ini berbanding lurus dengan hasil simulasi kuat suara dimana kuat suara pada knalpot *Free flow* lebih tinggi dibanding dengan knalpot *Conical silencer*.

Variasi sudut cone dan jarak cone pada knalpot *Conical silencer* berpengaruh terhadap perubahan nilai transmission loss. Pada variasi jarak cone 20 mm memiliki nilai transmission loss yang tertinggi. Sedangkan pada variasi sudut cone 110° memiliki nilai transmission loss yang tertinggi. Knalpot *Conical silencer* dengan kemampuan peredaman suara paling baik pada variasi sudut cone 110° dan jarak cone 20 mm berdasarkan nilai transmission loss. Pada sudut cone 110° memiliki nilai transmission loss yang tertinggi akibat tekanan balik yang dihasilkan lebih tinggi. Artinya gas buang lebih tertahan oleh cone dengan sudut yang lebih lebar. Hal ini diperkuat dengan

penelitian yang dilakukan oleh (Puhan et al., 2019:1) yang menyatakan semakin tinggi nilai tekanan balik semakin tinggi juga nilai transmission loss.



Gambar.3 Grafik hasil simulasi

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan hasil simulasi terhadap aliran, tekanan dan transmission loss knalpot *Free flow* dan knalpot *Conical silencer*. Grafik menunjukkan perbedaan nilai tekanan dan transmission loss gas buang pada knalpot *Free flow* lebih rendah dibanding knalpot *Conical silencer*. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa tekanan balik pada knalpot *Free flow* lebih rendah dibanding dengan knalpot *Conical silencer*. Gas buang yang mengalir dalam knalpot *Free flow* tidak ada hambatan yang berarti sehingga tekanan balik yang terjadi juga rendah. Tekanan balik yang rendah ini dapat berpengaruh terhadap performa kendaraan. Apabila tekanan balik rendah maka pada saat overlapping katup maka campuran udara dan bahan bakar terbawa menuju katup buang sehingga pembakaran kurang maksimal. Nilai transmission loss knalpot *Free flow* lebih rendah dibandingkan dengan knalpot *Conical silencer*. Hal ini menunjukkan bahwa peredaman suara knalpot *Conical silencer* lebih baik dibandingkan dengan knalpot *Free flow*. Hal ini diakibatkan karena fenomena interferensi yang terjadi di dalam knalpot *Conical silencer*. Gelombang suara yang saling meredam diantara ruang-ruang pada knalpot *Conical silencer* mengakibatkan peredaman suara pada knalpot *Conical silencer* lebih baik dibandingkan dengan knalpot *Free flow*.

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan nilai kecepatan gas buang pada knalpot *Free flow* lebih tinggi dibandingkan dengan knalpot *Conical silencer*. Hal ini diakibatkan gas buang yang mengalir tidak terhambat sehingga kecepatan fluida yang mengalir tidak mengalami penurunan yang signifikan dari kecepatan pada inlet yakni hanya sebesar 6 %. Penurunan kecepatan pada knalpot *Free flow* dan knalpot *Conical silencer* berdasarkan hukum kontinuitas fluida maka akan tetap terjadi penurunan kecepatan dari inlet karena

terjadi perubahan luasan lintasan yang dilalui oleh fluida. Pada knalpot *Conical silencer* memiliki luasan yang lebih besar dibandingkan dengan knalpot *Conical silencer* akibatnya penurunan kecepatan gas buang lebih besar dibanding knalpot *Free flow*.

Variasi sudut cone dan jarak cone pada knalpot *Conical silencer* berpengaruh terhadap aliran, tekanan dan peredaman suara gas buang. Sudut cone yang divariasikan mengakibatkan adanya perubahan dimensi yang dilalui oleh gas buang sehingga 140 penurunan kecepatan gas buang lebih besar. Artinya semakin besar sudut cone yang divariasikan maka kecepatan fluida akan semakin menurun. Diperkuat dengan pendapat (Sarwuna et al., 2017:7) dimana semakin besar luasan yang dilalui oleh fluida maka kecepatan fluida juga semakin menurun. Apabila semakin besar sudut cone yang divariasikan juga mengakibatkan tekanan fluida semakin besar. Semakin besar sudut cone maka gas buang akan semakin terhambat sehingga mengakibatkan tekanan balik semakin besar. Jarak cone yang divariasikan berpengaruh terhadap terjadinya fenomena interferensi dimana gelombang suara yang saling meredam. Jarak cone berpengaruh terhadap perambatan gelombang suara yang saling meredam. Pada variasi jarak cone 20 mm nilai transmission loss paling tinggi karena memiliki jarak paling besar antara cone pembatas dan triple cone.

