

## **KEMAMPUAN MUFFLER TIPE BAFFLE DAN LOUVRE TERHADAP REDUKSI KEBISINGAN PADA MESIN TOYOTA KIJANG TIPE 5K**

**Bagus Anggraini**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [bagusanggraini@mhs.unesa.ac.id](mailto:bagusanggraini@mhs.unesa.ac.id)

**Warju**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: [warju@unesa.ac.id](mailto:warju@unesa.ac.id)

### **Abstrak**

Kebisingan merupakan suara atau bunyi yang mengganggu. Tingkat kebisingan kendaraan yang terlalu tinggi akan mengurangi tingkat kenyamanan berkendara bagi pengemudi dan orang lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mendeskripsikan kemampuan *muffler* tipe *baffle* dan *louvre* terhadap reduksi kebisingan pada mesin Toyota Kijang tipe 5K. Jenis penelitian adalah penelitian eksperimen (*experimental research*). Variabel independen adalah knalpot standar mesin Toyota Kijang 5K dan knalpot modifikasi yang didesain ulang bentuk *muffler*-nya menggunakan tipe *baffle* dan *louvre*. Variabel dependen adalah tingkat kebisingan, tekanan balik (*back pressure*), dan temperatur gas buang. Variabel kontrol adalah putaran mesin yaitu 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, dan 5000 rpm, temperatur oli mesin  $\geq 60^{\circ}\text{C}$ , temperatur ruang uji  $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ , kelembapan udara ruang uji  $60\text{-}70\% \text{RH}$ , bahan bakar yang digunakan *pertalite*, dan kecepatan angin  $< 9 \text{ m/s}$ . Bahan penelitian yang digunakan adalah plat galvanis dan *pertalite*. Objek penelitian adalah mesin Toyota Kijang tipe 5K. Standar pengujian tingkat kebisingan berdasarkan standar ISO/FDIS 5130:2006(E). Teknik analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan *muffler* tipe *baffle* dapat mereduksi kebisingan sebesar 0,75%. Penggunaan *muffler* tipe *louvre* juga dapat mereduksi kebisingan sebesar 1,56%. *Muffler* eksperimen yang terbaik untuk mereduksi kebisingan didapat pada *muffler* tipe *louvre*, karena memiliki tekanan balik (*back pressure*) yang lebih besar sehingga kebisingan yang dihasilkan menjadi lebih rendah.

**Kata Kunci:** *Muffler, baffle, louvre*, kebisingan, konsumsi bahan bakar, emisi gas buang.

### **Abstract**

Noise is sound or annoying noise. Vehicle noise levels that are too high will reduce the level of driving comfort for the driver and others. This study aims to determine and describe the ability of baffle and louvre type mufflers on noise reduction on Toyota Kijang type 5K engines. This type of research is experimental research. The independent variable is the standard Toyota Kijang 5K engine exhaust and modified muffler which is redesigned with the muffler shape using baffles and louvre types. The dependent variable is the noise level, back pressure, and exhaust gas temperature. The control variables are engine speed which are 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, and 5000 rpm, engine oil temperature  $\geq 60^{\circ}\text{C}$ , test chamber temperature  $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ , room humidity  $60\text{-}70\% \text{RH}$  test, the fuel used is *pertalite*, and wind speed  $< 9 \text{ m/s}$ . The research material used was galvanized plate and *pertalite*. The object of research is the Toyota Kijang type 5K engine. Noise level testing standards are based on ISO / FDIS 5130: 2006 (E) standards. Data analysis techniques using quantitative descriptive methods. The test results show that the use of a baffle type muffler can reduce noise by 0.75%. The use of louvre type mufflers can also reduce noise by 1.56%. The best experimental muffler to reduce noise is found in louvre-type mufflers, because it has a back pressure is greater so that the resulting noise becomes lower.

**Keywords:** *Muffler, baffle, louvre, noise, fuel consumption, exhaust emissions.*

### **PENDAHULUAN**

Kenyamanan dan ketentraman di lingkungan merupakan suatu hal yang sangat diinginkan oleh banyak orang. Namun yang terjadi saat ini, kebisingan sudah tidak

membuat nyaman lagi pada pendengaran manusia. Hal ini diiringi dengan berkembangnya mesin produksi yang banyak digunakan pada pabrik-pabrik dan mesin motor bakar yang digunakan pada moda transportasi.

