

ANALISA TINGKAT KEBISINGAN KAMAR MESIN PADA KAPAL KMP. MURIA

Rindianti Wibowo, Samuel, Untung Budiarto¹⁾

¹⁾Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik,

Universitas Diponegoro Semarang

Email: Rindiantiwibowo@gmail.com

ABSTRAK

Kebisingan adalah suara yang tidak diharapkan yang dapat mengganggu kesehatan, kenyamanan dan dapat menyebabkan ketulian. Kebisingan dengan intensitas tinggi tanpa sadar dapat menyebabkan dampak yang serius bagi ABK KMP. Muria serta ketidaknyamanan bagi penumpang. Sehingga, pengukuran tingkat kebisingan harus dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan yang terjadi di kapal, terutama di kamar mesin dan ruang akomodasi, sehingga dapat direncanakan *alternative system* yang tepat apabila tingkat kebisingan yang terjadi melebihi batas yang ditetapkan oleh IMO, ABS dan LR. Dari hasil pengukuran dengan menggunakan *Environment meter* tingkat kebisingan di kamar mesin melebihi batas yang ditetapkan oleh IMO dan ABS sebesar 102,9 dB.

Setelah melakukan proses perhitungan *Transmission Loss* yang dihasilkan oleh sebuah *Barrier*, untuk frekuensi kritis *barrier* dengan material *plywood* dapat mengurangi suara sebesar 34,39 dB, *Glasswool* 31,22 dB, *Rockwool* 39,58 dB, *Poliuretan* 37,01 dB. Untuk frekuensi kritis sebuah *barrier* dengan kombinasi dua material penyusun yaitu kombinasi *Rockwool* dengan *plywood* menghasilkan *transmission loss* sebesar 38,36 dB, *Rockwool* dengan *glasswool* sebesar 39,10 dB, dan kombinasi *Rockwool* dengan *Poliuretan* dapat mengurangi tingkat kebisingan hingga 42,39 dB. Proses simulasi terhadap perencanaan penggunaan modifikasi *Muffler* yang telah terpasang pada *exhaust gas outlet* dengan menggunakan *Actran Student Edition* dapat disimpulkan bahwa semakin besar dimensi *muffler*, *transmission loss* yang dihasilkan juga akan semakin besar.

Katakunci : *Noise, Environment meter, Plywood, Rockwool, Glasswool, Poliuretann, Actran Student Edition*

Noise is an unwanted sound that can interfere the health, comfort and can cause deafness. High intensity unconscious noise cause a serious impact for the crew on board as well as inconvenience for every passenger. So the analysis of noise levels must be conduct by direct measurement. This measurement have a purpose to know the noise level in KMP Muria, especially in engine room and accomodation room, then we can choose the right alternative noise reducer if the noise level on that ship exceeds the limit set by IMO, ABS and LR. From the results of measurements in the field by using the Environmeter known noise level in the engine room exceeds the limits defined by the IMO and the ABS amounted 102,9 dB. So it needs an *Alternative System* to reduce the noise level, the author designed it with 3 kind of absorderer material combination, that is 25 mm thick *Plywood*, *Plywood* and *Glaswool* each 25 mm thick, *Plywood* and *polyetyhlen* each 25 mm thick, each combination can reduce the noise until 39,56 dB, 38,36 dB, 37.8 dB. The author also designed modifications of *Muffler* so the noise level caused by exhaust gas outlet can be minimized. Analysis using *actran student edition* with some variations in size, the best one is *Muffler* with 2 m length and 0,9 m diameter of expansion room can reduce noise level until 34,29 dB.

Keyword : *Noise, Environmeter, Plywood, Glasswool, Polyethylen, Actran Student Edition*

1. PENDAHULUAN

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidakdikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan,kenyamanan serta dapat menimbulkan ketulian.Kebisingan merupakan suatu permasalahan yang cukuppenting terutama dalam kaitannya dengan kenyamanan.Tingkat kebisinganyang berlebihan dapat memberikandampak negatif

yang sangat berbahaya dalam banyak hal, yaitu dampak dari segi kesehatan dan juga dari segi psikologis serta teknis. Kerusakan pada alat pendengaran merupakan salah satu dampak dari segi kesehatan dan secara psikologis dampak yang dapat ditimbulkan yaitu gangguan emosional sedangkan dari segi teknis kebisingan dapat menjadi indikasi adanya masalah pada peralatan yang ada. [3]

Kebisingan dengan intensitas tinggi yang tidak disadari menyebabkan dampak yang serius bagi ABK serta ketidaknyamanan untuk setiap penumpang. Contoh kebisingan yang berpengaruh langsung pada kenyamanan penumpang antara lain dari *main engine* itu sendiri yang merupakan sumber kebisingan terbesar, *exhaust gas outlet* pada dek serta *auxiliary machinery* dan lain lain. [5]

