

Analisa Estimasi Tingkat Kebisingan di Kamar Mesin dan Ruang Akomodasi pada Kapal Riset dengan Penggerak Motor Listrik

Odio Setyawan¹, Ahmad Fauzan Zakki¹, Muhammad Iqbal¹

¹) Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik,
Universitas Diponegoro Semarang,
odio_setyawan@yahoo.com, afzakki@undip.ac.id, m_iqbal@undip.ac.id

Abstrak

Budaya kerja di Indonesia kebanyakan masih kurang memperhatikan terhadap kesehatan dalam bekerja. Hal ini semakin diperparah dengan minimnya perlindungan terhadap pekerja baik itu dari pemerintah maupun dari pemilik kapal. Selain itu kesadaran para pekerja terhadap kesehatannya ketika bekerja juga masih rendah, hal ini dapat dilihat dari masih banyaknya pekerja yang tidak menggunakan pelindung telinga (*ear plug*) ketika memasuki ruangan yang memiliki tingkat kebisingan yang tinggi seperti kamar mesin. Penelitian ini dibutuhkan agar kita dapat meminimalisir tingkat kebisingan kapal melalui karakteristik kebisingan itu sendiri, karena tingkat kebisingan yang berlebihan akan memberikan dampak negatif yang sangat berbahaya dalam banyak hal, yaitu dampak dari segi kesehatan, psikologis dan segi teknisnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai estimasi kebisingan di kamar mesin dan ruang akomodasi pada Kapal Riset Dengan Penggerak Motor Listrik sesuai dengan standart "*Code on Noise Levels on Board Ships*" yang merupakan resolusi No. A.468 (XII) dari *International Maritime Organization* (IMO). Perhitungan estimasi kebisingan ini menggunakan software simulasi tingkat kebisingan yaitu *ACTRAN VI* dengan metode *Statistical Energy Analysis*. Pada studi ini menganalisa tiap ruangan dari jenis kebisingan berdasarkan mekanisme penyebaran dan perambatan energi bunyi yaitu *Air-borne Noise* berdasarkan *output* dari kontur yang di hasilkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada Kapal Riset dengan Penggerak Motor Listrik telah memenuhi standart "*Code on Noise Levels on Board Ships*" yang merupakan resolusi No. A.468 (XII) dari *International Maritime Organization* (IMO).

Kata kunci : estimation noise, noise ship, kebisingan kapal

Abstract

Work culture in Indonesia mostly still less attention to health in the work. This is further exacerbated by the lack of protection of workers either from the government or from the owner of the ship. In addition, awareness of the health workers when the work is still low, it can be seen from the number of workers who do not use hearing protection (ear plugs) when entering the room that has a high level of noise as the engine room. This study is needed so that we can minimize the noise level vessel through kebisingan characteristics itself, because of excessive noise levels will have a negative effect very dangerous in many ways, namely in terms of the impact of health, psychological and technical aspects of this research objective is to determine the estimated value noise in the engine room and accommodation space on Research Vessel with Electric Motor Drive in accordance with the standard "Code on noise Levels on Board Ships" which is the resolution No. A.468 (XII) of the International Maritime Organization (IMO). This noise estimation calculation using simulation software that is *ACTRAN VI* noise level with the *Statistical Energy Analysis* method. In this study analyzes each room of the type of noise based on the mechanisms of the spread and propagation of sound energy that is water-borne noise based on the output of the contour generated. The results of this study indicate that the level of noise on the Research Vessel Electric Motor Drive has met the standard "Code on Noise Levels on Board Ships" which is the resolution No. A.468 (XII) of the International Maritime Organization (IMO).

Key Words : estimation noise, noise ship, kebisingan kapal

1. PENDAHULUAN

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Sumber kebisingan suara terbesar di kapal adalah di ruang mesin. Kebisingan dengan tingkat intensitas tinggi yang tidak disadari menyebabkan dampak serius bagi ABK serta ketidaknyamanan untuk setiap penumpang. Dengan begitu perlu adanya peredaman kebisingan suara agar didapatkan lingkungan yang sehat [1].