Kebisingan merupakan suara atau bunyi yang mengganggu. Dalam dunia otomotif, pengendalian kebisingan pada produk yang dihasilkan sangatlah berpengaruh pada daya jualnya, terutama pada mobil mewah. Mobil dengan tingkat kenyamanan yang lebih baik akan memberikan nilai positif pada kesehatan pengguna maupun lingkungan sekitar. Begitu pula sebaliknya, tingkat kebisingan yang terlalu tinggi akan mengurangi tingkat kenyamanan bagi pengemudi dan orang lain. Selain itu, kebisingan juga akan menciptakan lingkungan kerja yang kurang sehat yang dapat mempercepat datangnya kelelahan (Subagio, 1990).

Perusahaan industri otomotif dari berbagai macam merek, seperti pembuatan mobil, sudah banyak berinovasi mulai dari desain bentuk body, desain mesin, dan juga pada knalpot yang merupakan suatu komponen untuk meredam kebisingan yang ditimbulkan dari mesin kendaraan bermotor tersebut.

Knalpot adalah alat peredam kebisingan pada kendaraan, apakah itu mobil, sepeda motor, dan lain sebagainya. Untuk tujuan tersebut, maka knalpot dirancang sedemikian rupa agar suara yang keluar tidak begitu bising dalam artian mampu menyerap kebisingan yang dihasilkan oleh motor pembakaran dalam.

Penelitian tentang pengendalian kebisingan telah dilakukan oleh Mohiuddin, Ideres dan Hashim (2005) dengan judul penelitian "*Experimental Study of Noise and Back Pressure for Silencer Design Characteristics*". Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter yang mengatur kinerja *muffler* adalah desain ruang knalpot, pembatasan aliran gas buang dan bahan dari knalpot itu sendiri. Hubungan antara tekanan balik dan kebisingan itu berbanding terbalik. Penurunan tekanan balik akan menghasilkan kebisingan yang tinggi. Namun, hubungan ini tidak diinginkan karena kita ingin memiliki *muffler* yang tenang tetapi dengan tekanan balik kecil (*ideal muffler*).

Penelitian tentang pengendalian kebisingan pernah dilakukan oleh Warju, Muliatna dan Dewanto (2009) dengan judul "Rancang bangun *muffler* dengan *catalytic converter* berbahan baku alternatif sebagai upaya meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan program langit biru" dengan menggunakan *muffler* tipe *straight through*, *muffler* tipe *three pass tube*, dan *muffler* tipe *off-set tube*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *muffler* tipe *straight through* dapat mereduksi kebisingan sebesar 15,21%, *muffler* tipe *three pass tube* dapat mereduksi kebisingan sebesar 9,2%, dan *muffler* tipe *off-set tube* dapat mereduksi kebisingan sebesar 8,43% pada mobil Toyota Kijang Innova Tipe G Tahun 2006 jika dibandingkan dengan penggunaan knalpot standar.

Penelitian tentang pengendalian kebisingan juga dilakukan oleh Fachrul, Yulyanto dan Merya (2011) dengan judul penelitian "Desain penyusunan peredam kebisingan menggunakan *plywood*, busa, *tray* dan sabut pada sumber statis". Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan Lw (tingkat daya bunyi) dari sumber suara yang diberi pengendali kotak *plywood* berlapis busa, *tray* dan sabut terlihat sangat efektif menurunkan tingkat daya bunyi pada frekuensi 8000 Hz, yaitu dengan Lw total sebesar 31,94 dB dengan pengurangan Lw (tingkat daya bunyi) sebesar 67,93% yang awal mulanya adalah 99,6 dB.

Penelitian lanjutan dilakukan oleh Sanata (2011) dengan judul penelitian "Pengaruh diameter pipa saluran gas buang tipe *straight through muffler* terhadap unjuk kerja motor bensin empat langkah". Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas kebisingan tertinggi sebesar 106,4 dB di 8000 rpm dengan knalpot uji 1½ inch dan intensitas kebisingan terendah 96,2 dB di 8000 rpm dengan knalpot standar. Terjadi peningkatan dB pada knalpot uji 1½ inch sebesar 10,6% dibandingkan dengan knalpot standar. Semakin besar diameter pipa knalpot uji, maka suara yang dihasilkan dari knalpot tersebut akan semakin tinggi atau intensitas kebisingannya semakin meningkat pula.