Berdasarkan latar belakang diatas permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah Besarnya tingkat kebisingan yang terjadi di kamar mesin dan ruang akomodasi pada saat kapal beroperasi dalam kondisi bermuatan penuh, kemudian *Alternative System* apakah yang akan digunakan dalam upaya mereduksi apabila tingkat kebisingan yang terjadi pada kapal tersebut melampaui nilai batas ambang yang ditentukan. Setelah *Barrier* dan *Muffler* ditentukan sebagai *Alternative System*, seberapa besar *transmission loss* yang dapat dihasilkan oleh kedua *Alternative System* tersebut. Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah agar dalam penyusunannya dapat terfokus pada permasalahan yang telah ditentukan. Adapun batasan masalah tersebut diantaranya peneliti hanya membahas kebisingan yang berasal dari mesin utama serta tidak menganalisa kondisi lingkungan kamar mesin yang diakibatkan adanya perubahan/penambahan sistem peredam kebisingan. Peneliti menggunakan "Code on Noise Levels on Board Ships" yang merupakan resolusi No. A.468 (XII) dari Organisasi Dunia Negara – negara Maritim atau *International Maritime Organization (IMO)*, *American Bureau of Shipping (ABS)* dalam *ABS Guide For American Bureau of Shipping – Guide for Passenger Comfort on Ship dan Llyod's Register – Provisional Rules for Passenger and Crew Accomodation Comfort, Provosional Rules for Passenger and Crew* dalam proses analisa tingkat kebisingan yang terjadi.[2,6,7,8]

Kemudian penulis menggunakan software Actran Student Edition untuk mensimulasikan tingkat reduksi kebisingan yang dihasilkan oleh *Alternative System* yang digunakan. [1]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kebisingan

Bising adalah bunyi yang ditimbulkan oleh gelombang suara dengan intensitas dan frekuensi yang tidak menentu (Buku Ajar Kesehatan Kerja Ridwan Harrianto). Jenis kebisingan berdasarkan mekanisme penyebaran dan perambatan energi bunyi adalah:

1. *Struktur-Borne Noise*, yaitu kebisingan yang dihasilkan oleh perambatan getaran struktur komponen dari suatu sistem struktur atau bagian yang bergetar tersebut akan meredam atau merambatkan energi akustik dalam bentuk gelombang longitudinal. Sumber energi tersebut diperoleh dari adanya kerusakan atau tidak seimbang nya bagian serta gerakan bolak-balik dari suatu sistem.
2. *Liquid-Borne Noise*, yaitu kebisingan yang ditimbulkan oleh adanya perambatan fluktuasi tekanan fluida, sehingga terjadi getaran kolom fluida, pusaran fluida, bunyi aliran dan kavitasi.
3. *Air-borne Noise*, yaitu kebisingan yang merambat melalui fluktuasi tekanan yang timbul di udara Perambatan kebisingan melalui dua media seperti ini akan saling berkaitan. Dimana jika terjadi suatu perambatan bunyi yang bersumber dari struktur, maka getaran struktur akan dapat menggetarkan udara disekelilingnya. Pada saat yang sama udara yang bergetar tersebut akan menggetarkan struktur kembali.[10]

2.2 Sumber Bising

Dilihat dari sifat sumber kebisingan dibagi menjadi dua yaitu:

1. Sumber kebisingan statis, misalnya pabrik, mesin, tape, dan lainnya
2. Sumber kebisingan dinamis, misalnya mobil, pesawat terbang, kapal laut, dan lainnya.

Untuk menentukan besarnya daya mesin sebagai sumber suara digunakan persamaan [Daniel R Raichel, 2006]:

$$P = F_n \times P_m$$

Keterangan: P = Suara daya mesin, W

P_m = Daya Mesin, W

F_n = faktor konversi

2.3 Dampak Kebisingan

1. Pengaruh Fisiologi
Pengaruh pada fisiologi dapat berupa: peningkatan tekanan darah, peningkatan

denyut nadi, basal metabolism, gangguan tidur, dapat menyebabkan pucat, gangguan sensoris dan gangguan refleksi

2. Pengaruh Psikologi

Reaksi psikologis yang timbul dari kebisingan adalah:

- Marah
- Mudah tersinggung/curiga
- Mudah gugup
- Jengkel atau annoyance

3. Trauma Akustik

4. Gangguan Pendengaran

Macam macam gangguan pendengaran yang disebabkan oleh adanya pajanan kebisingan:

- *Temporarily Threshold Shifts* (TTS)

Adalah bergesernya (melemahnya) kemampuan pendengaran seseorang ketika terpapar kebisingan yang cukup intensif, bersifat sementara.

- *Permanent Threshold Shifts* (PTS)

Adalah melemahnya secara permanent kemampuan pendengaran seseorang karena terpapar kebisingan yang intensif dan mendadak.