Dari Keputusan Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Koperasi jelas bahwa tingkat kebisingan disesuaikan dengan lama bekerja di tempat tersebut. Jika terlalu lama kita bekerja di tempat dengan tingkat kebisingan tinggi maka akan terjadi resiko gangguan pendengaran. Gangguan pendengaran paling berbahaya yaitu gangguan pendengaran permanen yang bisa berakibat ketulian

Terdapat beberapa peraturan mengenai batas-batas tingkat kebisingan pada kapal diantaranya termuat pada: "Code on Noise Levels on Board Ships" yang merupakan resolusi No. A.468 (XII) dari *International Maritime Organization* (IMO), *American Bureau of Shipping* (ABS) dalam *ABS Guide For American Bureau of Shipping – Guide for Passenger Comfort on Ship*. Pada studi penulis mensimulasikan estimasi tingkat kebisingan yang dihasilkan dari kamar mesin sampai keruangan-ruangan yang ada di geladak Kapal Riset dengan menggunakan software *ACTRAN IV*.

Kebisingan selalu timbul pada kapal motor. Kebisingan paling besar terjadi pada ruang mesin. Hal tersebut dikarenakan pada ruang mesin terdapat *Main Generator Engine* yang bekerja sebagai penggerak utama kapal. Akibat dari getaran pada kapal menghasilkan tingkat kebisingan yang bervariasi sesuai dengan jarak dari sumber getaran dan redaman yang menghalangi rambatan kebisingan dari sumber getaran. Untuk meminimalisir kebisingan ini perlu sekali untuk memahami karakteristik sumber kebisingan, bagaimana kebisingan ini dapat merambat ke seluruh badan kapal, dan cara yang efektif serta ekonomis untuk meredamnya. Getaran kapal yang tak diredam pada saatnya akan menghasilkan kebisingan yang

dapat mengganggu kenyamanan kerja atau bahkan dapat membahayakan kesehatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Kebisingan

Bising adalah bunyi yang ditimbulkan oleh gelombang suara dengan intensitas dan frekuensi yang tidak menentu. Berdasarkan frekuensi, tingkat tekanan bunyi, tingkat bunyi dan tenaga bunyi maka bising dibagi dalam 3 kategori:

1. *Occupational noise* (bising yang berhubungan dengan pekerjaan) yaitu bising yang disebabkan oleh bunyi mesin di tempat kerja, misal bising dari mesin ketik.
2. *Audible noise* (bising pendengaran) yaitu bising yang disebabkan oleh frekuensi bunyi antara 31,5 – 8.000 Hz.
3. *Impuls noise* (*Impact noise* = bising impulsif) yaitu bising yang terjadi akibat adanya bunyi yang menyentak, misal pukulan palu, ledakan meriam, tembakan bedil.

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 meradiasikan atau merambatkan energi akustik dalam bentuk gelombang longitudinal. Sumber energi tersebut diperoleh dari adanya kerusakan atau tidak seimbangannya 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 sekelilingnya. Pada saat yang sama udara yang bergetar tersebut akan menggetarkan struktur kembali,

Kebisingan terus menerus dimana fluktuasi intensitasnya tidak lebih dari 6 dB, kebisingan jenis ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu [2]:

- a. *Steady State Wide Band Noise*, Yaitu kebisingan seluruh energi akustik terbesar didalam daerah atau *range* frekuensi yang luas, seperti suara yang ditimbulkan oleh motor diesel, kompresor dean fan.
- b. *Steady State Narrow Band Noise*, yaitu kebisingan yang seluruh energi akustiknya terbesar didalam daerah atau *range* frekuensi yang lebih sempit atau seolah-olah terpusat pada suatu frekuensi. Contoh : suara katup gas.
- c. Kebisingan terputus-putus (*intermittent Noise*), yaitu kebisingan dimana suara mengeras dan melemah secara perlahan-lahan. Contoh: Kebisingan yang ditimbulkan oleh kendaraan.
Kebisingan Impulsif, yaitu kebisingan yang membutuhkan waktu kurang dari 35 mili detik untuk mencapai puncak intensitas. Bila impulse terjadi secara berulang-ulang dengan selang waktu kurang dari 0,5 detik. Kebisingan impulsif ini dapat diklasifikasikan sebagai kebisingan terus-menerus.