Penelitian lanjutan juga dilakukan oleh Reddy dan Reddy (2012) dengan judul penelitian "*Design and Optimization of Exhaust Muffler in Automobiles*" dengan mengubah ketebalan dari *baffle* standar 2 mm menjadi *baffle* baru 3 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *baffle* standar 2 mm memiliki frekuensi 281 Hz dan *baffle* baru 3 mm memiliki frekuensi 381 Hz.

Penelitian lain dilakukan oleh Manunggal dan Warju (2013) dengan judul penelitian "Pengaruh penggunaan *metallic catalytic converter* berbahan tembaga dan aplikasi teknologi SASS terhadap performa sepeda motor Honda New Mega Pro". Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *metallic catalytic converter* berbahan tembaga yang dikombinasikan teknologi SASS pada sepeda motor Honda New Mega Pro tahun perakitan 2008 dapat menurunkan tingkat kebisingan tertinggi sebesar 6,01% pada putaran 7500 rpm.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Yusuf dan Marsudi (2013) dengan judul penelitian "Pengaruh penggunaan *Diesel Particulate Trap* berbahan tembaga dan *glasswool* terhadap performa mesin Isuzu Panther Tahun 1997". Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kebisingan optimal yang dihasilkan menggunakan knalpot eksperimen (menggunakan DPT) dengan ukuran sisi kotak 40 mm, yaitu sebesar 61 dB dengan persentase peningkatan 8,929 % pada putaran 1100 rpm dibandingkan dengan menggunakan knalpot standar (tidak menggunakan DPT).

Penelitian sejenis dilakukan oleh Ariyanto dan Warju (2014) dengan judul penelitian “Rancang bangun *Diesel Particulate Trap* (DPT) untuk mereduksi opasitas, konsumsi bahan bakar, dan tingkat kebisingan mesin Isuzu C190”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan DPT Fe+Cr 20 mm dapat mereduksi tingkat kebisingan sebesar 1,7%, DPT Fe+Cr 15 mm dapat mereduksi kebisingan sebesar 3,5%, dan DPT Fe+Cr 10 mm dapat mereduksi kebisingan sebesar 5%.

Penelitian sejenis juga dilakukan oleh Sulistiyono dan Warju (2014) dengan judul penelitian “Unjuk kemampuan *Metallic Catalytic Converter* berbahan dasar kuningan berlapis nikel terhadap performa mesin, reduksi emisi gas buang, dan tingkat kebisingan Sepeda Motor Yamaha V-Ixion Tahun 2011”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *metallic catalytic converter* berbahan kuningan dengan katalis 3 mm dapat meningkatkan kebisingan sebesar 6,56%, katalis 5 mm sebesar 8,72%, dan katalis 7 mm sebesar 10,57%.

Penelitian serupa dilakukan oleh Reddy dan Prakash (2016) dengan judul penelitian “*Design and Fabrication of Reactive Muffler*”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *muffler* tipe ini dapat mereduksi kebisingan sebesar 16,2 dB.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lanjutan tentang reduksi kebisingan pada kendaraan khususnya mobil dengan menggunakan *muffler* tipe *baffle* dan *louvre* dengan *muffler* standar pabrik pada mesin Toyota Kijang tipe 5K. Penelitian ini perlu dilakukan agar lulus uji kebisingan berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 07 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru.

## METODE

### Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian eksperimen (*experimental reseach*).

### Objek Penelitian

Objek penelitian adalah mesin Toyota Kijang tipe 5K.

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret-Agustus 2019.

## Variabel penelitian

### ➤ Variabel Independen

“Variabel independen adalah variabel yang sering disebut sebagai variabel stimulus, prediktor, dan antesenden” (Sugiyono, 2013:39). Variabel ini mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen. Variabel independen dalam penelitian ini adalah knalpot standar mesin Toyota Kijang Tipe 5K dan knalpot modifikasi yang didesain ulang bentuk *muffler*-nya menggunakan tipe *baffle* dan *louvre*.

