

Analisis Perbandingan Penggunaan Bahan Peredam Suara *Glass Wool*, *Stainless Wool* dan *Fibre Glass* Terhadap Tingkat Kebisingan Pada Sepeda Motor Empat Langkah

Ari Akhabun Hasan¹, Hasan Maksu², Donny Fernandez³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Otomotif FT UNP

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 INDONESIA

¹ari120192@gmail.com

²

³

Intisari— Peningkatan penduduk di Indonesia mengakibatkan peningkatan taraf hidup dan kebutuhan transportasi. Peningkatan pertumbuhan sepeda motor diikuti munculnya *part racing*. Implementasi peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 7 Tahun 2009 belum terlaksana dengan baik ditunjukkan dengan masih banyaknya pengguna knalpot *racing* di jalan umum. Tingkat kebisingan yang di hasilkan knalpot *racing* dapat dikurangi dengan menggunakan bahan peredam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas bahan peredam suara knalpot *glass wool*, *stainless wool* dan *fibre glass*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen pada sepeda motor Yamaha Vega R 110 tahun rakitan 2006. Hasil penelitian menunjukkan bahan peredam suara pada knalpot menunjukkan hasil yang signifikan. Secara umum bahan peredam *fibre glass* mampu menurunkan tingkat kebisingan sebesar 3,67 dB (4,2%) jika dibandingkan dengan bahan peredam suara *glass wool* sebesar 3,6 dB (4,1%) dan *stainless wool* sebesar 0,94 dB (1,09%).

Kata kunci— Bahan Peredam Knalpot, Tingkat Kebisingan.

Abstract— The increase of population in Indonesia resulted in progressive increase in the standard of living and transportation needs. The increase in the number of motorcycles are followed the advent of racing parts. Implementation regulation of the Minister of Environment No. 7 /2009 has not done well indicated by the racing muffler on public roads. The noise level of racing exhaust can be reduce by using a exhaust packing. This research to determine the effectiveness of exhaust packing material glass wool, steel wool and fibre glass. This research used an experimental method on a Yamaha Vega R 110 assemblies in 2006. The result showed an exhaust packing has significant. The fibre glass is capable to reduce the noise level by 3.67 dB (4.2%), glass wool exhaust packing by 3.6 dB (4.1%) and steel wool exhaust packing by 0.94dB (1.09 %).

Keywords— exhaust packing, noise level.

I. PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia telah mengakibatkan peningkatan taraf hidup masyarakat, sehingga menuntut terjadinya peningkatan alat transportasi sebagai mobilitas masyarakat dalam menjalankan aktivitasnya sehari-hari. Meningkatnya kebutuhan alat transportasi tersebut mengakibatkan terjadinya peningkatan jumlah sarana transportasi seiring pertumbuhan jumlah penduduk di suattahan u daerah. Peningkatan kendaraan pribadi selalu terjadi dari tahun ke tahun, seperti data yang dikemukakan oleh Badan Statistika Kementerian Perhubungan Indonesia mengenai peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2012 berikut :

. Tabel 1. Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia dari Tahun 2010-2012

No	Jenis	2010	2011	2012
1	Mobil penumpang	8,891,041	9,548,866	10,166,817
2	Mobil Beban	4,687,789	4,958,738	5,062,424
3	Mobil bus	2,250,109	2,254,406	2,460,420
4	Sepeda Motor	61,078,188	68,839,341	74,613,566
5	Khusus	263,179	-	-
Jumlah		77,170,306	85,601,351	92,303,227

Sumber: Korlantas POLRI diolah kembali oleh Direktorat Keselamatan Transportasi Darat, Ditjen. Hubdat

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor pribadi khususnya sepeda motor terjadi di seluruh Kabupaten/Kota di Indonesia, termasuk di Provinsi Sumatera Barat. Seperti data yang dikemukakan Diklantas Polda Sumatera Barat mengenai peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari tahun 2010 sampai tahun 2012 seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. Jumlah Kendaraan Bermotor di Sumbang dari Tahun 2010-2012

No	Jenis	2010	2011	2012
1	Sepeda motor	131.572	174.353	223.353
2	Kendaraan roda 4	25.275	31.737	38.337
Jumlah		156.829	206.090	261.690

Sumber: Diklantas Polda Sumbang

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor jenis sepeda motor diikuti dengan pertumbuhan komponen *racing* yang menjanjikan peningkatan performa kendaraan bahkan penghematan bahan bakar. *Part racing* yang bermunculan sangat beragam seperti *ignition coil*, *CDI*, knalpot *racing*, dan lain sebagainya. Dari keseluruhan *part racing* yang banyak beredar di pasaran, knalpot *racing* merupakan salah satu pilihan yang sangat diminati oleh masyarakat umum karena dapat meningkatkan performa kendaraan tanpa harus melakukan perubahan pada *engine*.

Seiring banyaknya penggunaan knalpot *racing* di masyarakat umum mengakibatkan timbulnya berbagai permasalahan baru seperti meningkatnya konsumsi bahan bakar, meningkatnya emisi gas buang dan peningkatan temperatur kendaraan, serta meningkatnya tingkat kebisingan kendaraan. Peningkatan tingkat kebisingan dapat berdampak buruk bagi manusia dan lingkungan sosial. Menurut WHO (2004), "tingkat tekanan suara adalah ukuran dari getaran udara yang membentuk suara. Karena telinga manusia bisa mendeteksi berbagai tingkat tekanan suara (dari 20 μ Pa sampai 200 Pa), mereka diukur pada skala logaritmik dengan satuan desibel (dB) untuk menunjukkan kenyaringan suara".

