

# ANALISIS DAN APLIKASI ROCKWOOL PADA MUFFLER UNTUK MENYERAP KEBISINGAN PADA DIESEL

Muhammad Aurelio Essifa <sup>1)</sup>, Drs, Nugroho Eko Setjiogiaro. Dipl. Ing. M.T <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jl. Taman Delima, Blok A6, No. 7, Perumahan Jurang Mangu Indah, Pondok Aren, Tangerang Selatan, 15224

<sup>2)</sup>Program Studi Sarjana Terapan Manufaktur Lanjutan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

<sup>3)</sup>Bengkel Alat Berat Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

---

## Abstrak

*Penelitian ini membahas tentang pengaplikasian rockwool dan uji coba material rockwool dan glasswool terhadap rambatan dan kebisingan bunyi. Penelitian mengenai kebisingan sudah pernah dilakukan sebelumnya, dengan membuat modifikasi terhadap struktur muffler penulis ingin melakukan penelitian mengenai modifikasi muffler dengan cara mengganti material resonator muffler yaitu glasswool dengan rockwool. Penelitian ini dilaksanakan dengan metode penelitian eksperimental, yaitu uji coba langsung terhadap muffler dengan alat ukur desibel meter. Hasil penelitian berpengaruh pada kenaikan atau penurunan grafik pengaruh material rockwool dan glasswool terhadap kemampuan penyerapan dan rambatan kebisingan. Dari penelitian ini dapat dilihat kemampuan rockwool dan glasswool dalam menyerap kebisingan. Rockwool dinilai sebagai material yang sama kedap dengan glasswool yaitu dengan kebisingan maksimum 74.1 db, kebisingan minimum 69.5 db, dan rata – rata kebisingan 73 db. Penelitian ini bermanfaat untuk material rockwool menjadi alternatif untuk muffler.*

**Kata kunci:** *Kebisingan, desibel meter, material rockwool, muffler, Glasswool*

## Abstract

*This research discusses the application of rockwool and the trial of rockwool and glasswool materials to propagation and noise. Research on noise has been done before, by making modifications to the muffler structure the author wants to conduct research on muffler modification by replacing the muffler resonator material, glasswool with rockwool. This research was carried out by an experimental research method, which was a direct trial of a muffler with a decibel meter measuring device. The results of the study affect the increase or decrease in graphs of the effect of rockwool and glasswool materials on absorption and noise propagation capabilities. From this research can be seen the ability of rockwool and glasswool to absorb noise. Rockwool is rated as same as impermeable material to glasswool, with a maximum noise of 74.1 db, minimum noise of 69.5 db, and flat - average noise of 73 in glasswool testing. This research is useful for rockwool materials to be an alternative to mufflers.*

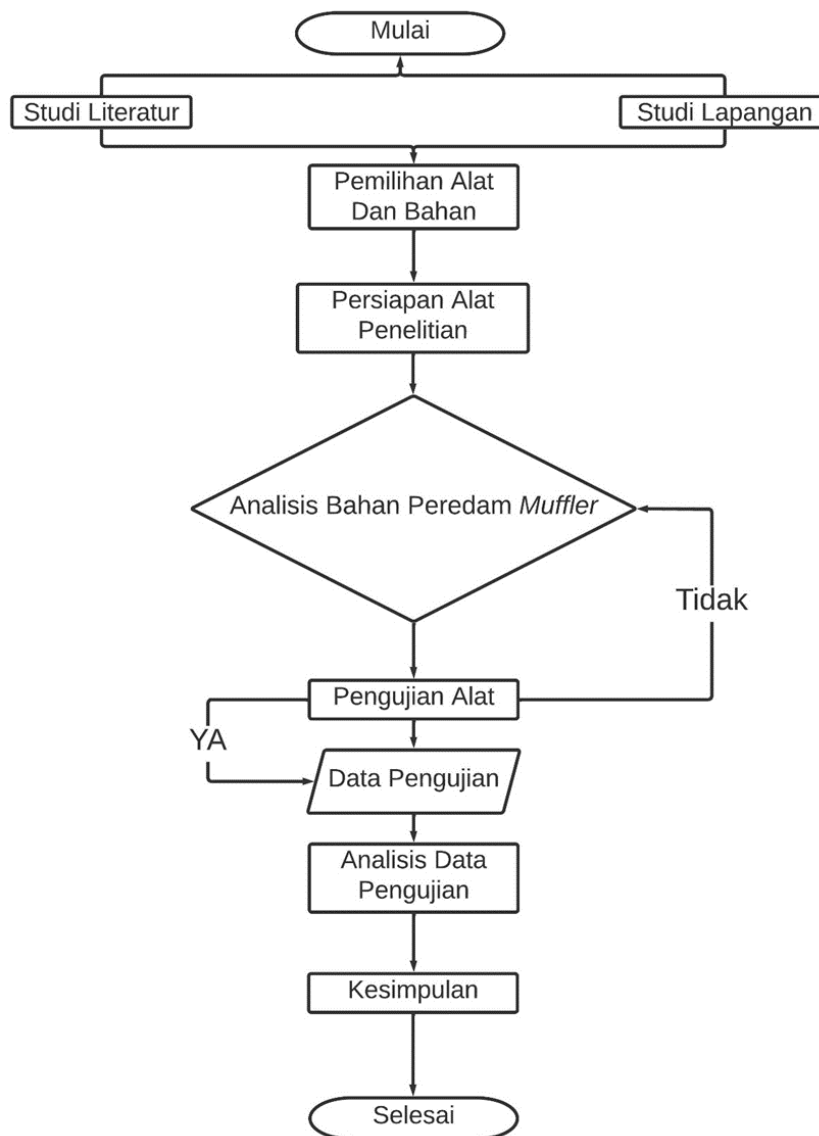
**Keywords:** *Noise, Decible Meter, Rockwool Material, Muffler, Glasswool*