### ➤ Variabel Dependen

“Variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel independen” (Sugiyono, 2013:39). Variabel dependen dalam penelitian ini adalah:

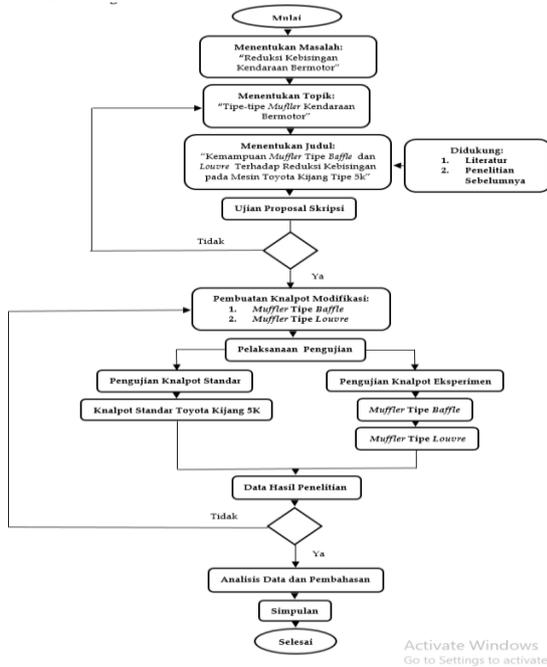
- Kebisingan
- Tekanan balik (*back pressure*)
- Temperatur gas buang

### ➤ Variabel Kontrol (*Control Variable*)

“Variabel kontrol merupakan variabel yang membatasi (sebagai kendali) atau mewarnai variabel moderator (penengah)” (Narbuko, 2005:120). Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Putaran mesin yaitu 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, dan 5000 rpm.
- Temperatur oli mesin 60-70°C.
- Temperatur ruang uji 20-35°C.
- Kelembapan udara ruang uji 60-70%RH.
- Bahan bakar yang digunakan *pertalite*.
- Kecepatan angin < 9 m/s.

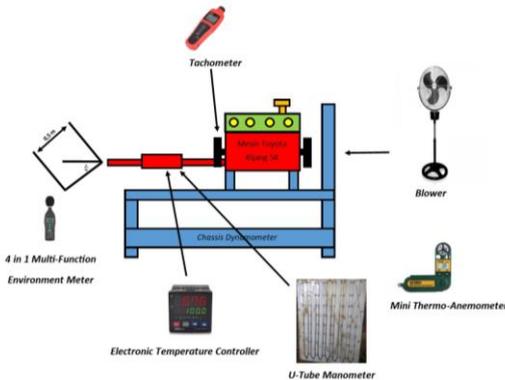
**Rancangan Penelitian**



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian merupakan alat ukur dan alat uji yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian. Adapun skema instrumen penelitian dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Instrumen Penelitian

**Metode Pengujian**

Metode pengujian tingkat kebisingan berdasarkan standar ISO/FDIS 5130:2006(E).

**Prosedur Pengujian**

Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

- Pengujian Tingkat Kebisingan
  - Persiapan pengujian tingkat kebisingan:
    - Mempersiapkan kendaraan yang diuji.
    - Memastikan kendaraan yang diuji pada kondisi standar pabrikan.

- Melakukan *tune up* mesin sesuai standar pabrikan.
- Menyiapkan *manometer* dan *SLM (sound level meter)* yang sudah dikalibrasi sesuai prosedur.
- Mencatat *ambient temperature* dan *humidity*.
- Memasang selang *manometer* ke dalam *pressure taps*.

- Pelaksanaan pengujian tingkat kebisingan:
  - Mereset *sound level meter* pada posisi *A-weighting network* dan *slow dynamic respond*.
  - Pengujian dilakukan pada sisi *exhaust outlet*.
  - Menempatkan *microphone* 0,5 m ± 0,01 m dari *exhaust outlet* dengan tinggi yang sama (± 0,01 m) dari *exhaust outlet* dan 45° ± 10°C dari garis normal kendaraan.
  - Memastikan kecepatan angin dari *blower* pada saat pengujian harus lebih rendah dari 9 m/s.
  - Penguji harus berada pada jarak 3 m lurus membelakangi *microphone*.
  - Mengatur posisi *throttle* setengah dari kondisi normal pada saat pengujian dilakukan.
  - Melakukan pengujian untuk *muffler* kelompok standar dan kelompok eksperimen.
  - Melakukan pengambilan data pada putaran berubah mulai 1000 rpm-5000 rpm dengan rentang 500 rpm.
  - Pengujian dan pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali pada masing-masing knalpot standar, knalpot tipe *baffle*, dan knalpot tipe *louvre*.
- Akhir pengujian tingkat kebisingan:
  - Untuk beberapa waktu mesin dibiarkan pada putaran *idle*.
  - Mesin Toyota Kijang 5K dimatikan.
  - Membersihkan alat pengujian dan mengembalikan alat pada tempatnya.

**Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode deskriptif digunakan untuk menganalisa data dengan cara menggambarkan data yang telah terkumpul untuk menganalisa data dengan cara menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya dan disajikan melalui tabel, grafik, diagram lingkaran, dan pictogram.

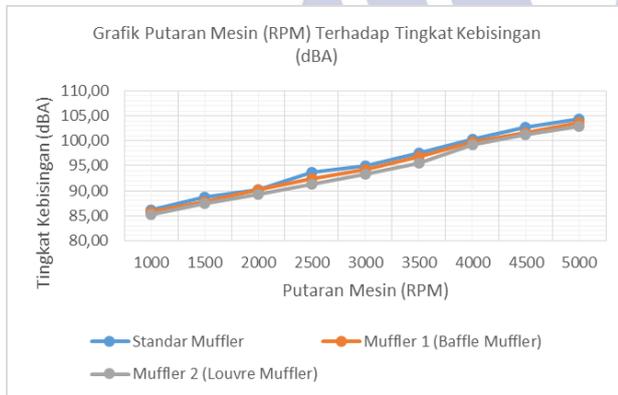
**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**Analisa dan Pembahasan Tingkat Kebisingan**

Secara umum, tingkat kebisingan yang dihasilkan mesin Toyota Kijang Tipe 5K dengan menggunakan *muffler* tipe *baffle* dan *muffler* tipe *louvre* dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 3 berikut ini.

Tabel 1. Tingkat Kebisingan (SPL)

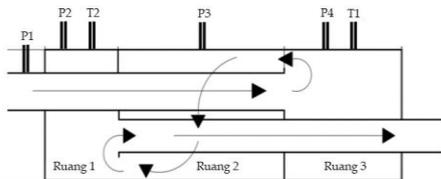
Putaran Mesin (Rpm)	Pengujian Tingkat Kebisingan (dBA)			Persentase Penurunan Kebisingan (%)	
	Kelompok Standar	Kelompok Eksperimen			
	Standard Muffler	Muffler 1 (Baffle Muffler)	Muffler 2 (Louvre Muffler)	Muffler 1 (Baffle Muffler)	Muffler 2 (Louvre Muffler)
1000	86,20	85,70	85,20	0,58	1,16
1500	88,63	87,77	87,37	0,98	1,43
2000	90,27	90,23	89,20	0,04	1,18
2500	93,67	92,40	91,30	1,35	2,53
3000	94,90	94,20	93,27	0,74	1,72
3500	97,60	96,90	95,50	0,72	2,15
4000	100,37	99,80	99,23	0,56	1,13
4500	102,77	101,60	101,33	1,14	1,39
5000	104,37	103,70	103,00	0,64	1,31
Rata-Rata Persentase Perubahan				0,75	1,56



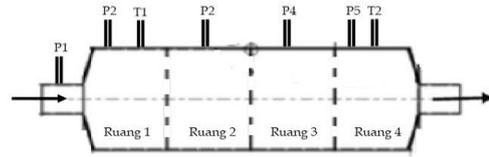
Gambar 3. Hubungan putaran mesin terhadap tingkat kebisingan

Secara umum, penggunaan *muffler* tipe *baffle* dan *muffler* tipe *louvre* pada mesin Toyota Kijang Tipe 5K dapat menurunkan kebisingan, namun tidak terlalu signifikan. Penurunan kebisingan yang terjadi dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 3 di atas.

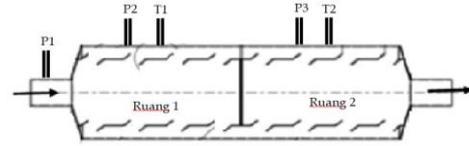
Berikut ini adalah gambar letak ruangan untuk mengukur tekanan balik (*back pressure*) dan temperatur gas buang.



Gambar 4. Letak ruangan *muffler* standar



Gambar 5. Letak ruangan *muffler* tipe *baffle*



Gambar 6. Letak ruangan *muffler* tipe *louvre*

Untuk mengetahui sejauh mana tekanan balik gas buang yang terjadi disetiap ruangan pada *muffler* tipe *baffle* dan *muffler* tipe *louvre*, dapat dilihat pada tabel 2 sampai tabel 4 di bawah ini.