Pengaruh yang ditimbulkan oleh penggunaan knalpot *racing* pada kendaraan bermotor akan menimbulkan polusi suara atau kebisingan yang membuat tidak nyaman bahkan berbahaya jika telah melebihi ambang batas. Buchari (2007) mengatakan bahwa "kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan, kenyamanan serta dapat menimbulkan ketulian". Oleh karena itu untuk menyikapi peningkatan kebisingan kendaraan bermotor Menteri Negara Lingkungan Hidup membuat peraturan tentang ambang batas kebisingan kendaraan bermotor baru khususnya sepeda motor.

Tabel 3 : Nilai ambang batas kendaraan bermotor tipe baru kategori L secara dinamis

Kategori		L Max dB (A)	
		Tahun Pemberlakuan	
		(i)	(ii)
Sepeda Motor	L \leq 80 cc	85	77
	80 < L \leq 175 cc	90	80
	L > 175 cc	90	83
Metoda Pengujian		ECE R51	ECE R-41-01

(Sumber : Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 7 tahun 2009 tentang ambang batas kebisingan kendaraan bermotor tipe baru)

Berlakunya Peraturan Menteri Lingkungan Hidup tentang ambang batas kebisingan kendaraan bermotor baru memaksa para pengguna kendaraan bermotor untuk mencari berbagai cara dan metode dilakukan untuk menaggulangi dan mengurangi polusi suara yang dihasilkan oleh kendaraan

bermotor. Berdasarkan pengamatan peneliti masih banyak pengguna knalpot *racing* di jalan umum, sehingga pengimplementasian Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 7 Tahun 2009 belum terlaksana dengan maksimal. Berdasarkan penjelasan di atas, tingkat kebisingan suara knalpot ditentukan oleh berbagai macam faktor. Salah satu faktor penyebab kebisingan pada knalpot tersebut terletak pada penggunaan bahan peredam. Suara kebisingan knalpot yang bersumber dari kecepatan gas buang yang masuk ke dalam knalpot selalu berubah-ubah sesuai dengan putaran mesin. Kecepatan aliran gas buang tersebut mengakibatkan bergetarnya dinding knalpot sehingga menghasilkan kebisingan. Tingkat kebisingan dapat dikurangi dengan memberikan bahan peredam pada saluran buang sehingga suara yang dihasilkan kendaraan bermotor lebih ramah lingkungan dan sesuai dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup. Bahan peredam yang dapat digunakan untuk mengurangi tingkat kebisingan knalpot kendaraan adalah bahan peredam yang berserat seperti *stainless wool*, *glass wool* dan *fibreglass*.

Buchari (2007) mengatakan bahwa "kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan, kenyamanan serta dapat menimbulkan ketulian". Suandika (2007) "bising diartikan sebagai bunyi yang tidak diinginkan dan dapat merusak pendengaran manusia". Jadi dapat disimpulkan bahwa Kebisingan merupakan bunyi yang tidak dikehendaki karena melebihi nilai ambang batas dan dapat menimbulkan gangguan kenyamanan dan kesehatan dalam jangka waktu yang panjang.

Nilai ambang batas adalah kadar maksimum yang diperbolehkan. Kebisingan yang mengganggu pendengaran manusia dapat mengganggu kenyamanan, kesehatan dan dapat menyebabkan ketulian, sehingga lahirilah peraturan tentang nilai ambang batas kebisingan yaitu Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor : KEP-51/MEN/1999 pasal 3 yang berbunyi: (a) Nilai ambang batas kebisingan ditetapkan sebesar 85 dBA, (b) Kebisingan yang melampaui Nilai Ambang Batas, waktu pemajanan ditetapkan sebagaimana tercantum dalam tabel di atas.

Dalam peraturan Menteri No. 7 tahun 2009, nilai ambang batas kebisingan kendaraan bermotor tipe baru : Kendaraan bermotor tipe baru beroda empat atau lebih kategori M, N, dan O secara dinamis.

Tabel 4 : Nilai ambang batas kendaraan bermotor tipe baru beroda empat atau lebih kategori M, N dan O secara dinamis

Kategori	Daya	L max dB(A)		
		Tahun Pemberlakuan		
		(i)	(ii)	
M1 (£ 9 orang)	-	80	77	
Bus	GVW £ 2 T	-	81	78
	2 T <GVW £ 3,5 T	-	81	79
	GVW > 3,5T	P < 150 kW	82	80
	-	150 kW £ P	85	83
	GVW £ 2 T	-	81	78
Truck	2 T < GVW £ 3,5 T	-	81	79
	GVW > 3,5 T	P < 75 kW	86	81
	-	75 kW £ P, 150 Kw	86	83
	3,5 T < GVW £ 12 T	150 kW £ P	86	84
	GVW > 12 T	-	88	84
Metoda Pengujian		ECE R51	ECE R51-01	

(sumber : Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 7 tahun 2009 tentang ambang batas kebisingan kendaraan bermotor tipe baru)

Kendaraan bermotor tipe baru beroda empat atau lebih kategori M, N, dan O secara dinamis untuk penumpang bentuk landasan (*chasis*)

Tabel 5 : Nilai ambang batas kendaraan bermotor tipe baru beroda empat atau lebih kategori M, N dan O secara dinamis untuk penumpang bentuk landasan

Kategori	Daya	L max dB(A)		
		Tahun Pemberlakuan		
		(i)	(ii)	
M1 (£ 9 orang)	-	90	87	
Bus	GVW £ 2 T	-	91	88
	2 T <GVW £ 3,5 T	-	91	89
	GVW > 3,5T	P < 150 kW	92	90
	-	150 kW £ P	95	93
Metoda Pengujian		ECE R51	ECE R51-01	

(Sumber : Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 7 tahun 2009 tentang ambang batas kebisingan kendaraan bermotor tipe baru)

Kendaraan bermotor tipe baru kategori L secara dinamis

Tabel 6 : Nilai ambang batas kendaraan bermotor tipe baru kategori L secara dinamis

Kategori		L Max dB (A)	
		Tahun Pemberlakuan	
		(i)	(ii)
Sepeda Motor	L £ 80 cc	85	77
	80 < L £ 175 cc	90	80
	L > 175 cc	90	83
Metoda Pengujian		ECE R51	ECE R-41-01

(Sumber : Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 7 tahun 2009 tentang ambang batas kebisingan kendaraan bermotor tipe baru)

Sound level meter merupakan alat uji atau alat ukur tingkat kebisingan yang dapat mendeteksi nilai angka kebisingan antara 30 sampai dengan 130 dB, dan dari frekuensi 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz. Bunyi diukur dengan menggunakan satuan desibel (dB), dengan cara mengukur besarnya tekanan udara yang ditimbulkan oleh gelombang bunyi.