## 1. PENDAHULUAN

Muffler adalah suatu komponen sistem pembuangan yang berfungsi untuk mengurangi temperatur, menurunkan tekanan gas pembakaran juga mengurangi suara dari gas sisa hasil pembakaran engine [1]. Glasswool merupakan bahan isolasi yang terbuat dari serat kaca yang disusun menggunakan bahan pengikat menjadi tekstur yang mirip dengan wool. Proses ini menjebak banyak kantong kecil udara di antara kaca, dan kantong udara kecil ini menghasilkan sifat insulasi termal yang tinggi[2]. Rockwool Sebagai Bahan Peredam suatu bentuk yang pada dasarnya seperti wol, terdiri dari kawat pijar yang dijalin secara cermat. Secara umum rockwool dapat disebut juga bahan organik berserabut, kapas mineral, atau kapas silikat.[3]

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *rockwool* dengan diuji langsung ke mesin *diesel*, memungkinkan *rockwool* menjadi bahan resonator alternatif pengganti *glasswool* serta mencari tahu manakah material dengan kemampuan penyerapan kebisingan yang lebih baik.

## 2. METODE



Gambar 1. Diagram alur skripsi

Pada Gambar 1, maka hal yang pertama yang dilakukan adalah penelitian literatur dengan mencari beberapa jurnal dan kajian mengenai kebisingan *muffler* dan kajian mengenai material *rockwool* dan *glasswool*. Kemudian dibarengi dengan melakukan studi lapangan dengan melakukan *survey* terhadap mesin *diesel* yang akan digunakan untuk penelitian. Bentuk material yang digunakan dapat mempengaruhi banyaknya nilai kebisingan yang diakibatkan oleh mesin *diesel*. Kemudian melakukan pemilihan bahan material *rockwool*

dengan massa jenis  $100 \text{ kg/m}^3$  dan memilih *glasswool* dengan massa jenis  $80 \text{ kg/m}^3$ . Setelah melakukan pemilihan bahan kemudian melakukan persiapan alat untuk penelitian berupa: decibel meter, meteran, gunting, *thermos gun*, *U clamp*, dan *heat wrap*.

Analisis bahan dilakukan sebelum dilakukan penelitian dengan mencari jurnal dan literatur mengenai material *rockwool* dan *glasswool*. Dengan melakukan penelitian material maka selanjutnya dapat diputuskan untuk melanjutkan penelitian atau kembali melakukan studi penelitian literatur mengenai material.

Setelah melakukan penelitian dilakukan pengujian alat untuk mendapatkan data untuk diolah pada tahap analisis. Pada tahap analisis data yang didapatkan pada saat pengujian dapat diolah dengan panduan beberapa teori penunjang yang didapatkan melalui studi literatur.

Terakhir data yang didapatkan pada analisis data dengan menggunakan teori penunjang, bisa dibuat kesimpulan berdasarkan analisis data yang sudah dilakukan. Pengujian juga berguna untuk mengetahui terbukti atau tidaknya material *rockwool* dalam menyerap kebisingan *muffler*.

Penelitian Eksperimental merupakan penelitian dengan berusaha mencari pengaruh variable terhadap variable lainnya dengan pemberlakuan control terhadap variable secara ketat. Penelitian eksperimental merupakan penelitian yang logis, sistematis, dan teliti dalam melakukan *control* terhadap kondisi. Penelitian eksperimental bisa diartikan sebagai penelitian yang mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap variable lain dalam kondisi yang terkendalikan.

### 3. ANALISIS PENELITIAN

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kebisingan salah satunya jumlah kepadatan dari rongga pada *muffler* yang berisi material *resonator*. Semakin banyak atau semakin padat isi dari material *resonator* maka suara yang dikeluarkan dari pipa *exhaust* akan semakin diredam oleh *muffler*. Dalam hal ini pengukuran kebisingan menggunakan alat ukur desibel meter untuk memudahkan penelitian.