Tabel 2. Tekanan Balik Pada Knalpot Standar

Putaran Mesin (Rpm)	Pengujian Tekanan Balik Pada Knalpot (kPa)			
	Kelompok Standar			
	Standard Muffler			
	P1	P2	P3	P4
1000	0,080	0,194	0,327	0,212
1500	0,097	0,221	0,345	0,239
2000	0,133	0,292	0,407	0,327
2500	0,186	0,362	0,460	0,407
3000	0,239	0,460	0,539	0,513
3500	0,292	0,583	0,689	0,628
4000	0,345	0,636	0,751	0,716
4500	0,398	0,831	0,919	0,866
5000	0,468	0,999	1,344	1,158

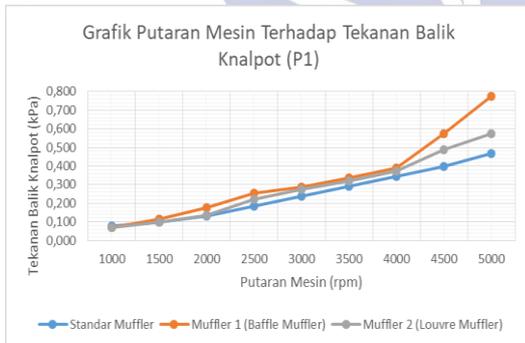
Tabel 3. Tekanan Balik Pada Knalpot Kelompok Eksperimen

Putaran Mesin (Rpm)	Pengujian Tekanan Balik Pada Knalpot (kPa)							
	Kelompok Eksperimen							
	Muffler 1 (Baffle Muffler)					Muffler 2 (Louvre Muffler)		
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3
1000	0,071	0,177	0,159	0,141	0,088	0,071	0,194	0,177
1500	0,115	0,248	0,221	0,203	0,106	0,099	0,258	0,240
2000	0,177	0,312	0,284	0,242	0,164	0,137	0,446	0,418
2500	0,256	0,433	0,411	0,373	0,249	0,221	0,535	0,517
3000	0,289	0,505	0,477	0,433	0,309	0,274	0,623	0,603
3500	0,334	0,576	0,550	0,488	0,373	0,320	0,734	0,712
4000	0,390	0,672	0,654	0,603	0,468	0,373	0,928	0,888
4500	0,575	0,972	0,955	0,865	0,663	0,486	1,154	1,084
5000	0,776	1,201	1,130	1,017	0,776	0,575	1,459	1,333

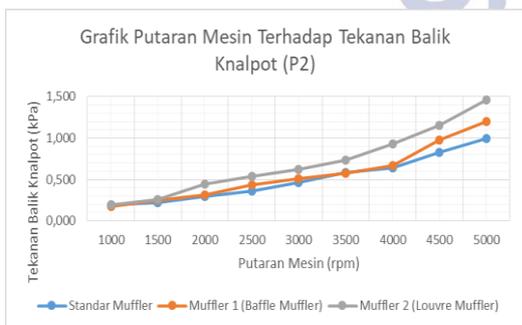
**Tabel 4.** Persentase Penurunan Tekanan Balik Pada Knalpot (%)

Putaran Mesin (Rpm)	Persentase Penurunan Tekanan Balik (%)			
	Muffler 1 (Baffle Muffler)		Muffler 2 (Louvre Muffler)	
	P1	P2	P1	P2
1000	11,111	9,091	11,111	0,000
1500	-18,182	-12,000	-1,515	-16,667
2000	-33,333	-7,071	-3,333	-53,030
2500	-38,095	-19,512	-19,048	-47,561
3000	-20,988	-9,936	-14,815	-35,577
3500	-14,646	1,263	-9,596	-25,758
4000	-13,248	-5,556	-8,120	-45,833
4500	-44,444	-17,021	-22,222	-38,830
5000	-65,723	-20,206	-22,642	-46,018
<b>Rata-Rata Persentase Perubahan</b>	<b>-26,394</b>	<b>-8,994</b>	<b>-10,020</b>	<b>-34,364</b>

Dari data pada tabel 3 dan tabel 4 di atas, apabila dibentuk dalam grafik akan tampak seperti pada gambar 7 dan gambar 8 di bawah ini.



**Gambar 7.** Hubungan antara putaran mesin terhadap tekanan balik knalpot (P1)



**Gambar 8.** Hubungan antara putaran mesin terhadap tekanan balik knalpot (P2)

Penggunaan *muffler* tipe *baffle* dan *muffler* tipe *louvre* pada mesin Toyota Kijang tipe 5K, dapat meningkatkan tekanan balik (*back pressure*). Peningkatan tekanan balik

(*back pressure*) yang terjadi dapat dilihat pada gambar 7 dan gambar 8 di atas.