Gambar 1. *Sound level meter* YF-20 (tenmars)

Ada banyak para pengguna kendaraan bermotor menginginkan performa kendaraannya meningkat, baik dengan cara penggantian part maupun sampai *setting* ulang mesin. Salah satu caranya yaitu menggunakan knalpot *racing*. Meskipun dapat memberikan efek pada kinerja mesin, namun knalpot *racing* memiliki tingkat kebisingan lebih tinggi dibandingkan dengan knalpot standar kendaraan bermotor.

Berdasarkan hasil observasi yang penulis lakukan sebelumnya, diketahui bahwa tingkat kebisingan knalpot *racing* memiliki tingkat kebisingan tinggi dan melebihi nilai ambang batas. Seperti yang tertera pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 7 tahun 2009 bahwa sepeda motor yang memiliki kapasitas mesin 80 sampai dengan 175 cc kebisingan yang dihasilkan harus dibawah 90 dB pada tahap pemberlakuan tahun 2013 dan dibawah 80 dB pada tahap pemberlakuan tahun 2014. Oleh karena itu suara knalpot harus diredam untuk menurunkan tingkat kebisingan sebuah knalpot, salah satu caranya dengan menambahkan bahan peredam suara yang berpori seperti *glass wool*, *stainless wool* dan bahan peredam berpori maupun yang berserat lainnya. Penggunaan bahan peredam suara seperti di atas maka dapat menurunkan tingkat kebisingan yang dihasilkan knalpot kendaraan bermotor sesuai dengan nilai ambang batas yang

tertera pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 7 tahun 2009.



Gambar 2. Bahan peredam *glass wool* dalam bentuk lembaran

Tingkat kebisingan kendaraan bermotor dapat diturunkan dengan bahan yang dapat menyerap suara ledakan yang terjadi di dalam silinder sebelum dilepaskan ke udara bebas. Seddeq (2009) mengatakan bahwa “bahan yang mengurangi energi akustik gelombang suara sebagai gelombang yang melewati bahan tersebut dengan fenomena penyerapan disebut bahan peredam suara”. Umumnya bahan peredam digunakan untuk mengurangi amplitudo dari gelombang suara yang dipantulkan. Bahan peredam memiliki peran penting dalam mengontrol suara pada sebuah ruangan dari kebisingan. Bruce dalam Seddeq (2009) mengatakan bahwa bahan “peredam suara umumnya digunakan untuk melawan efek yang tidak diinginkan dari refleksi suara yang keras, kaku dan dengan demikian membantu untuk mengurangi tingkat kebisingan gema”. Disimpulkan bahwa bahan peredam dapat diartikan sebagai bahan yang menghambat gelombang suara yang melewati bahan tersebut sehingga dapat mengurangi tingkat kebisingan dan mencegah refleksi gelombang suara yang keras dan kaku.

Dynasyan mengatakan bahwa “*glass wool* merupakan bahan yang digunakan untuk isolasi panas dan isolasi suara. *Glass wool* yang terbuat dari serat kaca memiliki sifat yang dapat meredam suara, sehingga dalam otomotif *glass wool* digunakan sebagai bahan peredam suara knalpot kendaraan”. Data teknis *glass wool* dalam indiamart diantaranya adalah : (a) Memiliki densitas 32 kg/m³ dan 48 kg/m³, (b) Tahan terhadap temperatur tinggi sampai 555°C, (c) Bahan tidak mudah terbakar, (d) Tahan terhadap bahan kimia dan pelarut minyak, (e) Ketebalan dan panjang serat lebih baik dibandingkan dengan *rock wool*

Glass wool umumnya digunakan untuk peredam suara pada knalpot, isolasi pipa AC, isolasi pipa bawah tanah, *oven microwave*, peredam suara dalam sebuah ruangan, dan lain sebagainya.



Gambar 3. Bahan peredam *stainless wool* dalam bentuk gulungan

Stainless wool adalah peredam yang banyak yang digunakan oleh produsen knalpot untuk meredam suara yang dihasilkan dari mesin. Dijelaskan dalam sunny-metal, “*stainless wool* merupakan media yang umum digunakan oleh banyak produsen knalpot otomotif dan sepeda motor untuk menyerap suara atau suara alternatif dari mesin bensin”. Steelwooldirect menyebutkan bahwa “*stainless wool* menjadi pilihan karena memiliki ketahanan suhu tinggi dan memiliki ketahanan yang lebih lama dibandingkan dengan bahan *fiberglass*”. Oki dalam motorplus-online (2013) menyebutkan bahwa tingkat redaman *stainless wool* lebih tinggi, kerapatan struktur material *stainless wool* lebih sempit sehingga suara yang dihasilkan menjadi lebih rendah. Selain itu *stainless wool* memiliki ketahanan terhadap temperatur tinggi dan memiliki daya redam getaran pada knalpot. Beberapa pernyataan di atas menjadi alasan mengapa digunakan *stainless wool* sebagai bahan peredam knalpot kendaraan dua langkah, empat langkah dan bidang pertanian serta beberapa industri.