2.4 Pengendalian Kebisingan

Pengendalian bising secara umum dapat dilakukan dengan 3 cara, antara lain :

1. Pengendalian kebisingan yang dihasilkan oleh sumber bunyi Pengendalian kebisingan pada sumbernya.
 2. Pengendalian bising yang ditransmisikan.
 3. Pengendalian bising pada penerima.
- [4]

2.5 Transmission Loss

Rugi Transmisi Bunyi (*Transmission Loss*/TL) merupakan jumlah energi bunyi yang berkurang (lewat udara) pada suatu partisi, dinding atau jendela yang dinyatakan dalam desibel. Rugi transmisi sama dengan jumlah decibel berkurangnya energi bunyi datang pada partisi bila melewati struktur. Menurut Watters 1959, material yang dilewati gelombang suara mempunyai *Transmission Loss* (TL):

$$TL = 10 \text{ Log } \left[1 + \left(\frac{\pi f M_s}{\rho_0 c} \right)^2 \right] - 5$$

Dimana:

M_s = Kerapatan material (kg/m^3) (m)

F = Frekuensi, Hz

frekuensi yang digunakan dalam kasus ini merupakan frekuensi kritis (f_c)

$$f_c = \frac{c^2}{1,8 \cdot cL t} = \frac{c^2}{2\pi} \left(\frac{M_s}{B} \right)^{1/2}$$

C = kecepatan suara pada suhu 25°C , m/s

cL = kecepatan suara secara membujur pada material, m/s

t = tebal material, m

Penggunaan dua jenis material absorder, mempunyai persamaan:

$$M_s = (p_1 \times h_1) + (p_2 \times h_2)$$

Tiap material mempunyai tebal yang mempengaruhi nilai *Transmission Loss* yang berbeda, sehingga netral aksis dari kedua material di atas adalah:

$$\kappa = \frac{E_1 h_1^2 - E_2 h_2^2}{2(E_1 h_1 + E_2 h_2)}$$

Untuk mendapatkan f_c maka B adalah nilai kekakuan dari kedua material tersebut

$$B = \frac{E_1 h_1^3}{12(1-\sigma_1^2)} [1+3(1-2\kappa/h_1)^2] + \frac{E_2 h_2^3}{12(1-\sigma_2^2)} [1+3(1-2\kappa/h_2)^2]$$

Keterangan:

h_1 = tebal material 1 (m)

h_2 = tebal material 2 (m)

p_1 = *density material* 1 (kg/m^3)

p_2 = *density material* 2 (kg/m^3)

E_1 = *Young's modulus* material 1 (GPa)

E_2 = *Young's modulus* material 2 (GPa)

σ_1 = *Poisson ratio* material 1

σ_2 = *Poisson ratio* material 2

Sedangkan pada *Muffler*, *Transmission Loss* dapat diperoleh dengan menggunakan *Plane wave assumption* dengan persamannya adalah:

$$TL = 10 \text{ Log } [1 + (m^2 - 1) / (2m) \sin kl]^2]$$

Dimana: m : perbandingan luaspenampang ruang ekspansi dan pipa inlet/outlet

l : panjang bagian ruang ekspansi

k : *wave number*

: $2 \cdot \pi \cdot \text{freq} / \text{speed of sound}$ [12]

3. METODOLOGI PENELITIAN

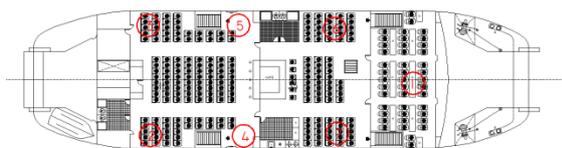
Pengukuran Tingkat Kebisingan pada kapal penyebrangan KMP. Muria menggunakan Environmeter dan dilakukan pada setiap area kapal akan tetapi difokuskan terhadap Kamar mesin dan ruang akomodasi. Perancangan eksperimental pada penelitian tugas akhir ini disesuaikan dengan kondisi

lapangan yang ada. Adapun susunannya sebagai berikut :

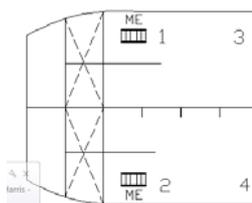
1. Kondisi kapal selama pengukuran tingkat kebisingan yaitu berlayar dengan menggunakan dua mesin utama serta satu mesin pembantu.
2. Pengukuran dilakukan ketika kapal dalam kecepatan servis yaitu 6.50 knots.
3. Sumber bunyi berupa mesin yang berada di kamar mesin sebagai sumber yang tidak berjalan.
4. Alat ukur (*Environmeter*) diletakkan $\pm 1,5$ m diatas permukaan tanah dengan besaran yang diukur dB A.
5. Waktu pengukuran dilakukan \pm selama 2 menit
6. Jumlah titik ukur sebanyak 13 titik
7. Pengukuran tingkat kebisingan pada KMP. Muria dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada saat perjalanan Jepara – Karimun Jawa dan sebaliknya dengan persyaratan, prosedur dan tahap yang sama.