Untuk mengetahui sejauh mana perubahan temperatur gas buang yang dihasilkan oleh *muffler* tipe *baffle* dan *muffler* tipe *louvre*, dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6 di bawah ini.

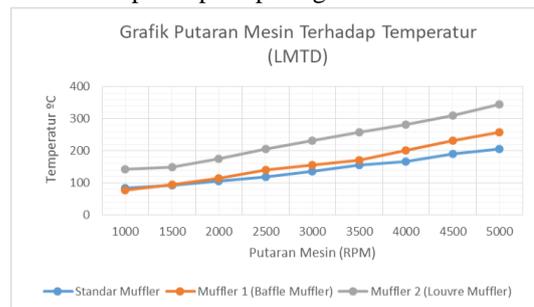
**Tabel 5.** Temperatur Gas Buang Pada Knalpot (T)

Putaran Mesin (Rpm)	Pengujian Temperatur (°C)					
	Kelompok Standar		Kelompok Eksperimen			
	Standard Muffler		Muffler 1 (Baffle Muffler)		Muffler 2 (Louvre Muffler)	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
1000	104,00	67,00	83,15	70,23	147,75	137,45
1500	117,00	73,00	101,15	88,37	151,23	148,50
2000	132,00	82,00	118,40	108,43	179,33	172,60
2500	148,00	93,00	145,27	133,67	208,67	203,77
3000	172,00	105,00	162,53	148,37	235,97	226,60
3500	189,00	127,00	180,47	162,27	263,30	252,20
4000	207,00	133,00	208,83	192,33	284,27	279,60
4500	238,00	148,00	240,43	222,57	314,30	305,37
5000	251,00	166,00	267,23	249,47	348,03	341,43

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan LMTD (*Log Mean Temperature Difference*) Pada Knalpot

Putaran Mesin (Rpm)	Pengujian Temperatur (°C)		
	Kelompok Standar	Kelompok Eksperimen	
	Standard Muffler	Muffler 1 (Baffle Muffler)	Muffler 2 (Louvre Muffler)
1000	84,15	76,51	142,54
1500	93,28	94,61	149,86
2000	105,02	113,34	175,95
2500	118,38	139,39	206,21
3000	135,76	155,34	231,25
3500	155,95	171,21	257,71
4000	167,28	200,47	281,93
4500	189,45	231,39	309,81
5000	205,58	258,25	344,72

Dari data pada tabel 6 di atas, apabila dibentuk dalam grafik akan nampak seperti pada gambar 9 di bawah ini.



**Gambar 9.** Hubungan antara putaran mesin terhadap temperatur (LMTD)

Penggunaan *muffler tipe baffle* dan *muffler tipe louvre* pada mesin Toyota Kijang tipe 5K dapat mengurangi kebisingan yang dihasilkan mesin. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 3 di atas.

Hasil penelitian ini lebih rendah dari pada penelitian sebelumnya yang mampu mereduksi tingkat kebisingan sampai 15,21% (Warju, Muliatna & Dewanto, 2009; Sanata, 2011). Hal tersebut dikarenakan volume ruang 1 dan ruang 2 knalpot terlalu luas sehingga sedikit sekali sekat yang menghalangi laju aliran gas buang.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan *muffler tipe baffle* berpengaruh terhadap reduksi kebisingan pada mesin Toyota Kijang tipe 5K dengan rata-rata persentase perubahan penurunan kebisingan sebesar 0,75%. Sedangkan, penggunaan *muffler tipe louvre* juga berpengaruh terhadap reduksi kebisingan pada mesin Toyota Kijang tipe 5K dengan rata-rata persentase perubahan penurunan kebisingan sebesar 1,56%.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa *muffler* eksperimen yang terbaik untuk mereduksi kebisingan pada mesin Toyota Kijang tipe 5K adalah *muffler tipe louvre*, karena memiliki tekanan balik (*back pressure*) yang lebih besar sehingga kebisingan yang dihasilkan menjadi lebih rendah.

#### SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengambilan data, analisa dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut:

- Penggunaan *muffler tipe baffle* dan *muffler tipe louvre* berpengaruh terhadap reduksi kebisingan pada mesin Toyota Kijang tipe 5K dengan rata-rata persentase perubahan penurunan sebesar 0,75% dan 1,56%.
- *Muffler* eksperimen yang terbaik untuk mereduksi kebisingan adalah *muffler tipe louvre*.