Disebutkan dalam steelwooldirect mengatakan bahwa *stainless wool* memiliki beberapa karakteristik yaitu : (a) Memiliki tiga kelas tingkatan yaitu halus (50 mikron), sedang (80 mikron), kasar (120 mikron), (b) Tahan terhadap korosi, dapat menyerap suara dan panas, (c) Tahan terhadap temperatur tinggi sampai 800°C, (d) Tahan terhadap tekanan gas buang, (d) Memiliki ketahanan yang lebih lama jika dibandingkan dengan bahan peredam *fiberglass*

Semua permasalahan peredaman suara dimulai dari sumber kebisingan, sehingga pemilihan bahan peredam harus memperhatikan jenis dari material peredam. Seperti yang diungkapkan oleh Simon dalam Seddeq (2004) bahwa “bahan peredam suara dipilih dalam hal jenis material dan dimensi serta berdasarkan frekuensi suara yang akan dikontrol”. Dalam Seddeq (2004), Koizumi mengemukakan “peningkatan koefisien penyerapan suara dengan penurunan diameter serat. Hal ini karena serat yang tipis dapat bergerak lebih mudah jika dibandingkan dengan serat lebih tebal pada gelombang suara”. Sementara itu Youn Eung Lee (2003) menyimpulkan “dengan serat yang halus dapat meningkatkan nilai penyerapan suara dan meningkatkan hambatan aliran udara dengan cara gesekan dari viskositas melalui getaran udara”. Dapat disimpulkan bahwa bahan peredam yang baik adalah bahan peredam yang memiliki serat dan pori yang halus, sehingga gelombang suara yang melewati bahan peredam tersebut dapat diserap dengan baik karena hambatan yang dimiliki oleh bahan peredam yang halus lebih besar.



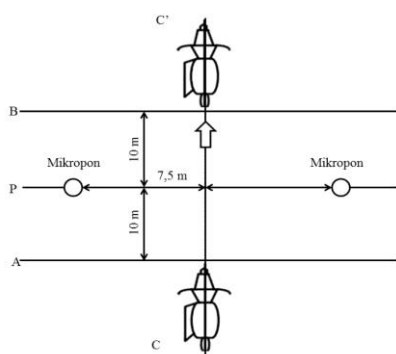
Gambar 4. bahan peredam *fibreglass* yang sudah dianyam

Fibre glass merupakan salah satu dari bahan peredam suara knalpot. *Fibre glass* memiliki serat yang dapat menyerap suara knalpot dengan baik. Tugas utama dari bahan peredam tidak hanya sebatas meredam suara hasil pembakaran, namun tingkat kebisingan juga dipengaruhi dengan ketebalan, kerapatan dan ketahanan bahan peredam tersebut. Bahan peredam *fibre glass* ini terbuat dari serat kaca yang halus dan disusun rapat dan rapi. *Fibre glass* juga memiliki daya tahan terhadap panas yang tinggi dan tidak korosif karena terbuat dari serat kaca yang halus. Steelwooldirect menyatakan bahwa *fibre glass* memiliki beberapa karakteristik yaitu : (a) Dapat menyerap 20% konduktifitas panas lebih baik, (b) Lebih ringan, (c) Tahan terhadap temperatur tinggi sampai 1150°F, (d) Memiliki bahan yang tahan terhadap korosi, (e) Memiliki berbagai macam ketebalan , (f) Lebih ramah lingkungan

Indiamart menyatakan bahwa *fibre glass* memiliki data teknis sebagai berikut : (a) Memiliki ketebalan 25 mm sampai dengan 100 mm, (b) Memiliki densitas 48 Kg/m³ sampai dengan 96 Kg/m³, (c) Dapat bekerja pada temperatur 650°C

Bahan peredam yang baik memiliki beberapa syarat yang harus dipenuhi, diantaranya : (a) Tahan terhadap temperatur tinggi, (b) Tahan terhadap tekanan tinggi dari gas buang kendaraan, (c) Memiliki bentuk serat atau berpori, (d) Tidak mudah berkarat atau bersifat korosif, (e) Memiliki ketahanan terhadap bahan kimia

Peraturan Menteri No. 7 Tahun 2009 menjelaskan bahwa kebisingan sepeda motor diukur dengan menggunakan dua cara yaitu dengan kondisi bergerak (dinamis) dan dengan kondisi diam (statis). Dengan menggunakan metode kendaraan dalam posisi bergerak (dinamis) kendaraan di posisikan seperti pada gambar di bawah ini :

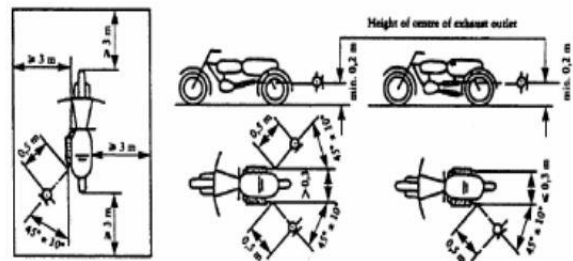


Gambar 5. Posisi pengukuran kebisingan sepeda motor kondisi bergerak (sumber : Badan Standarisasi Nasional Indonesia)

Metode dengan kendaraan dalam kondisi bergerak disebut juga dengan metode *pass by* yang pengukurannya dilakukan pada saat kendaraan berjalan dan dengan lintasan dan parameter yang sudah dikondisikan sebelumnya. Adapun pelaksanaan pengukuran kebisingan sepeda motor dalam kondisi bergerak yaitu dengan ketentuan sebagai berikut:

Kondisi umum pengukuran, Mikropon diletakkan pada ketinggian $1,2 \pm 0,1$ m di atas permukaan tanah pada jarak $7,5 \text{ m} \pm 0,2$ m dari titik pusat lintasan sepeda motor, diukur tegak lurus garis (P), Garis A dan B yang paralel terhadap garis P dan berada 10 m di depan dan dibelakang garis P dibuat pada jalur uji. Sepeda motor yang diuji berjalan mendekati garis A pada kecepatan tetap sebagaimana disebutkan dibawah. Ketika ujung depan sepeda motor menyentuh garis A, *throttle* dibuka secepatnya dan ditahan pada kondisi terbuka penuh sampai ban belakang sepeda motor menyentuh garis B, *throttle* lalu ditutup kembali secepatnya, Nilai maksimum yang dicatat pada setiap pengukuran dipakai sebagai hasil ukur. Pengukuran dianggap sah jika perbedaan antara dua pengukuran pada suatu sisi yang dilakukan berurutan tidak lebih dari 2 dBA.