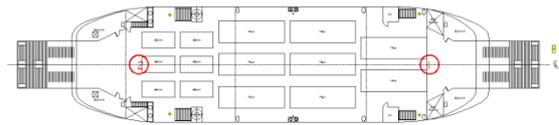
Gambar 1 Environmeter [11]



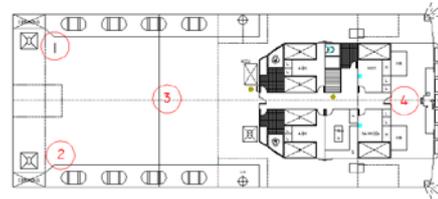
Gambar 2 Titik pengukuran ruang akomodasi KMP. Muria



Gambar 3. Titik pengukuran Kamar Mesin



Gambar 4. Titik pengukuran pada *Car Deck*



Gambar 5. Titik pengukuran *Navigation Deck*

Kondisi pada saat pengukuran:

1. Ruang Akomodasi titik 2 3 4 5 (*Economic room*):
 - a. 6 buah jendela besar terbuka
 - b. Jumlah penumpang di dalam ruangan lebih dari 50 orang
 - c. Terdapat 4 buah pintu dengan kondisi tertutup
 - d. Sebuah televisi menyala dengan volume yang sangat rendah
 - e. Sumber suara diasumsikan berasal dari kamar mesin dan dipengaruhi oleh kondisi-kondisi diatas.
2. Ruang Akomodasi titik 6 7 (*Economic room*)
 - a. Terdapat 10 jendela kecil dengan kondisi 4 buah jendela terbuka
 - b. Jumlah penumpang lebih dari 20 orang
 - c. Terdapat sebuah televisse dengan volume yang sangat rendah
 - d. Kondisi pintu terbuka (pintu terusan dari tangga)
 - e. Sumber suara diasumsikan berasal dari kamar mesin dan dipengaruhi oleh kondisi-kondisi diatas.
3. Ruang Akomodasi titik 1 (*VIP Room*)
 - a. Kondisi pintu dan jendela tertutup rapat
 - b. Jumlah penumpang kurang dari 50 orang
 - c. Televisse menyala dengan volume yang sangat rendah
 - d. Sumber suara diasumsikan hanya berasal dari kamar mesin tanpa ada pengaruh dari sumber lain.
4. Kamar Mesin titik 1 2 3 4
 - a. Pintu tertutup rapat
 - b. Jumlah ABK yang terdapat di dalam sebanyak 4 orang
5. Car deck titik 1 2
 - a. 18 jendela terbuka

- b. Titik pengukuran dekat dengan ramdoor
 - c. Jumlah penumpang kurang dari 10 orang.
 - d. Sumber suara diasumsikan berasal dari kamar mesin dan mendapat pengaruh dari kondisi-kondisi diatas
6. Navigation Room
- a. Kondisi pintu dan jendela tertutup
 - b. Jumlah ABK pada saat pengukuran sebanyak 5 orang.
 - c. Diasumsikan sumber suara hanya berasal dari kamar mesin dan mendapat pengaruh jarak dari kamar mesin ke *Navigation room*.
7. Navigation Deck outdoor area
- a. Pengukuran dilakukan di ruang terbuka
 - b. Titik pengukuran dilakukan dekat dengan cerobong
 - c. Jumlah penumpang pada saat pengukuran dilakukan sebanyak 20 orang
 - d. Sumber suara diasumsikan berasal dari kamar mesin dan cerobong serta mendapatkan pengaruh dari kondisi di atas

4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran

Hasil Pengukuran tingkat kebisingan dengan menggunakan Environmeter dan perbandingannya dengan Nilai ambang batas yang ditentukan oleh IMO LR dan ABS

Tabel 1 Hasil pengukuran tingkat kebisingan

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran dB(A)	IMO dB(A)	LR dB(A)	ABS dB(A)
Engine Room	102,9	90	110	100
Car Deck	87,1	-	90	-
VIP Room	51,4	60	50	55
Economic Room	78,1	75	65	65
Navigation Deck Outdoor Area	86,4	70	72	-
Navigation Room	57,7	65	60	-

Besarnya tingkat kebisingan yang terjadi pada ruangan-ruangan tersebut sehingga melampaui batas ambang kebisingan yang diizinkan oleh beberapa Klasifikasi internasional dapat dikarenakan oleh beberapa faktor, diantaranya:

1. Pada ruang akomodasi khususnya *Economic room* kebisingan yang berlebihan tersebut dapat terjadi karena suara yang ditimbulkan oleh para penumpang itu sendiri dan dengan kondisi ruangan yang terbuka, sehingga sumber suara tidak hanya berasal dari Kamar Mesin saja.
2. Sama halnya dengan tingkat kebisingan yang terjadi pada ruang akomodasi, tingkat kebisingan yang terjadi pada *navigation deck outdoor area* melampaui nilai batas ambang kebisingan yang diperbolehkan, hal ini terjadi karena pengukuran dilakukan di luar ruangan sehingga proses pengukuran mendapatkan pengaruh dari luar yaitu kecepatan angin ataupun suara penumpang yang berada pada *navigation deck outdoor*.