#### SARAN

Berdasarkan hasil pengujian, analisa dan pembahasan, serta simpulan, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

- Dari hasil penelitian sudah dibuktikan bahwa *muffler tipe baffle* dan *muffler tipe louvre* dapat mereduksi kebisingan kendaraan bermotor. Oleh karena itu, bagi pemilik mobil Toyota Kijang tipe 5K disarankan untuk memakai knalpot eksperimen tipe *louvre*.
- Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian tentang jenis *muffler* yang lainnya, karena bentuk *muffler tipe baffle* dan *muffler tipe louvre* tidak terlalu signifikan dalam mereduksi kebisingan kendaraan.
- Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mendesain ruang knalpot yang bisa memperkirakan

tekanan balik (*back pressure*) yang optimal untuk mereduksi kebisingan tanpa mempengaruhi performa mesin kendaraan bermotor.

- Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk mendesain ruang knalpot yang bisa meningkatkan temperatur gas buang sehingga dapat mereduksi emisi gas buang secara maksimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, S. R., & Warju. 2014. "Rancang Bangun *Diesel Particulate Trap* (DPT) Untuk Mereduksi Opasitas, Konsumsi Bahan Bakar, dan Tingkat Kebisingan Mesin Isuzu C190". *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 1 (3): hal: 19-28.
- Fachrul, M. F., Yulyanto, W. E., & Merya, A. 2011. "Desain Penyusunan Peredam Kebisingan Menggunakan *Plywood*, Busa, Tray dan Sabut pada Sumber Statis". *Jurnal Makara Teknologi*. Vol. 15 (1): hal. 63-67.
- ISO/FDIS 5130. 2006. *Acoustics-Measurements of Sound Pressure Emitted by Stationary Road Vehicles*.
- Jama, Jalius dkk. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1 untuk SMK*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Manunggal, R., & Warju. 2013. "Pengaruh Penggunaan *Metallic Catalytic Converter* Berbahan Tembaga dan Aplikasi Teknologi SASS terhadap Performa Sepeda Motor Honda New Mega Pro". *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 1 (2): hal. 110-115.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2009. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI Nomor 07 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Kebisingan Kendaraan Bermotor Tipe Baru*.
- Mohiuddin, A. K. M., Ideres, M. R., & Hashim, S. M. 2005. "Experimental study of noise and back pressure for silencer design characteristics". *Journal of Applied Sciences*. Vol. 5 (7): pp 1292-1298.
- Narbuko, Cholid. 2005. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Reddy, G. G., & Prakash, N. 2016. "Design and fabrication of reactive muffler". *International Journal of Chemical Science*. Vol. 14 (2): pp 1069-1076.
- Reddy, M. R., & Reddy, K. M. 2012. "Design and optimization of exhaust muffler in automobiles". *International Journal of Engineering Research and Applications*. Vol. 2 (5): pp 395-398.
- Sanata, A. 2011. "Pengaruh Diameter Pipa Saluran Gas Buang Tipe *Straight Through Muffler* Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin Empat Langkah". *Jurnal Rotor*. Vol. 4 (1): hal. 32-39.

- Subagio. 1990. *Mengurangi Kebisingan di dalam Mobil*. Yogyakarta: Media Teknik.
- Sugiyono. 2013. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sulistiyono, S. D., & Warju. 2014. “Unjuk Kemampuan *Metallic Catalytic Converter* Berbahan Dasar Kuningan Berlapis Nikel Terhadap Performa Mesin, Reduksi Emisi Gas Buang, Dan Tingkat Kebisingan Sepeda Motor Yamaha V-Ixion Tahun 2011”. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 2 (3): hal. 1-10.
- Warju, Muliatna, I. M., & Dewanto. 2009. “Rancang Bangun *Muffler* Dengan *Catalitic Converter* Berbahan Baku Alternatif Sebagai Upaya Meningkatkan Partisipasi Masyarakat Dalam Pelaksanaan Program Langit Biru”. Laporan Penelitian Kerjasama antar Perguruan Tinggi (Hibah Pekerti). Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.
- Yusuf, & Marsudi. 2013. “Pengaruh penggunaan *Diesel Particulate Trap* berbahan tembaga dan *Glasswool* terhadap performa mesin Isuzu Panther Tahun 1997”. *Jurnal Teknik Mesin Unesa*. Vol. 2 (1): hal. 48-54.