#### Taraf Intensitas

Bunyi atau gelombang bunyi lebih tepatnya gelombang tekanan. Sifat gelombang bunyi menyebar ke segala arah. Di bagian manapun di sekitar bunyi, selama ada medium, udara bunyi pasti akan merambat melaluinya. [4] Intensitas bunyi merupakan energi yang diterima di suatu titik pada saat itu untuk ukuran luas tertentu. Intensitas yang biasa didengar manusia tentunya laju perubahan energi perluasan gendang telinga. Bunyi dapat didengar pada jarak tertentu bergantung pada letak sumber bunyi dan daya sumber. Semakin besar daya sumber maka akan semakin kuat intensitas dan hal itu berbanding terbalik dengan jaraknya.

Taraf intensitas bunyi merupakan logaritma perbandingan antara bunyi  $I$  dengan harga intensitas ambang untuk bunyi  $I_0$ . [5]

$$TI = 10 \log \frac{1}{I_0}$$

Dengan:

$TI$  = taraf intensitas [dB].

$I$  = Intensitas bunyi [ $\text{W/m}^2$ ],

$I_0$  = intensitas ambang pendengaran manusia [ $\text{W/m}^2$ ],

1B = 10 dB.

Percobaan pertama dengan berat *glasswool* 255 gr

$$TI_{\text{glasswool}} = 74,3 \text{ [dB]}$$

**TI**

$$74,3 = 10 \log \frac{1}{I_0}$$

$$7,43 = \log \frac{1}{10^{-12}}$$

$$10^{7,43} = \log \frac{1}{10^{-12}}$$

$$I = 10^{7,43} 10^{-12}$$

$$I = 10^{-4,57}$$

$$I = 2,6915 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$$

Percobaan pertama dengan berat *rockwool* 99 gr

$$TI_{rockwool} = 75,4 \text{ [dB]}$$

**TI**

$$75,4 = 10 \log \frac{1}{I_0}$$

$$7,54 = \log \frac{1}{10^{-12}}$$

$$10^{7,54} = \log \frac{1}{10^{-12}}$$

$$I_1 = 10^{7,54} 10^{-12}$$

$$I_1 = 10^{-4,46}$$

$$I_1 = 3,4673 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$$

### Daya Akustik

Sementara daya akustik adalah besarnya daya yang diakibatkan oleh intensitas suara yang dihasilkan dari output suara *muffler*.

$$P_1 = I \cdot A$$

- I = merupakan intensitas suara [W/m<sup>2</sup>]
- A = Luas Penampang [m<sup>2</sup>]

Daya akustik sebenarnya berkaitan erat dengan bunyi tetapi hanya membedakan daya akustik dengan bunyi hanyalah suatu bentuk kuat atau tegangan dari bunyi tersebut maupun intensitas yang ada pada suatu bunyi itu dinamakan sebagai daya bunyi. [5]

### Rambatan Suara

Gelombang bunyi dapat merambat melalui medium zat padat, cair, dan gas. Pada penelitian ini berkaitan dengan teori rambatan bunyi pada benda padat seperti: aluminium, baja, kaca, dll. Rumus menghitung cepat rambat bunyi yang merambat dari medium padat adalah :

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Keterangan :

v = cepat rambat bunyi (m/s)

E = modulus young (N/m<sup>2</sup>)

ρ = massa jenis (Kg/m<sup>3</sup>)

[5]

Maka bila diaplikasikan pada material seperti *rockwool* dan *glasswool* maka perhitungannya akan seperti ini :

Perhitungan rambatan suara material *glasswool*

$$v = \sqrt{\frac{7,2 \times 10^{10}}{80}} = 30000 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

Modulus *young* dari *glasswool* adalah 7.2 [GPa] dikonversikan ke [N/m<sup>2</sup>] maka menjadi 7.2 x 10<sup>10</sup> [N/m<sup>2</sup>]. Perhitungan rambatan suara pada *rockwool* tidak bisa dilakukan dikarenakan modulus *young* dari *rockwool* tidak diketahui.