4.2 Tingkat Kebisingan Kamar Mesin

Sumber Suara yang beroperasi pada Kamar Mesin

Tabel 2 Sumber bising dan besar dayanya

Sumber Bising	Daya
2 buah mesin induk	530 Ps
2 buah mesin bantu	74 Kw
2 buah generator	53 Kva
2 buah pompa hydraulic winch	18 Kw
2 buah Pompa Bilga/Ballast	7,5 Hp
1 buah Pompa hidropor air laut	0,75 Kw
1 buah Pompa hidropor air tawar	0,75 Kw
1 buah Pompa pemindah bahan bakar	0,75 Kw
1 buah pompa kotoran	2,2 Kw
1 buah pompa hydraulic SG	1,5 Kw
1 buah kompresor	9 Kg/cm ²

4.3 Barrier

Pada prinsip penghalangan kebisingan, fungsi utama penghambat (*Barrie*) adalah memantulkan gelombang, suara yang diterima (N) kembali ke arah sumber suara (N') sehingga tidak menembus bagian belakang *Barrier*. Kesempurnaan pemantulan

gelombang suara sangat ditentukan oleh dua karakteristik material penghambat suara, yaitu massa jenis (density) dan kelunakan material (limpness). Karakteristik massa jenis material berpengaruh terhadap kesempurnaan pemantulan gelombang suara. Semakin tinggi massa jenis bahan penghambat suara maka pemantulan yang dihasilkan akan makin sempurna. Sebaliknya, makin rendah massa jenis bahan penghambat misalnya berpori-pori maka akan semakin rendah efektifitas pemantulan yang dihasilkan.

Perhitungan *Transmission Loss* Barrier menurut teori pada persamaan Barron, Randall F, 2001 adalah:

4.4 Muffler

Metode untuk meredam bising dengan penggunaan alat peredam bising “Muffler” yang diletakkan pada vent gas. Muffler dapat digunakan untuk mengurangi kebisingan dengan frekuensi tinggi. Alat ini didesain sedemikian rupa sehingga aliran udara melewati tabung akustik berlubang yang dikelilingi oleh lapisan tebal dari material penyerap suara yang akan menurunkan kebisingan dengan range frekuensi tinggi dengan penurunan tekanan minimum. Penulis merencanakan 9 pemodelan Muffler serta besarnya *Transmission Loss* yang dapat dihasilkan jika modifikasi dari Muffler yang sudah terpasang dibutuhkan karena kurang efisiensinya Muffler yang sudah terpasang tersebut. Pemodelan Muffler tersebut dilakukan dengan menggunakan software *noise analysis*, yaitu Actran Student Edition. Dalam software ini akan dilakukan pemodelan Muffler secara 3 dimensi dan output dari program ini adalah nilai *Transmission Loss* yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam proses simulasi ini adalah metode elemen hingga. Proses simulasi *Transmission Loss* pada Muffler menggunakan persamaan:

$$TL = 10 \log_{10} (W_{inc}/W_{trans})$$

Dimana: W_{inc} : Incident Wave

W_{trans} : Transmitted Wave



Gambar 6. Desain Muffler

Dari rumus diatas dapat diketahui bahwa *Transmission Loss* adalah perbandingan antara kekuatan gelombang yang memasuki Muffler dengan kekuatan gelombang yang keluar meninggalkan Muffler tersebut. Sehingga persamaan akustik akan berlaku apabila:

- Pada bagian Outlet untuk *transmitted wave*

- Pada bagian Inlet untuk *reflected wave*

Prosedur simulasi yang harus dilakukan pada software Actran Student Edition adalah:

1. Pre Processing
2. Launch Actran Analysis
3. Post Processing

Dalam proses pemodelan dan analisa Muffler menggunakan Software *Noise analysis* Actran Student Edition, parameter yang digunakan adalah:

1. Parameter peubah

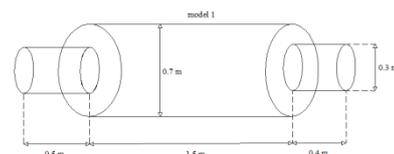
Tabel 3 Parameter peubah

No	parameter	Keterangan
1	Frekuensi	Frekuensi yang digunakan merupakan frekuensi dari Main Engine dengan rentang 30 – 1850 Hz
2	Panjang ruang ekspansi	Panjang ruang ekspansi pada Muffler
3	Diameter ruang ekspansi	Diameter tabung ruang ekspansi pada Muffler

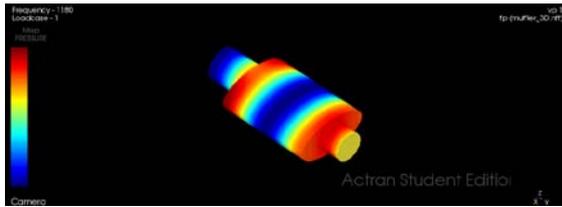
2. Parameter tetap

Tabel 4 Parameter tetap

No	parameter	keterangan
1	Diameter Pipa Inlet dan Outlet	Diameter Pipa Inlet dan Outlet pada Muffler
2	Panjang pipa inlet	Panjang pipa inlet pada Muffler
3	Panjang pipa outlet	Panjang pipa outlet pada Muffler