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan terhadap knalpot *Free flow* dan knalpot *Conical silencer* dapat disimpulkan bahwa knalpot *Conical silencer* lebih efektif dibandingkan dengan knalpot *Free flow*. Hal ini berdasarkan nilai transmission loss pada knalpot *Conical silencer* lebih besar dibandingkan dengan knalpot *Free flow* sehingga suara yang diredam semakin besar. Sedangkan variasi sudut cone dan jarak cone yang paling efektif terdapat pada variasi sudut cone 110° dan jarak cone 30 mm. Hal ini berdasarkan hasil simulasi yang menunjukkan pada variasi sudut cone 110° memiliki nilai tekanan balik yang paling tinggi akibatnya campuran bahan bakar yang keluar ke knalpot pada saat overlapping lebih sedikit dan performa kendaraan lebih maksimal. Pada variasi jarak 30 mm nilai kecepatan gas buang memiliki nilai paling besar. Apabila nilai kecepatan gas buang semakin besar maka gas buang tidak terhambat akibatnya berpengaruh terhadap tekanan balik dan performa kendaraan. Hal ini diperkuat dengan pendapat (Murali et al., 2021:1) mengungkapkan peningkatan tekanan balik yang terlalu tinggi

dapat menurunkan performa kendaraan dan (Sarwuna et al., 2017:7) dimana tekanan balik yang terlalu besar atau terlalu kecil akan berakibat kurang baik untuk kendaraan.

SIMPULAN dan SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang analisis kuat suara pada knalpot *Free flow* dan *Conical silencer* pada software *Comsol Multiphysics 5.6*

1. Variasi sudut cone dan jarak cone pada knalpot *Conical silencer* berpengaruh terhadap kuat suara dan peredaman suara gas buang. Variasi jarak cone 20 mm memiliki kemampuan peredaman suara tertinggi berdasarkan nilai transmission loss. Sedangkan variasi sudut cone 110° memiliki kemampuan peredaman suara tertinggi berdasarkan nilai transmission loss. Nilai kuat suara knalpot *Conical silencer* lebih rendah berkisar anatar 70 dB sampai dengan 75 dB dibandingkan dengan knalpot *Free flow* sebesar 85 dB.
2. Perbedaan nilai kecepatan aliran dan tekanan gas buang pada knalpot *Free flow* tidak terlalu signifikan. Namun perbedaan kuat suara yang dihasilkan oleh knalpot *Conical silencer* lebih baik dibandingkan dengan knalpot *Free flow*. Artinya knalpot *Conical silencer* dapat meredam suara dengan baik dan meningkatkan performa kendaraan dibandingkan dengan knalpot *Free flow*.
3. Berdasarkan hasil simulasi aliran, tekanan dan kuat suara pada knalpot *Conical silencer* pada variasi sudut cone 110° dan jarak cone 30 mm memiliki desain paling efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhya, R., H. Bugis, dan Basor. 2016. Analisis Penggunaan Knalpot Model *Free flow* Dan Busi Racing Terhadap Torsi, Daya Dan Tingkat Kebisingan Sepeda Motor 4 Langkah. *NOZEL* 1(2): 1-14.
- Hasibuan, R., dan E. Batubara. 2016. Simulasi Peredam Aktif Secara Komputasional Analisa Karakteristik Kebisingan Knalpot Sepeda Motor Sistem Kendali Kebisingan Aktif Metode Elemen Hingga. *Prosiding Seminar Nasional ReTII. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta. Yogyakarta. 271-273.*
- Masa'id, A., Ubaidillah, B. W. Lenggana, D. R. Pratama, E. T. Maharani, dan F. R.

- Sinaga. 2021. Noise Quality and Muffler Design of A Formula SAE Racecar. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Orlando. 1–8.
- Mohammad, M., A. M. M. Buang, A. A. Dahlan, M. H. Khairuddin, dan M.Said. 2017. Simulation of Automotive Exhaust Muffler for Tail Pipe Noise Reduction. *Jurnal Teknologi* 79(7-4):37–45.
- Murali, R., A. B. Shahrman, Z. M. Razlan, W. K. W. Ahmad, A. I. Azizul, M. A.Rojan, M. I. N. Ma'arof, M. A. Radzuan, M. A. S. M. Hassan, dan Z. Ibrahim.2021. A Review on the Correlation between Exhaust Backpressure and the Performance of IC Engine. *Journal of Physics: Conference Series* 2051(1): 1–6.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2009. Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru. 6 April 2009. Dinas Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Puhan, P., D. K. Sahu dan D. Mishra. 2019. CFD Analysis of a Perforated Inner Pipe Exhaust Muffler for the Prediction of Transmission Loss and Backpressure Using Reverse Engineering. *Proceedings of the 7th International and 45th National Conference on Fluid Mechanics and Fluid Power*. IIT Bombay. Mumbai. 1–4.
- Putra, W., H. Maksum dan D. Fernandez. 2015. Pengaruh Penggunaan Knalpot Standar Dan Racing Terhadap Tekanan Balik, Suhu Dan Bunyi Pada Sepeda Motor 4 Tak. *Automotive Engineering Education Journals* 4(2): 1–15.
- Radityasani, M. F. 2020. Biker Skutik Knalpot Racing Dihukum, Ingat Aturan KebisinganSuara.<https://otomotif.kompas.com/read/2021/02/03/070200915>. 20 Mei 2021.
- Sarwuna, S., W. Ruslan, dan I. Setiawan. 2017. Kajian Simulasi Pengaruh Tekanan Balik Gas Buang Terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor Empat Langkah 135cc. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin* 7(3)143–149.