**Data Analisis Kebisingan**Tabel 1. Data Kebisingan *Glasswool*

Tabel Penelitian <i>Glasswool</i> Untuk Uji Emisi Suara						
No	Jumlah <i>Glasswool</i> (gr)	Kebisingan I (dB)	Kebisingan II (dB)	Kebisingan III (dB)	Rata - rata	Suhu
1	255	74,3	74,1	73,8	74	36,2
2	275	74	74,1	73,9	74	37,5
3	295	73,6	73,7	73,6	74	37,2
4	315	73,4	73,5	73,6	74	37,6
5	335	73,4	73,6	73,4	73	37,5
6	355	73,3	73,4	73,7	73	37
7	375	73,2	73,4	73,6	73	36,7
8	395	73	73,2	72,8	73	38
9	415	72	73,5	73,8	73	35
10	435	73,1	72,8	72,5	73	36,9
11	455	72,5	72,8	72	72	35,4
12	475	72,5	73	72,6	73	35,2
13	495	71	72,2	72,5	72	34
14	515	72	72,6	71,8	72	34,6
15	535	72,8	72,6	71,5	72	34,2
16	555	72,6	72,5	72,5	73	34,2
17	575	71	72,2	72,6	72	35
18	595	70	71,5	72,2	71	35,5
19	615	71,5	71,8	71,5	72	34
20	635	70,6	70	71,1	71	34

Tabel 2. Data Kebisingan *Rockwool*

Tabel Penelitian <i>Rockwool</i> Untuk Uji Emisi Suara						
No	Jumlah <i>Rockwool</i> (gr)	Kebisingan I (dB)	Kebisingan II (dB)	Kebisingan III (dB)	Rata - rata	Suhu
1	99	75,4	74,1	73,9	74	29
2	119	74,2	74,2	73,9	74	29
3	139	74,1	73,8	74	74	28,5
4	159	74,3	74,2	74,3	74	28
5	179	74,3	74	74	74	28,1
6	199	73,6	73	74,4	74	27
7	219	74,5	74,3	74	74	29,4
8	239	74,2	74,2	74,4	74	28,4
9	259	73,2	72	72	72	27
10	279	73	72,5	73,5	73	27,5
11	299	73,5	73,8	73,2	74	27,8
12	319	72,5	73,2	73,5	73	26,6
13	339	71	72,5	73,1	72	26,5
14	359	71,5	71	71,2	71	26,8
15	379	71,5	71,1	71	71	25,8
16	399	72,5	71,5	71,2	72	25,9
17	419	72,8	72,1	71,1	72	25,5
18	439	70	70,5	69,7	70	25,1
19	459	71,1	70,5	70,2	71	23,2
20	479	69,8	70,2	69,5	70	23,8

Tabel 3. Data Analisis Intensitas *Glasswool*

Tabel Penelitian Taraf Intensitas Suara Yang Dihasilkan Muffler <i>Glasswool</i>					
No	Jumlah <i>Glasswool</i> (gr)	T1 1 [(W/m <sup>2</sup> ) x 10 <sup>^(-5)</sup> ]	T1 2 [(W/m <sup>2</sup> ) x 10 <sup>^(-5)</sup> ]	T1 3 [(W/m <sup>2</sup> ) x 10 <sup>^(-5)</sup> ]	Rata Rata [(W/m <sup>2</sup> ) x 10 <sup>^(-5)</sup> ]
1	255	2,6150	2,5703	2,3988	2,53
2	275	2,5118	2,5703	2,4547	2,51
3	295	2,2908	2,3442	2,2908	2,31
4	315	2,1877	2,3442	2,1877	2,24
5	335	2,1877	2,2908	2,1877	2,22
6	355	2,1379	2,1877	2,3442	2,22
7	375	2,0892	2,1877	2,2908	2,19
8	395	1,9952	2,0892	2,3988	2,16
9	415	1,9925	1,9956	1,8965	1,96
10	435	1,9958	1,9965	1,8565	1,95
11	455	1,9965	1,9896	1,9896	1,99
12	475	1,8996	1,9885	1,9856	1,96
13	495	1,8665	1,9883	1,9965	1,95
14	515	1,8664	1,9825	1,9956	1,95
15	535	1,8655	1,9965	1,9869	1,95
16	555	1,9956	1,9655	1,9765	1,98
17	575	1,9982	1,9963	1,9898	1,99
18	595	1,9952	1,9985	1,9886	1,99
19	615	1,9945	1,9654	1,9878	1,98
20	635	1,9845	1,8969	1,8965	1,93

Tabel 4. Data Analisis Daya Akustik *Glasswool*

Tabel Penelitian Daya Akustik Yang Dihasilkan Muffler <i>Glasswool</i>					
No	Jumlah <i>Glasswool</i> (gr)	Daya Akustik 1 [(W) x 10 <sup>^(-8)</sup> ]	Daya Akustik 2 [(W) x 10 <sup>^(-8)</sup> ]	Daya Akustik 3 [(W) x 10 <sup>^(-8)</sup> ]	Rata-rata [(W) x 10 <sup>^(-8)</sup> ]
1	255	7,6101	7,267	6,7825	7,22
2	275	7,1021	7,2676	6,9405	7,10
3	295	6,4772	6,6281	6,4774	6,53
4	315	6,4772	6,3298	6,6281	6,48
5	335	6,1857	6,4772	6,1857	6,28
6	355	6,0449	6,1857	6,6281	6,29
7	375	6,7825	6,1857	6,4772	6,48
8	395	6,7825	6,1857	6,4772	6,48
9	415	6,7852	6,0256	6,2536	6,35
10	435	6,7756	6,1523	6,3562	6,43
11	455	6,7565	6,3253	6,3265	6,47
12	475	6,7765	6,4256	6,3562	6,52
13	495	6,7758	6,3253	6,3265	6,48
14	515	6,5452	6,2356	6,2312	6,34
15	535	6,4213	6,2523	6,2523	6,31
16	555	6,4521	6,3546	6,2312	6,35
17	575	6,4321	6,4565	6,2512	6,38
18	595	6,4565	5,9563	5,6532	6,02
19	615	6,4653	5,9563	5,8653	6,10
20	635	6,5253	5,8653	5,6535	6,01