Selain metode *pass by* terdapat cara pengukuran statis atau pengukuran dalam kondisi tidak bergerak. Posisi pengukuran dalam kondisi tidak bergerak dapat dilihat dari gambar dibawah ini :



Gambar 6. Posisi pengukuran kebisingan sepeda motor kondisi diam (sumber : Badan Standarisasi Nasional Indonesia)

Pengukuran dalam kondisi tidak bergerak dilakukan pada area tanpa gangguan berarti terhadap suara. Setiap tempat terbuka dapat dianggap sebagai tempat yang cocok sebagai lokasi pengukuran yang memiliki area datar terbuat dari semen, aspal atau material keras memiliki kapasitas pantul yang tinggi, kecuali permukaan tanah yang dipadatkan. Sepeda motor diletakkan pada tempat tersebut sedemikian hingga dapat dibuat sebuah persegi panjang ini tidak boleh ada benda lain dan yang utama sepeda motor tidak boleh diletakkan posisi kurang dari 1 (satu) meter dari tepian bidang datar ketika kebisingan knalpot diukur. Selama pengesanan tidak boleh ada orang yang berdiri di lokasi pengukuran, kecuali pengamat dan pengendara, yang kehadirannya tidak boleh mempengaruhi hasil ukur. Ambang kebisingan lingkungan sekitar pada setiap posisi pengukuran sedikitnya 10 dBA di bawah hasil pengukuran selama uji pada posisi yang sama.

Metode pengukuran, Setidaknya tiga pengukuran dilakukan pada setiap posisi pengukuran. Pengukuran dianggap valid jika perbedaan hasil pengukuran yang berurutan tidak lebih dari 2 dBA. Nilai tertinggi yang dihasilkan dari tiga pengukuran ini dianggap sebagai hasilnya, Posisi dan persiapan sepedamotor

Sepeda motor diletakkan di pusat area uji dengan posisi gigi netral dan kopling (*clutch*) tersambung. Jika secara desain

tidak dapat dilakukan dengan cara ini maka akan dilakukan pengetesan sesuai dengan standar pengetesan mesin stasioner yang ditetapkan produsen. Sebelum pengukuran, mesin harus dikembalikan ke kondisi normal sesuai standar produsen.

Pengukuran kebisingan sekitar saluran gas buang (knalpot). Posisi mikropon, Tinggi mikropon di atas permukaan tanah sama dengan tinggi lubang knalpot, namun tidak lebih rendah dari 0,2 meter. Ujung mikropon diarahkan ke lubang knalpot dengan jarak 0,5 meter. Garis sumbu mikropon harus paralel dengan permukaan tanah dan membentuk sudut $45^{\circ} \pm 10^{\circ}$ terhadap arah gas buang. Kondisi pengoperasian mesin, Ketika putaran mesin konstan tercapai, *throttle* dikembalikan secara cepat ke posisi idle. Tingkat kebisingan suara diukur selama putaran mesin konstan dan pada saat penurunan putaran. Nilai maksimum yang didapat diambil sebagai data ukur.

II. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Pada penelitian eksperimen ini diberikan suatu *treatment* atau perlakuan terhadap kelompok tertentu. Setelah diberi perlakuan (*treatment*), diadakan evaluasi untuk melihat seberapa besar pengaruhnya. Penelitian ini menggunakan model eksperimen *Posttest Only Control Group Design*, penelitian model ini memiliki dua grup, keduanya diberikan *treatment* dan *posttest* tanpa diadakan *pretest* (Dantes, 2012: 85, 96).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari penggunaan berbagai bahan peredam terhadap tingkat kebisingan yang dihasilkan pada sepeda motor 4 (empat) langkah. Dalam model penelitian ini terdapat satu kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol dengan pola pada tabel di bawah ini:

Tabel 7: Pola penelitian

Kelompok	Perlakuan	Hasil pengujian	Keterangan
R	X ₁	O ₁	Perlakuan dengan memberikan bahan peredam jenis A
R	X ₂	O ₂	Perlakuan dengan memberikan bahan peredam jenis B
R	X ₃	O ₃	Perlakuan dengan memberikan bahan peredam jenis C

Keterangan:

- R : kelompok eksperimen dan kontrol
- X₁ : perlakuan dengan memberikan bahan peredam jenis A
- X₂ : perlakuan dengan memberikan bahan peredam jenis B
- X₃ : perlakuan dengan memberikan bahan peredam jenis C
- O₁ : Pengaruh dengan memberikan bahan peredam jenis A

- O₂ : Pengaruh dengan memberikan bahan peredam jenis B
- O₃ : pengaruh dengan memberikan bahan peredam jenis C

B. Definisi Operasional dan Variabel Penelitian

1. *Definisi Operasional*. Beberapa definisi yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah : a) Tingkat kebisingan adalah nilai tingkatan dari suara yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat mengakibatkan gangguan kenyamanan dan gangguan kesehatan manusia secara sementara maupun secara permanen. b) Bahan peredam suara adalah bahan yang mampu menyerap energi suara dan digunakan untuk mencegah pantulan suara pada suatu ruangan.