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 [3]:

$$P = F_n \times P_m$$

Keterangan: P = Suara daya mesin, W

P_m = Daya Mesin, W

F_n = faktor konversi

2.3. Faktor Bising pada Kamar Mesin

Selain dari *main engine* dan *generator* sebagai sumber kebisingan utama pada kamar mesin, adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai kebisingan antara lain jarak, suhu, angin dan barrier.

a. Jarak

Jarak yang semakin jauh dari sumber bunyi maka bunyi yang didengar akan semakin lemah sesuai dengan rumus.

- Sumber bergerak
 $T_2 = T_1 - 10 \log (r_2 / r_1)$
- Sumber diam
 $T_2 = T_1 - 20 \log (r_2 / r_1)$

Keterangan :

T₁ = Nilai *decibel* pada jarak r₁

T₂ = Nilai *decibel* pada jarak r₂

d. Suhu dan kelembaban

Pada suhu tinggi perambatan suara akan lebih cepat dibandingkan dengan suhu rendah karena molekul udara lebih renggang sedangkan pada suhu rendah molekulnya lebih rapat.

e. Angin

Pergerakan angin akan mempengaruhi cepat rambat suatu bunyi. Angin yang bergerak searah bunyi dengan kecepatan yang relatif besar maka rambatan bunyi akan semakin cepat.

f. Barrier/Penghalang

Barrier merupakan sekat penghalang sumber bunyi dengan penerima bunyi sehingga material barrier dapat mempengaruhi besaran bunyi yang ada pada area yang terhalang. Material barrier dapat menggunakan vegetasi/tanaman ataupun bangunan peredam bising yang masing-masing memiliki besaran reduksi yang berbeda. Sebaran bunyi dapat terpotong dengan adanya barrier

Tabel 1. Nilai Ambang Batas Kebisingan menurut IMO [4]

<i>Spaces</i>	dB(A)
1. Work Spaces	
a. Machinery spaces	90
(<i>continuously manned</i>) **	110
b. Machinery spaces	75
(<i>not continuously manned</i>) **	85
c. Machinery control rooms	90
d. Workshop	
e. Non specified work space	**
2. Navigation Spaces	
a. Navigating bridge and chart room	65
b. Listening post, including navigating bridge wings and windows	70
Radio rooms (with radio equipment operating but not producing audio signals)	60
d. Radar room	65

3. Accommodation spaces	
<i>a. Cabins and hospital</i>	60
<i>b. Mess Rooms</i>	65
<i>c. Recreation rooms</i>	65
<i>d. Open recreation rooms</i>	75
<i>e. Officers</i>	65
4. Services Spaces	
<i>a. Galley, without food processing equipment operating</i>	75
<i>b. Serveries and pantries</i>	75
5. Normally unoccupied spaces *	
<i>a. Spaces not specifie</i>	90

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.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Berdasarkan permasalahan yang diambil dalam tugas akhir ini maka perlu dilakukan studi literatur agar dapat lebih memahami permasalahan yang terjadi sehingga dapat mengetahui mengapa permasalahan ini dapat terjadi selanjutnya kita dapat meletakkan dasar teori yang dapat mendukung penyelesaian penelitian ini. Studi literatur itu sendiri diperoleh dari buku-buku referensi, jurnal penelitian, dan kumpulan artikel baik dari media cetak maupun media elektronik (internet).

3.1.1 Teori dan Referensi Penelitian

Teori dasar dan referensi- referensi yang dijadikan dasar mengolah dan membahas data- data penelitian antara lain :

1. Konsep Dasar Bunyi
2. Konsep Dasar Getaran
3. Konsep Dasar Kebisingan
4. Pengukuran Kebisingan
5. Peredam Kebisingan

3.2 Pengumpulan Data

Data-data tersebut diantaranya adalah[3]:

- a. Gambar rencana umum dari kapal.

- b. Dimensi ruang-ruang akomodasi dan kamar mesin
- c. Spesifikasi Mesin dan peralatannya.
- d. Data pendukung lainnya.