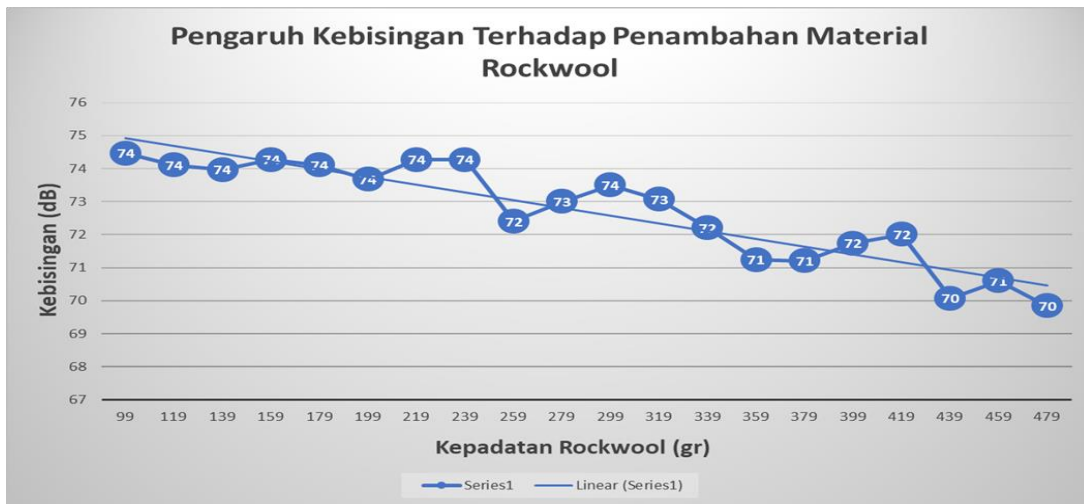
Tabel 4. Data Analisis Intensitas *Rockwool*

Tabel Penelitian Intensitas Suara Yang Dihasilkan Muffler <i>Rockwool</i>					
No	Jumlah <i>Rockwool</i> (gr)	T1 1 [(W/m <sup>2</sup> ) x 10 <sup>^(-5)</sup> ]	T1 2 [(W/m <sup>2</sup> ) x 10 <sup>^(-5)</sup> ]	T1 3 [(W/m <sup>2</sup> ) x 10 <sup>^(-5)</sup> ]	Rata Rata [(W/m <sup>2</sup> ) x 10 <sup>^(-5)</sup> ]
1	99	3,4673	2,5700	2,4547	2,83
2	119	2,6302	2,6302	2,4547	2,57
3	139	2,5703	2,3988	2,5118	2,49
4	159	2,6915	2,6302	2,6915	2,67
5	179	2,6915	2,5118	2,5118	2,57
6	199	2,8845	1,9952	2,7542	2,54
7	219	2,8183	2,6915	2,5118	2,67
8	239	2,6302	2,6302	2,7542	2,67
9	259	2,6535	2,6524	2,6545	2,65
10	279	2,6333	2,6234	2,6235	2,63
11	299	2,6328	2,6568	2,6232	2,64
12	319	2,6356	2,6569	2,6352	2,64
13	339	2,6225	2,6525	2,6345	2,64
14	359	2,6235	2,6325	2,6234	2,63
15	379	2,6245	2,6245	2,6521	2,63
16	399	2,6218	2,6215	2,6452	2,63
17	419	2,5215	2,6125	2,6231	2,59
18	439	2,5026	2,6152	2,6523	2,59
19	459	2,5315	2,5965	2,5231	2,55
20	479	2,2562	2,5856	2,5395	2,46