2. *Variable Penelitian*. Beberapa variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah : a) Variabel bebas. Variabel bebas adalah kondisi yang mempengaruhi munculnya suatu gejala. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah bahan peredam yang digunakan dalam penelitian yaitu *glass wool*, *stainless wool* dan *fibre glass*. b) Variabel terikat. Variabel terikat adalah himpunan sejumlah gejala yang memiliki aspek atau unsur di dalamnya yang menerima atau menyesuaikan diri dengan kondisi variabel lain atau dengan kata lain variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kebisingan knalpot kendaraan. c) Variabel control. Variabel kontrol merupakan himpunan sejumlah gejala yang memiliki berbagai aspek dan unsur di dalamnya, yang berfungsi sebagai pengendali agar variabel terikat yang muncul bukan karena pengaruh variabel lain, tetapi benar-benar karena pengaruh dari variabel bebas. Variabel control dalam penelitian ini diantaranya Sepeda motor dan knalpot yang digunakan sama, temperatur kerja engine

C. Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah satu unit knalpot *racing* dan bahan peredam *glass wool*, *stainless wool* dan *fibre glass*. Data yang ingin diambil yaitu tingkat kebisingan dari knalpot dengan perlakuan menggunakan *glass wool*, *stainless wool* dan *fibre glass*.

D. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan dalam proses pengambilan data penelitian. Adapun instrument penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah : *Sound level meter*, *Tachometer*, *Tools set* dan meteran

E. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan beberapa tahap yaitu : 1) Persiapan Penelitian, mempersiapkan peralatan dan bahan dalam penelitian, menempatkan sepeda motor pada area datar yang terbuat dari semen, aspal atau material keras yang memiliki daya pantul suara yang tinggi, penempatan sepeda motor tidak boleh kurang dari 1 meter dari tepian bidang datar ketika kebisingan diukur, selama pengukuran tidak diperbolehkan ada orang yang berada di lokasi pengukuran kecuali pengamat dan pendengar, posisi transmisi dalam

keadaan netral dan kopling tersambung, tinggi mikropon di atas permukaan tanah sama dengan tinggi lubang knalpot dan ujung mikropon diarahkan ke lubang knalpot dengan jarak 0,5 meter. garis sumbu mikropon harus paralel dengan permukaan tanah dan membentuk sudut 45° terhadap aliran gas buang. 2) Pengukuran kebisingan. Pengujian ini dilakukan dengan keadaan kendaraan stationer (kendaraan dalam keadaan diam) sesuai dengan SNI : 2761: 2009 mengenai pengukuran kebisingan kendaraan bermotor tipe L, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan knalpot *racing* (knalpot tipe *sound cancelation* atau *strike flow*), pengujian ini dilakukan dengan variasi putaran mesin, pengujian yang pertama dilakukan pada knalpot *racing* yang belum dilakukan modifikasi. Hasil pengukuran ini digunakan untuk membandingkan tingkat kebisingan sebelum dilakukan modifikasi dengan setelah dilakukan modifikasi, pengujian kedua dilakukan dengan mengganti bahan peredam suara knalpot *racing* dengan menggunakan bahan peredam *glass wool*, pengujian ketiga dilakukan dengan mengganti bahan peredam suara knalpot *racing* dengan menggunakan bahan peredam *stainless wool*, pengujian keempat dilakukan dengan mengganti bahan peredam suara knalpot *racing* dengan menggunakan bahan peredam *fibre glass*, masing-masing percobaan dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dan dicatat hasilnya.

F. Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data pada penelitian ini adalah dengan melalui pengambilan data secara langsung pada sepeda motor yang diuji dengan menggunakan alat uji *sound level meter*, yaitu data nilai tingkat kebisingan. Sedangkan alat pengumpul data berupa tabel-tabel yang selanjutnya akan diolah, sehingga menghasilkan grafik presentase tingkat kebisingan pada sepeda motor yang diuji. Klarifikasi dilakukan dengan menganalisa hasil pengujian tingkat kebisingan yang menggunakan bahan peredam *glass wool*, *stainless wool* dan *fibre glass*.

G. Teknik Analisis Data

Menganalisis data dengan menggunakan uji beda yaitu *t-test*, untuk melihat apakah penggunaan bahan peredam berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kebisingan. Berikut rumus *t-test* yang digunakan:

$$t = \frac{(\bar{y}_1 - \bar{y}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (\text{Lipson, 1973: 138})$$

III. PEMBAHASAN

Adapun hasil dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 7. grafik perbandingan standar *racing* dengan bahan peredam *stainless wool*

Berdasarkan gambar grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara knalpot *racing* sebelum dilakukan penggantian bahan peredam dengan bahan peredam *glass wool*. Bahan peredam *glass wool* mampu menurunkan tingkat kebisingan pada putaran 1400 rpm (73 dB), pada putaran 1700 rpm (75,67 dB), pada putaran 2000 rpm (77,33 dB) dan pada putaran 2800 rpm (96,33 dB), namun tidak dapat meredam kebisingan pada putaran 2300 rpm (91 dB).



Gambar 8. Grafik standar *racing* dengan bahan peredam *stainless wool*

Berdasarkan gambar grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara knalpot *racing* sebelum dilakukan penggantian bahan peredam dengan bahan peredam *stainless wool*, bahan peredam *stainless wool* dapat menurunkan tingkat kebisingan pada putaran 1400 rpm (73 dB), 1700 rpm (75,33 dB) dan pada putaran 2800 rpm (95 dB). Namun pada putaran 2000 rpm dan 2300 rpm mengalami peningkatan kebisingan jika dibandingkan dengan standar *racing* yaitu masing-masing sebesar 90,67 dB dan 92,67 dB.



Gambar 9. Grafik perbandingan standar racing dengan bahan peredam *fibre glass*

Berdasarkan gambar grafik di atas dapat dilihat perbandingan antara knalpot *racing* sebelum dilakukan penggantian bahan peredam dengan bahan peredam *fibre glass*, bahan peredam *fibre glass* dapat menurunkan tingkat kebisingan pada putaran 1400 rpm (73,67 dB), 1700 rpm (75,67 dB), 2000 rpm (77,67 dB) dan pada putaran 2800 rpm (94,67 dB). Namun pada putaran 2300 rpm mengalami peningkatan kebisingan jika dibandingkan dengan standar *racing* sebesar 91,33 dB.