Pengumpulan data ini untuk melengkapi data – data penelitian dilakukan dengan meminta pada dinas terkait serta membaca referensi – referensi seperti buku, laporan penelitian, majalah, jurnal, dan internet.

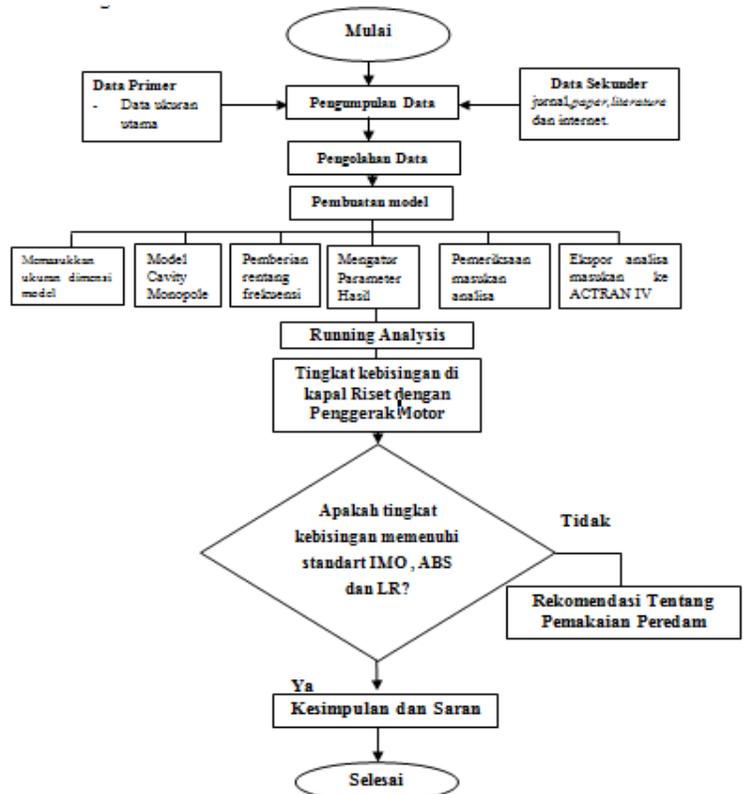
3.3 Pemodelan dan Simulasi

Berdasarkan data yang telah didapat dibuat pemodelan dibuat dengan *software Noise analysis* dan simulasi tingkat kebisingan pada kamar mesin dalam bentuk 3D menggunakan *software ICEM (ANSYS)*.

Terbagi menjadi 7 model dari seluruh bagian kapal yaitu :

- a. *Engine & Propulsion Room*
- b. *TankTop*
- c. *Tween Deck*
- d. *Upper Deck*
- e. *Forcastle Deck*
- f. *Bridge Deck*
- g. *Navigation Deck*

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Kapal

Karakteristik Utama Kapal

- Tipe kapal : *Training Vessel*
- LOA : 70.700 m
- LPP : 59.300 m
- B : 13.500 m
- H : 7.400 m
- Draft, : 4.700 m

Data Motor Penggerak (*Propulsion Data*)

Generator pusat:

- a. HIMSEN7H17/28 (4 set)
- b. MCR 798kW (Alternator 750kW) x 900RPM

Motor penggerak (*propulsion motor*):

- a. Rolls-Royce B5j500LA6 (2set)
- b. MCR 1,100 x 1,200RPM

Baling-baling kemudi (*rudder propeller*):

- a. DIA.2,300/2,100, 4 and 5 Blade, NI-AI-Bronze

Detail Struktur

Informasi mengenai *layout* kapal, detail struktur, dan posisi sumber kebisingan diperoleh dari gambar-gambar berikut:

- a. Detail struktural
 - Ruang mesin : H-104-00 Rev. A
 - *Deckhouse* : F-216-00 Rev. A
- b. Sumber kebisingan
 - Pengaturan mesin/ *machinery arrangement* : M-101-00 Rev. A
- c. *Deck covering* dan bagian akomodasi *Deck covering*, dan detail pada dinding dan langit-langit ditentukan dalam gambar Yard F-230-00 Rev. A. *Deck covering* pada kabin dan kamar-kamar *mess* pada umumnya disamakan dengan komposisi 8mm lateks dan karpet.
- d. Sekat / *Insulation*
Detail sekat untuk kebakaran dan suara-suara dijelaskan pada gambar F-220-10 Rev. A.