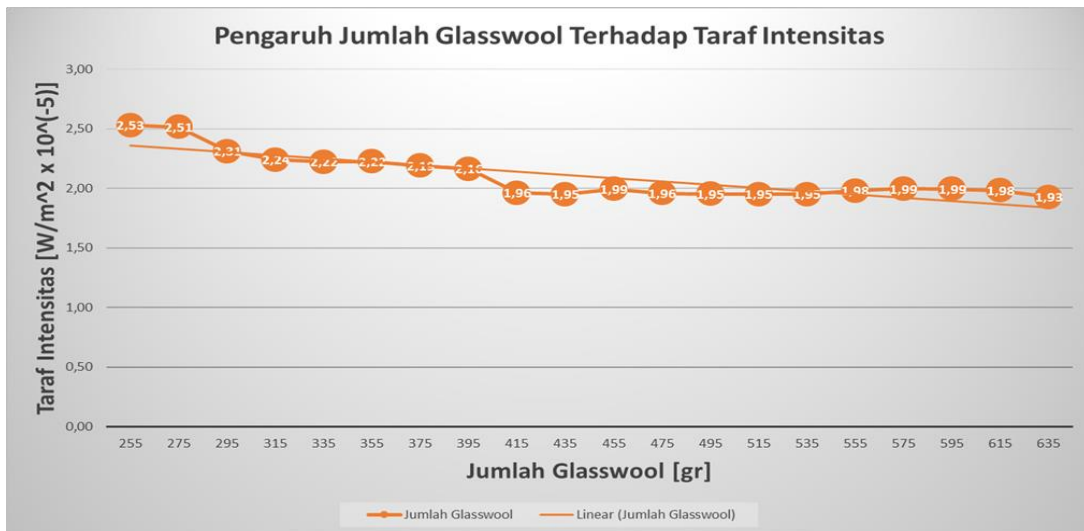
Tabel 5. Data analisis Daya Akustik *Rockwool*

Tabel Penelitian Daya Akustik Yang Hasilkan Muffler Rockwool					
No	Jumlah Glasswool (gr)	Daya Akustik 1 [(W) x 10 <sup>^</sup> (-8)]	Daya Akustik 2 [(W) x 10 <sup>^</sup> (-8)]	Daya Akustik 3 [(W) x 10 <sup>^</sup> (-8)](W)	Rata - rata [(W) x 10 <sup>^</sup> (-8)]
1	99	9,8030	7,2676	6,9405	8,00
2	119	7,4369	7,4369	6,9405	7,27
3	139	7,2676	6,7825	7,1021	7,05
4	159	7,6101	7,4369	7,6101	7,55
5	179	7,6101	7,1021	7,1021	7,27
6	199	8,1544	5,6414	7,7873	7,19
7	219	7,9687	7,6101	7,1021	7,56
8	239	7,2635	7,4369	7,7873	7,50
9	259	7,6325	7,6235	7,4526	7,57
10	279	7,2536	7,1233	7,3562	7,24
11	299	7,2563	7,6315	7,6452	7,51
12	319	7,3625	7,3256	4,3256	6,34
13	339	7,3656	7,3264	7,2835	7,33
14	359	7,5631	7,2453	7,3288	7,38
15	379	7,6532	7,4563	7,4588	7,52
16	399	7,4523	7,6532	7,6322	7,58
17	419	7,5263	7,5655	7,4952	7,53
18	439	7,1306	7,1523	7,5000	7,26
19	459	7,0526	7,3865	7,6521	7,36
20	479	7,6234	7,1236	7,6324	7,46

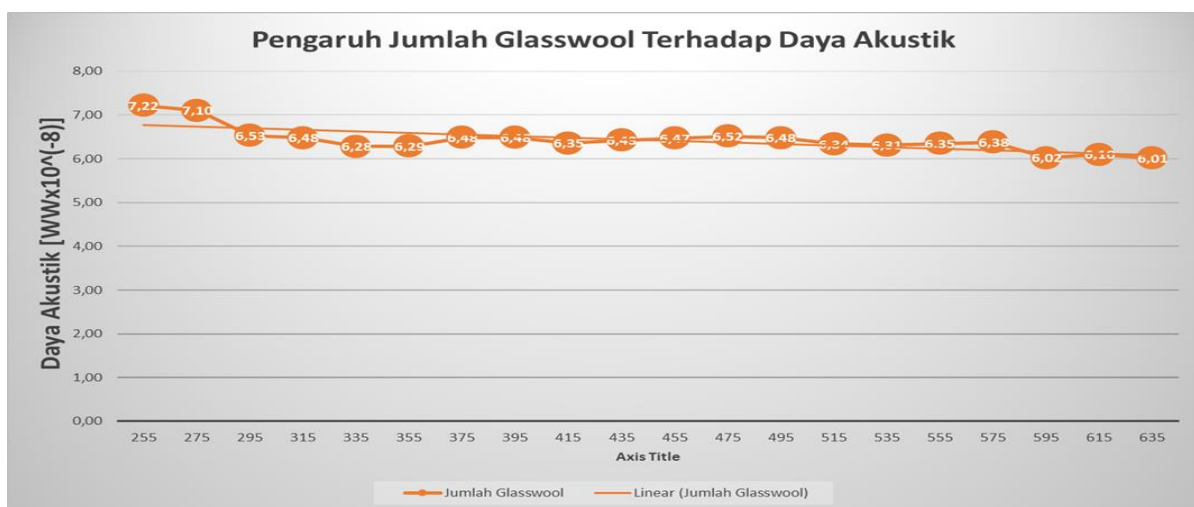
Gambar 2. Grafik Pengaruh Penurunan Kebisingan Terhadap Penambahan Material *Glasswool*