Gambar 10. Grafik perbandingan tingkat kebisingan knalpot dengan keseluruhan bahan peredam

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa pada putaran 1400 rpm, 1700 rpm dan 2800 rpm seluruh bahan peredam mampu menurunkan tingkat kebisingan. Namun pada putaran 2000 rpm dan 2300 rpm bahan peredam tidak dapat menurunkan tingkat kebisingan dengan baik. Secara keseluruhan bahan peredam *fibre glass* lebih baik untuk meredam suara jika dibandingkan dengan bahan peredam lainnya karena mampu menurunkan tingkat kebisingan sebesar 3,67 dB atau 4,2 %.

A. Pembahasan

1) Analisis

Tabel 8 : Analisa data perbandingan standar racing dengan bahan peredam *glass wool*

Analisis Perbandingan Standar dengan <i>Glass wool</i>									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	S_x	S_y	T_{tes}	T_{tabel}	Signifikansi
1400	78.33	73.00	3	3	0.58	1.00	8.00	2.776	signifikan
1700	81.67	75.67	3	3	1.15	0.58	8.05	2.776	signifikan
2000	84.00	77.33	3	3	1.00	0.58	10.00	2.776	signifikan
2300	89.33	91.00	3	3	0.58	1.00	-2.50	2.776	tidak
2800	98.00	96.33	3	3	1.00	0.58	2.50	2.776	tidak

Berdasarkan analisa data hasil pengujian tingkat kebisingan pada knalpot standar *racing* dengan *glass wool* menggunakan uji t pada setiap putaran mesin didapatkan t_{hitung} yang selanjutnya dibandingkan dengan t_{tabel} . Hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan terhadap tingkat kebisingan yang signifikan pada putaran 1400 rpm, 1700 rpm dan 2000 rpm. Hal ini mengidentifikasi bahwa bahan peredam *glass wool* mampu meredam pada putaran rendah dengan baik.

Tabel 9 : Analisa data perbandingan standar *racing* dengan bahan peredam *stainless wool*

Analisis Perbandingan Standar dengan <i>Stainless Wool</i>									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	S_x	S_y	T_{tes}	T_{tabel}	Signifikansi
1400	78.33	73.00	3	3	0.58	1.00	8.00	2.776	signifikan
1700	81.67	75.33	3	3	1.15	0.58	8.50	2.776	signifikan
2000	84.00	90.67	3	3	1.00	1.15	-7.56	2.776	signifikan
2300	89.33	92.67	3	3	0.58	1.15	-4.47	2.776	signifikan
2800	98.00	95.00	3	3	1.00	1.00	3.67	2.776	signifikan

Berdasarkan analisa data hasil pengujian tingkat kebisingan knalpot standar *racing* dengan bahan peredam *stainless wool* menggunakan uji t, didapatkan nilai t_{hitung} pada putaran 1400 rpm 8 lebih besar dari t_{tabel} 2,776 Pada putaran 1700 nilai t_{hitung} 8,50 lebih besar dari t_{tabel} 2,776. Pada putaran 2000 rpm nilai t_{hitung} -7,56 lebih kecil dari t_{tabel} 2,776. Pada putaran 2300 rpm nilai t_{hitung} -4,47 lebih kecil dari t_{tabel} 2,776. Pada putaran 2800 rpm nilai t_{hitung} 3,67 lebih besar dari t_{tabel} 2,776. Analisis uji t menunjukkan bahwa bahan peredam *stainless wool* berpengaruh signifikan terhadap tingkat kebisingan.

Tabel 10 : Analisa data perbandingan standar *racing* dengan bahan peredam dengan *fibre glass*

Analisis Perbandingan Standar dengan <i>Fibre glass</i>									
Putaran	\bar{x}	\bar{y}	n_x	n_y	S_x	S_y	T_{tes}	T_{tabel}	Signifikansi
1400	78.33	73.67	3	3	0.58	0.58	9.90	2.776	signifikan
1700	81.67	75.67	3	3	1.15	0.58	8.05	2.776	signifikan
2000	84.00	77.67	3	3	1.00	0.58	9.50	2.776	signifikan
2300	89.33	91.33	3	3	0.58	1.15	-2.68	2.776	tidak
2800	98.00	94.67	3	3	1.00	1.15	3.78	2.776	signifikan

Berdasarkan analisa data hasil pengujian tingkat kebisingan knalpot standar *racing* dengan *fibre glass* menggunakan uji t pada setiap putaran mesin didapatkan t_{hitung} yang selanjutnya dibandingkan dengan t_{tabel} . Hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan terhadap tingkat kebisingan. Pada putaran 1400 rpm nilai t_{hitung} 9,9 lebih besar dari t_{tabel} 2,776. Pada putaran 1700 rpm nilai t_{hitung} 8,05 lebih besar dari t_{tabel} 2,776. Pada putaran 2000 rpm nilai t_{hitung} 9,5 lebih besar

dari $t_{\text{tabel}} 2,776$. Pada putaran 2300 rpm nilai $t_{\text{hitung}} -2,68$ lebih kecil dari $t_{\text{tabel}} 2,776$. Pada putaran 2800 rpm nilai $t_{\text{hitung}} 3,78$ lebih besar dari $t_{\text{tabel}} 2,776$. Analisis uji t diatas secara umum mengidentifikasi bahwa penggunaan bahan peredam *fiberglass* berpengaruh signifikan terhadap tingkat kebisingan.

2) Keterbatasan Penelitian

Setiap penelitian tentu memiliki keterbatasan dan yang menjadi keterbatasan dalam penelitian ini yaitu proses penggantian bahan peredam suara knalpot memerlukan waktu yang relatif lama karena harus membuka *rivet* terlebih dahulu dengan bor atau pahat dan untuk pemasangan kembali harus dilakukan pemasangan *rivet* kembali.