4.2. Analisa Tingkat Kebisingan Kamar Mesin

Sumber suara yang terdapat pada kamar mesin yang diasumsikan dapat menimbulkan bising adalah:

Tabel 2. Sumber bising yang terdapat pada kamar mesin

Main Generator. Engine

Type	HHI HiMSEN 7H17/28
MCR x RPM	798 kW x 900RPM
F.O.Consumption	188.0 g/kW.h + 5%
L.O.Consumption	0.483 kg/hrs
Q'ty	4 sets

Untuk menentukan nilai kebisingan suatu sumber suara dapat digunakan persamaan menurut [4]

$$P = F_n \times P_m$$

Dimana :
 P = Suara Daya Mesin, W
 P_m = Daya Mesin, W
 F_n = Faktor Konversi

Dengan rumus tersebut dapat dilanjutkan dengan menggunakan rumus:

$$L_w = 10 \text{ Log } 10 \frac{W}{W_{ref}}$$

Dimana:

L_w = Tingkat daya bunyi, dB.
 W = Daya bunyi yang diradiasikan oleh sumber bunyi, Watt.
 W_{ref} = Daya bunyi referensi yaitu sebesar 10^{-12} Watt

Berikut ini data dan perhitungan tingkat kebisingan sumber bising yang terdapat dalam Kamar Riset:

1. 4 Generator
 - Power : 798 kW
 - Jumlah : 4 Unit
 - F_n : 3×10^{-7} (Tabel 2.1)
 - P = $F_n \times P_m$
 $= 3 \times 10^{-7} \times 798.000$
 $= 3192 \times 10^{-4} \text{ W}$
 $= 319,2 \times 10^{-3} \text{ W}$

Sehingga,

$$\begin{aligned} L_w &= 10 \text{ Log } \frac{319,2 \times 10^{-3}}{10^{-12}} \\ &= 10 \text{ Log } 319,2 \times 10^9 \\ &= 115,04 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_{\text{total}} &= 10 \log \frac{1}{2} (10^{L1/10} + 10^{L2/10} + \dots) \\
&= 10 \log \frac{1}{2} (10^{115,04/10} + 10^{115,04/10} + \\
&\quad 10^{115,04/10} + 10^{115,04/10}) \\
&= 10 \log \frac{1}{2} (3.19 \times 10^{11} + 3.19 \times 10^{11} + \\
&\quad 3.19 \times 10^{11} + 3.19 \times 10^{11}) \\
&= 10 \log \frac{1}{2} (1,27 \times 10^{12}) \\
&= 10 \log 6,38 \cdot 10^{11} \\
&= 118,02 \text{ dB}
\end{aligned}$$

Sehingga total suara yang terdapat pada kamar mesin Kapal Riset adalah sebesar 118,02 dB. Dari data di atas akan dibandingkan dengan hasil perhitungan melalui *software noise analysis*, apakah masih di batas ambang kebisingan *International Maritime Organization (IMO)*.

4.3. Analisa Kebisingan

Dari data kapal yang diperoleh, berikut merupakan Batas-batas kebisingan di ruang kerja dan ruang akomodasi yang ditentukan oleh Resolusi A.468 (XII) Organisasi Maritim Internasional (*International Maritime Organization – IMO*) dalam 'Kode Tingkat Kebisingan Kapal / *Code on Noise Levels on Board Ships*':

Tabel 3. Batas kebisingan untuk masing-masing lokasi/ bagian [5]