Gambar 3. Grafik Pengaruh Penurunan Kebisingan Terhadap Penambahan Material *Rockwool*

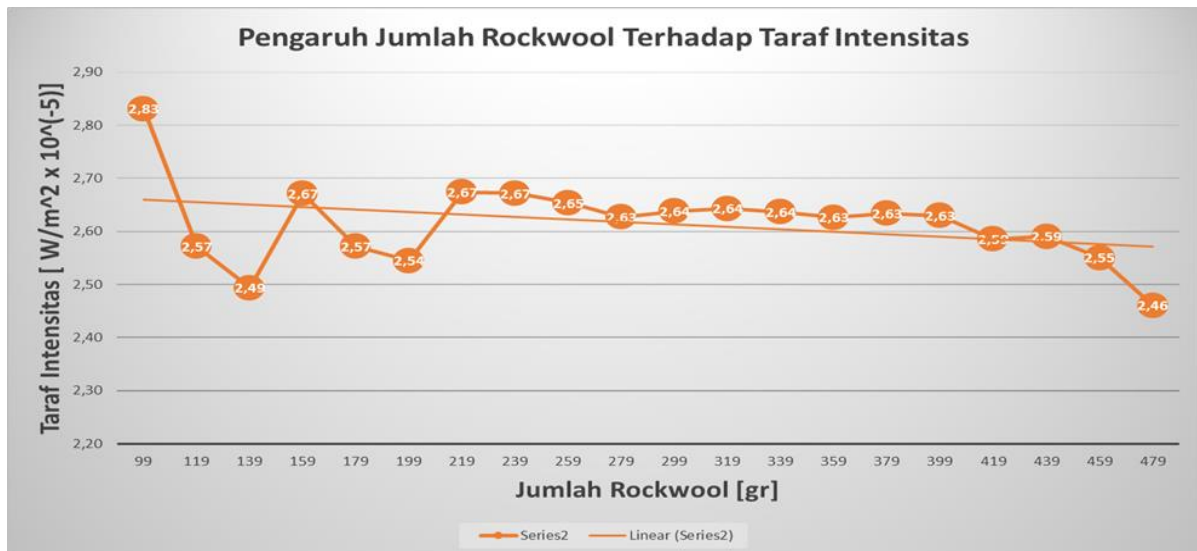
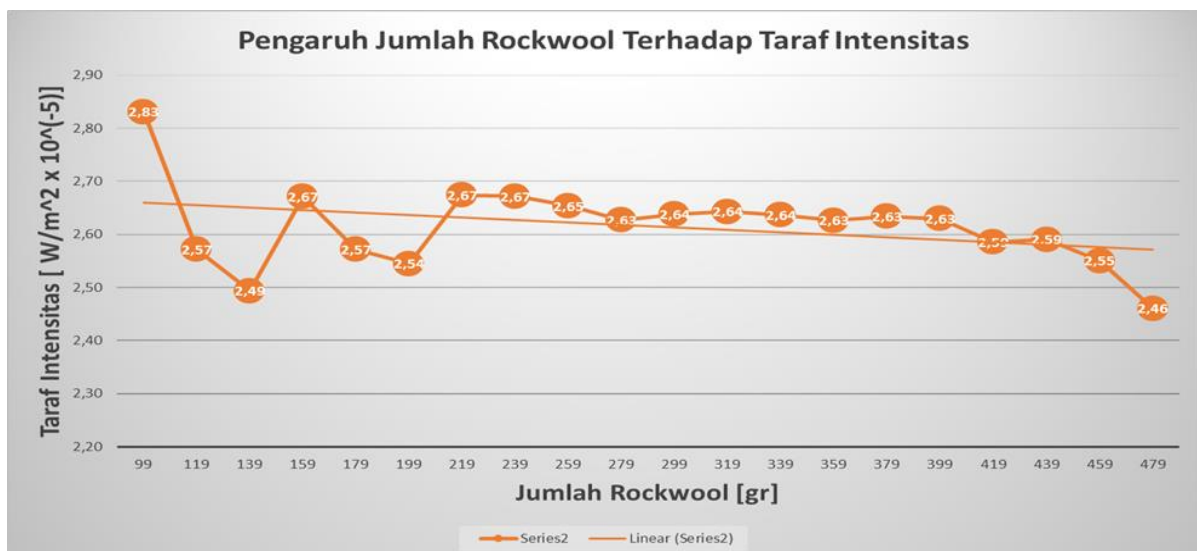