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan didapatkan hasil yang signifikan. Secara umum bahan peredam suara *fiberglass* mampu menurunkan tingkat kebisingan sebesar 3,67 dB (4,2%) jika dibandingkan dengan bahan peredam suara *glass wool* sebesar 3,6 dB (4,1%) dan bahan peredam suara *stainless wool* sebesar 0,94 dB (1,09%).

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut : 1) Penurunan tingkat kebisingan pada penelitian ini belum optimal maka diharapkan untuk meneliti lebih lanjut dengan cara mengubah kuantitas bahan peredam. 2) Penelitian selanjutnya diharapkan tidak hanya mengukur pengaruh bahan peredam terhadap tingkat kebisingan yang dihasilkan namun juga melakukan pengukuran tekanan balik (*back pressure*) dan temperatur emisi gas buang yang dihasilkan untuk melihat keefektifan bahan peredam.

REFERENSI

- [1] Anonim. (_____). "Muffler Packing/Muffler Repacking Kits". (<http://steelwooldirect.com/muffler-packing/>). Diakses 25 Mei 2014).
- [2] Anonim. (_____). "Heat Insulation, Sound Dampering & Filtration". (<http://steelwooldirect.com/muffler-packing/>). Diakses 25 Mei 2014).
- [3] Badan Pusat Statistik Sumatera Barat. (2013). *Statistik Daerah Provinsi Sumatera Barat Tahun 2013*. Pada www.bps.go.id. (diakses 19 Maret 2014).
- [4] Badan Pusat Statistik Indonesia. 2012. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2012*. Pada www.bps.go.id. (diakses 08 November 2013).
- [5] Badan Standarisasi Nasional. (2009). *Kebisingan kendaraan bermotor tipe L. SNI-2761*
- [6] Buchari. (2007). *Kebisingan Industri dan Hearing Conservation Program*. Universitas Sumatera Utara Repository.
- [7] C. Lipson and N.T. Sheth (1973). *Statistical Design and Analysis of Engineering Experiments*. Mc Graw – Hill:USA.
- [8] Daryanto. (1999). *Pengetahuan Komponen Mobil*. Jakarta : Bumi Aksara
- [9] Daryanto. (2011). *Teknik Reparasi Dan Perawatan Sepeda Motor*. Jakarta : Bumi Aksara
- [10] Departemen Pendidikan Nasional. (2011). *Buku Panduan Penulisan Tugas Akhir/Skripsi Universitas Negeri Padang*. Padang: UNP.
- [11] Dynasyan. (_____). "mineral glass wool insulation". (<https://www.dynasyan.com/product/dynasyan/en/applicati-on-areas/glass-fibres-mineral-glass-wool-insulation/mineral-glass-wool-insulation/pages/default.aspx>, diakses 28 April 2014).
- [12] Eka Sunitra. (2008). *Kajian Eksperimental Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kebisingan pada Knalpot Mobil Toyota Kijang Bensin*. Jurnal Teknik Mesin Universitas Sumatera Utara.
- [13] Feidihal. (2007). "Tingkat Kebisingan dan Pengaruhnya Terhadap Mahasiswa di Bengkel di Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang". Jurnal Teknik Mesin.
- [14] Hoda S. Seddeq. (2009). "Factor Influencing Acoustic Performance of Sound Absorptive Materials". Australian Journal of Basic and Applied Sciences.
- [15] Indiamart. (_____). "Glass Wool Fibre (C Glass)". (<http://www.indiamart.com/rpindustries/glass-fiber-products.html>). Diakses 25 Mei 2014).
- [16] Mastria Suandika. (2007). *Studi Awal Emisi Kebisingan Knalpot Dengan Profil Silinder yang Dibuat Dari Material Titanium Dengan Menggunakan Simulasi Metode Elemen Hingga*. Tugas Akhir Universitas Sumatera Utara.
- [17] News.motorplus-online.com. *SUS Wool Alias Stainless Wool, Serat Besi Buat Knalpot Bisa Bikin Suara Merdu Dan Padat*. Diakses 29 April 2014.
- [18] Oki. 2013. "Mengenal Jenis Glass Wool Knalpot, Beda Bahan Beda Karakter". (<http://news.motorplus-online.com/read/tnfGR2Mh7pNBoWefQ0NMjbnY2KFONbMDwFgmhKF5-jE/1/207/Mengenal-Jenis-Glaswool-Knalpot-Beda-Bahan-Beda-Karakter>, diakses 28 Mei 2014)
- [19] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 7 tahun 2009. Tentang ambang batas kebisingan kendaraan bermotor tipe baru
- [20] Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 51/KEP/1999. Tentang Nilai Ambang Batas faktor Fisika di Tempat Kerja
- [21] Rajasekhar, Madhava. (2012). "Design and Optimization of Exhaust Muffler in Automobiles". International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA).
- [22] Sihole. (2011). *Hubungan Kebisingan Terhadap Stres Pada Pekerja Bagian Produksi PT.Hadi Baru Medan Tahun 2008*. Universitas Sumatera Utara Repository.
- [23] Sunnymetal. (_____). "Stainless Materials for Exhaust System" (<http://www.sunny-metal.com/muffler.html>). Diakses 28 April 2014).
- [24] Susanti Djalante. (2012). *Analisis Tingkat Kebisingan di Jalan Raya yang Menggunakan Alat Pemberi Isyarat*. Jurnal Smartek.
- [25] Tri Yuni Ulfa Hanifa. (2006). *Pengaruh Kebisingan Terhadap Kelelahan pada Tenaga Kerja Industri*. Skripsi Universitas Negeri Semarang.
- [26] Worl's Health Organisation. (2004). *Occupational Noise*. Geneva.