Gambar 7. Desain dan dimensi Muffler

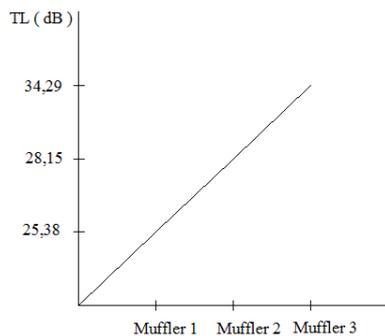


Gambar 8 Model *Muffler* pada Actran

Perbandingan hasil nilai *Transmission Loss* pada perancangan 3 buah *Muffler* dengan menggunakan software *noise analysis* Actran Student Edition dengan variasi dimensi pada panjang dan diameter ruang ekspansi seperti:

Tabel 5 Model *Muffler* dengan variasi panjang dan diameter ruang ekspansi

Dimensi <i>Muffler</i>	<i>Muffler</i> 1	<i>Muffler</i> 2	<i>Muffler</i> 3
Panjang Ruang Ekspansi (m)	1,5	1,85	2
Diameter Ruang Ekspansi (m)	0,7	0,8	0,9
Diameter pipa inlet /outlet (m)	0,3	0,3	0,3
Panjang pipa inlet (m)	0,5	0,5	0,5
Panjang pipa outlet (m)	0,4	0,4	0,4
TL (dB)	25,38	28,15	34,29

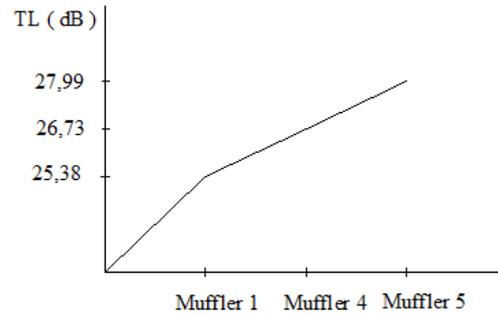


Gambar 9 Perbandingan nilai TL

Tabel 9 Model *Muffler* dengan variasi diameter ruang ekspansi dan panjang tetap (1,5m)

Dimensi <i>Muffler</i>	<i>Muffler</i> 1	<i>Muffler</i> 4	<i>Muffler</i> 5
Panjang Ruang	1,5	1,5	1,5

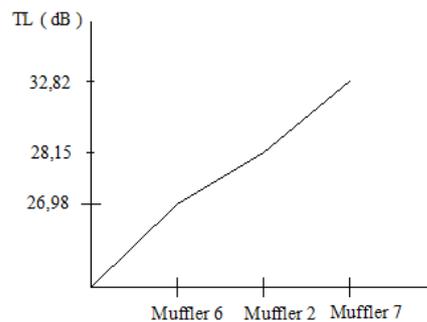
Ekspansi (m)			
Diameter Ruang Ekspansi (m)	0,7	0,8	0,9
Diameter pipa inlet /outlet (m)	0,3	0,3	0,3
Panjang pipa inlet (m)	0,5	0,5	0,5
Panjang pipa outlet (m)	0,4	0,4	0,4
TL (dB)	25,38	28,15	34,29



Gambar 10 Perbandingan nilai TL

Tabel 10 Model *Muffler* dengan variasi diameter ruang ekspansi dan panjang tetap (1,85m)

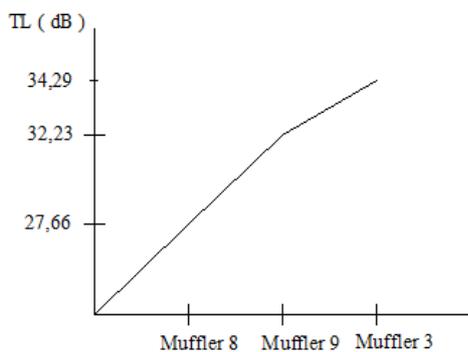
Dimensi <i>Muffler</i>	<i>Muffler</i> 2	<i>Muffler</i> 6	<i>Muffler</i> 7
Panjang Ruang Ekspansi (m)	1,85	1,85	1,85
Diameter Ruang Ekspansi (m)	0,7	0,8	0,9
Diameter pipa inlet /outlet (m)	0,3	0,3	0,3
Panjang pipa inlet (m)	0,5	0,5	0,5
Panjang pipa outlet (m)	0,4	0,4	0,4
TL (dB)	25,38	28,15	34,29



Gambar 11 Perbandingan nilai TL

Tabel 11 Model *Muffler* dengan variasi diameter ruang ekspansi dan panjang tetap (2)

Dimensi <i>Muffler</i>	<i>Muffler</i> r3	<i>Muffler</i> r8	<i>Muffler</i> r9
Panjang Ruang Ekspansi (m)	2	2	2
Diameter Ruang Ekspansi (m)	0,7	0,8	0,9
Diameter pipa inlet /outlet (m)	0,3	0,3	0,3
Panjang pipa inlet (m)	0,5	0,5	0,5
Panjang pipa outlet (m)	0,4	0,4	0,4
TL (dB)	25,38	28,15	34,29



Gambar 12 Perbandingan nilai TL

Dari hasil tersebut menjelaskan bahwa semakin besar dimensi dari *Muffler* yang direncanakan maka nilai *Transmission Loss* yang didapatkan juga akan semakin besar. Nilai *Transmission Loss* terbesar akan didapatkan pada rentang frekuensi terbesar yang merupakan frekuensi yang dihasilkan oleh sumber bising sebesar 1850 Hz.