Gambar 4. Grafik Pengaruh Penambahan Material Terhadap Penurunan Intensitas Suara *Glaswool*



Gambar 5. Grafik Pengaruh Penambahan Material Terhadap Penurunan Daya Akustik *Glaswool*



Gambar 6. Grafik Pengaruh Penambahan Material Terhadap Penurunan Intensitas Suara *Rockwool*Gambar 7. Grafik Pengaruh Penambahan Material Terhadap Penurunan Daya Akustik *Rockwool*Tabel 6. Tabel Kebisingan *Exhaust* Mesin *Diesel*

Tabel Penelitian Exhaust Mesin Diesel						
No	Exhaust Mesin	Kebisingan I (dB)	Kebisingan II (dB)	Kebisingan III (dB)	Rata - rata	Suhu
1	Exhaust Bawaan (Tanpa Dipasang Muffler)	85	86	81	84	39

Nilai daya akustik pada kedua material berbanding lurus terhadap nilai intensitas suara dan berbanding terbalik terhadap nilai penambahan material. Fenomena tersebut terjadi karena banyaknya material yang ditambahkan pada *muffler* sehingga nilai daya akustik, intensitas suara, suhu, dan taraf intensitas akan semakin kecil.

#### 4. KESIMPULAN

1. Intensitas suara yang dihasilkan *rockwool* bernilai rata - rata  $2,62 \times 10^{-5}$  [W/m<sup>2</sup>] sementara intensitas suara yang dihasilkan *glasswool* bernilai  $2,10 \times 10^{-5}$  [W/m<sup>2</sup>]. Pada pengukuran dan perhitungan taraf intensitas *glasswool* masih memiliki nilai yang sedikit lebih rendah dari *rockwool* dengan selisih angka 0,38.

Daya Akustik yang dihasilkan material *rockwool* bernilai rata – rata  $7.34 \times 10^{-8}$  [W] dan daya akustik yang dihasilkan *glasswool* bernilai rata – rata  $7.37 \times 10^{-8}$  [W]. Pada pengukuran dan perhitungan daya akustik material *glasswool* memiliki nilai yang lebih tinggi dengan selisih angka 0.03.

2. Semakin banyak penambahan pada material yang dilakukan maka semakin rendah suhu yang diredam pada material *rockwool* maupun *glasswool*. Rata – rata suhu yang diredam oleh *rockwool* bernilai 26.945 [°C] sementara *glasswool* 35.78 [°C]. *Rockwool* meredam panas lebih efektif karena massa jenis *rockwool* yang digunakan pada penelitian 100 [kg/m<sup>3</sup>] dan *glasswool* yang dipakai untuk penelitian massa jenisnya 80 [kg/m<sup>3</sup>]. Kemudian *Rockwool* memiliki kemampuan rata - rata menyerap kebisingan dengan nilai 72.69 [db] yang hampir setara dengan *glasswool* yang mana *glasswool* memiliki rata – rata kebisingan sebesar 72.70 [db] maka dari itu bisa disimpulkan *rockwool* memiliki penyerapan kebisingan yang hamper setara dengan *glasswool* dan juga memiliki penyerapan panas yang lebih baik dari *glasswool*.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Drs, Nugroho Eko Setjiogiarto. Dipl. Ing. M.T atas bimbingannya dalam menyusun jurnal ini. Penulis juga berterima kasih kepada Bapak Asep Apriana, S.T., M.Kom. karena telah menyediakan tempat untuk melakukan penelitian.

## REFERENSI

- [1] S. R. Putra, Bahrul Amin, and Andrizal, “PENGARUH PENGGUNAAN BERBAGAI JENIS KNALPOT (MUFFLER) TERHADAP KUALITAS GAS BUANG DAN TINGKAT KEBISINGAN PADA MOBIL TOYOTA AVANZA TYPE 1.3 G MANUAL TAHUN 2012”.
- [2] D. E. Agustin, Wawan, and Yadi Heryadi, “ANALISA PEREDAM PANAS GLASSWOOL PADA ALAT PEMBAKAR SAMPAH (INSINERATOR) PORTABEL 2 IN 1”.
- [3] A. Katherina, Sudarno, and S. Endro, “PERANCANGAN PENGENDALIAN BISING DENGAN PEMASANGAN ROCK WOOL PADA RUANG PEGAWAI DI DIPO LOKOMOTIF SEMARANG PONCOL”.
- [4] Doelle and L. Leslie, *Akustik Lingkungan*. Jakarta: Erlangga, 1993.
- [5] Sudaryono, *Dasar – Dasar Fisika Konsep, Rumus, Dan Evaluasi Mandiri Pertama*, 1st ed. Depok: Rajawali Pers, 2018.