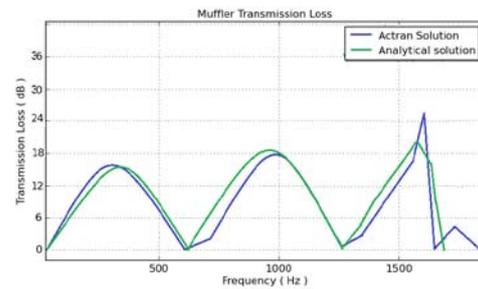
Untuk memastikan bahwa hasil simulasi dari Actran Student Edition itu benar dan mempunyai nilai akurasi yang cukup tinggi, maka penulis melakukan validasi dengan menggunakan perhitungan secara manual dengan menggunakan *Non Plane Wave Assumption* dan persamaan sebagai berikut:

$$TL = 10 \text{ Log } [1 + \left(\frac{\sin^2(kL)}{2m} \right)^2]$$

Hasil dari perhitungan dengan menggunakan persamaan tersebut disimpan dalam bentuk file txt dan kemudian diimport pada menu PLT Viewer pada Actran Student Edition untuk kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi dari Actran tersebut. Dibawah ini bebrapa sampel grafik perbandingan antara

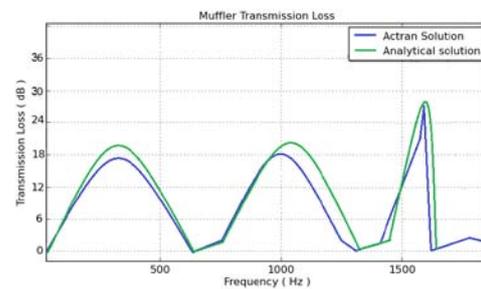
hasil proses simulasi dengan perhitungan secara manual untuk masing masing model adalah:

1. *Muffler* 1



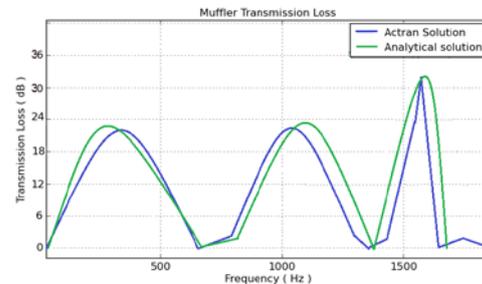
Gambar 13 Perbandingan TL dari *Actran Solution* dan *Analytical solution*

2. *Muffler* 5



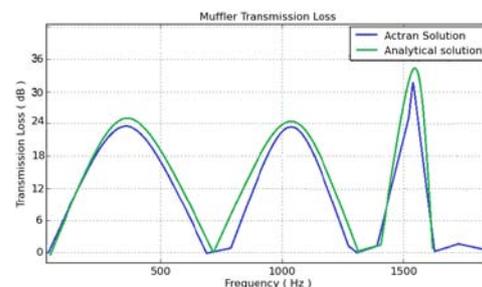
Gambar 14 Perbandingan TL dari *Actran Solution* dan *Analytical solution*

3. *Muffler* 7



Gambar 15 Perbandingan TL dari *Actran Solution* dan *Analytical solution*

4. *Muffler* 9



Gambar 16 Perbandingan TL dari *Actran Solution* dan *Analytical solution*

Sesuai dengan hasil perhitungan validasi secara manual dengan menggunakan *Non Plane Wave Assumption*, hasil simulasi dengan menggunakan software noise analysis actran student edition dapat dikatakan valid, karena perbedaan nilai *Transmission Loss* yang didapatkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa nilai *Transmission Loss* terbesar apabila *Alternative System* yang digunakan adalah *Barrier* dengan material *Plywood*. Sehingga *Barrier* dengan material *Plywood* ini menjadi *Alternative System* yang lebih efisien jika dibandingkan dengan *Alternative System* lainnya. Meskipun *Barrier* dengan material Campuran *Plywood* dan *Glasswool* atau *Plywood* dan Polyethylene mempunyai ketebalan yang lebih jika dibandingkan dengan material *Plywood* saja, akan tetapi faktor lain mungkin mempengaruhi pemantulan gelombang suara yang terjadi pada *Barrier* ini. Secara teori semakin tebal material *Barrier* maka semakin besar pula *Transmission Loss* yang dihasilkan, namun teori tersebut dapat diterima jika tidak ada faktor lain yang bekerja pada *Barrier* tersebut, faktor-faktor lain itu diantaranya: density, kemampuan absorpsi material dan lainnya. Hasil penelitian Melati Feranita Fachrul Dkk dalam penelitiannya yang berjudul: “Desain Penyusunan Peredam Kebisingan Menggunakan *Plywood*, Busa, Tray Dan Sabut Pada Sumber Statis” menyebutkan bahwa bahan *Plywood* baik digunakan sebagai rangka kotak pengendali bising pada frekuensi rendah. Hal ini disebabkan karena *Plywood* mempunyai massa yang besar sehingga memiliki STL yang cukup tinggi dan mampu mengurangi rambatan getaran. Sedangkan ketidakefektifan dari lapisan busa dan serabut disebabkan karena massa dan densitasnya yang rendah. Selain itu, bahan ini dapat mematahkan arah gelombang suara sehingga menyebabkan perubahan arah yang berbeda secara konsisten sampai suara yang terakhir. Sedangkan penggunaan *Muffler* yang direncanakan penulis belum mencapai tingkat keefisiennya jika dibandingkan dengan penggunaan *Barrier* dikarenakan oleh beberapa hal, diantaranya:

1. Jenis dan bentuk rancangan *Muffler* yang sangat sederhana sehingga belum sesuai dengan rancangan *Muffler* yang sesuai dengan kebutuhan mesin diesel yang dapat meningkatkan nilai *Transmission Loss* yang dihasilkan.
2. Penulis tidak memperhatikan bahan dari *Muffler* yang direncanakan.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengukuran dan penelitian Tingkat Kebisingan yang terjadi pada kapal Ferry Penyebrangan Jepara – Karimun Jawa yaitu KMP. Muria, dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa titik/bagian dari KMP. Muria yang mempunyai nilai tingkat kebisingan yang melampaui batas yang diizinkan oleh beberapa rules (IMO, ABS dan LR). Kemudian setelah melakukan proses perhitungan *Transmission Loss* yang dihasilkan oleh sebuah *Barrier*, untuk frekuensi kritis sebuah *Barrier* dengan material *Plywood* dapat mengurangi suara sebesar 39,56 dB. Untuk frekuensi kritis sebuah *Barrier* dengan material *Plywood* dan *Glasswool* dapat mengurangi tingkat kebisingan hingga 37,8 dB dan untuk material *Plywood* dan Polyethylen mampu menghasilkan nilai *Transmission Loss* sebesar 38,36 dB. Sedangkan untuk proses simulasi terhadap perencanaan penggunaan modifikasi *Muffler* yang telah terpasang pada exhaust gas outlet dengan menggunakan Actran Student Edition diperoleh hasil untuk frekuensi kritis sebuah *Muffler* dapat mengurangi tingkat kebisingan hingga 25,38 dB dengan panjang *Muffler* 1,5 m, 28,15 dB dengan panjang mufler 1,85 m dan 34,29 dB dengan panjang *Muffler* 2 m. *Transmission Loss* terbesar diperoleh jika *Alternative System* yang digunakan adalah *Barrier* dengan material *Plywood*. Sehingga *Barrier* dengan material *Plywood* ini menjadi *Alternative System* yang lebih efisien jika dibandingkan dengan *Alternative System* lainnya.

5.2 Saran

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (*future research*) antara lain :

1. Pengembangan model *Muffler* yang lebih efisien agar dapat menghasilkan nilai *Transmission Loss* yang lebih tinggi.
2. Penggunaan Software Actran VI full version agar dalam proses simulasi tidak

terdapat pembatasan-pembatasan fungsi dari software tersebut.

3. Untuk penelitian lebih lanjut penulis menyarankan untuk memperhatikan sumber bising lainnya selain mesin utama agar dijadikan sebagai sumber bising yang juga berpengaruh dalam proses pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Actran 14.0 User's guide 2012
- [2] *American Bureau of Shipping (ABS) dalam ABS Guide For American Bureau of Shipping – Guide for Passenger Comfort on Ships*
- [3] Asfahl, C., Ray., (1999), *Industrial Safety and Health Management*, Prentice Hall, New Jersey.
- [4] Dwilestari, Ratih, (2009), *Pengendalian tingkat kebisingan Di cabin abk (anak buah kapal) kn.p 329 Akibat mesin*, ITS Surabaya
- [5] Haryanto dkk, (2009) , *Analisa Tingkat Kebisingan Di Kamar Mesin Pada Kapal Cargo Km.Caraka Jaya Niaga Iii-17 Terhadap Kondisi Kerja Karyawan Dan Anak Buah Kapal (Abk)*. Department Of Marine Engineering, Institute Technology of Sepuluh Nopember Surabaya.
- [6] International Maritime organization – *Code on Noise Levels on Board Ship – Chapter 4*
- [7] International Maritime Organization, 1966, *"Safety Of Life At Sea"*, London.
- [8] *Llyod's Register – Provisional Rules for Passenger and Crew Accomodation Comfort, Provosional Rules for Passenger and Crew*
- [9] Melati Ferianita Fachrul Dkk, (2011), *Desain Penyusunan Peredam Kebisingan Menggunakan Plywood, Busa, Tray Dan Sabut Pada Sumber Statis*, ITS Surabaya
- [10] Sasono, Eko Julianto, (2007), *Pengukuran Tingkat Kebisingan pada Kapal Coaster*, Kapal, Vol. 4, No. 1, Undip Semarang

[11] Spesifikasi Environment Meter (2013)

[12] Suandika, Mastria, (2007), *Studi awal emisi kebisingan dengan profil silinder yang dibuat dari material titanium dengan menggunakan simulasi metode elemen hingga*. Teknik Mesin Universitas Sumatra Utara