	Lokasi	Batas kebisingan
Ruang kerja / <i>Workspace</i>	Kamar mesin (yang selalu diawaki)	90
	Kamar mesin (yang tidak selalu diawaki)	110
	Kamar kontrol mesin	75
	<i>Workshops</i>	85
	Ruang kerja lainnya	90
Ruang navigasi / <i>Navigation spaces</i>	Jembatan navigasi dan <i>chart rooms</i>	65
	<i>Listening post</i> , termasuk sayap jembatan navigasi (<i>navigating bridge wings</i>)	70
	Ruang radio (dengan peralatan radio namun tidak menghasilkan sinyal radio)	60
	Ruang radar	65
Ruang akomodasi / <i>Accommodation Space</i>	Kabin dan klinik	60
	<i>Mess</i>	65
	Ruang rekreasi	65
	Area rekreasi terbuka	75
	Kantor	65

Ruang pelayanan / <i>Service space</i>	Dapur kapal, tanpa adanya pengoperasian dari peralatan masak	75
	<i>Pantry</i> dan ruang makan	75
Ruang yang tidak terpakai / <i>Normally Unoccupied Space</i>	Ruang yang tidak jelas peruntukannya	90

4.3.1 Cavity Monopole

Dalam pemodelan kapal ini sumber kebisingan berasal dari *main generator engine* di kamar mesin yang berjumlah 4 set. Persamaan untuk *analytical solution* pada Actran Student Edition [6]

$$L_w = L_p + \log 10 \left(\frac{\alpha S \cdot \rho^2 \text{ref}}{4 \rho \alpha_0 W \text{ref}} \right)$$

Dimana:

- L_w : Tingkat daya bunyi (dB)
- L_p : Tingkat sumber bunyi (dB)
- S : Jumlah dinding *surface*
- α : speed of sound
- ρ : *density fluid* referensi
- W : Daya bunyi referensi (Watt)

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

- a. *Pre Processing*
- b. *Launch Actran Analysis*
- c. *Post Processing*

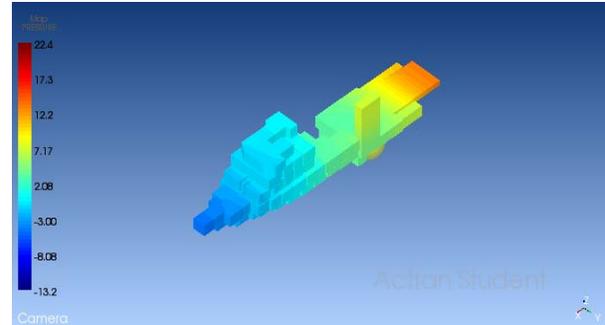
Namun sebelum melakukan ketiga prosedur pada Actran Student Edition penulis terlebih dahulu melakukan pemodelan secara 3D menggunakan software *Auto CAD*, *Rhinoceros* dan melakukan proses meshing pada software *ICEM (ANSYS)*.

4.3.2 Analisa dan Pengukuran Kontrol Kebisingan

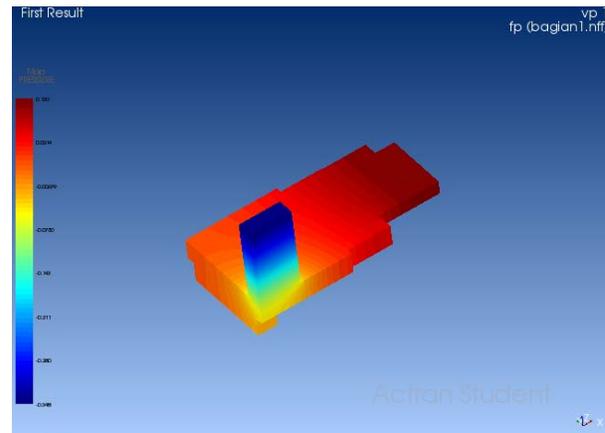
Tingkat prediksi tekanan suara secara umum untuk masing-masing lokasi dijelaskan pada Tabel 3. Hasil tersebut adalah tingkat tekanan suara setelah penambahan perlakuan pengukuran kontrol kebisingan yang relevan. Output dari hasil analisis untuk *deckhouse* ditunjukkan Gambar 2 - 9. Pada gambar-gambar tersebut, warna merah mewakili tingkat suara tertinggi. Warna kuning, hijau muda,

biru langit dan biru mewakili tingkat kebisingan yang lebih rendah secara berurutan
Tabel 4. Hasil analisa kebisingan

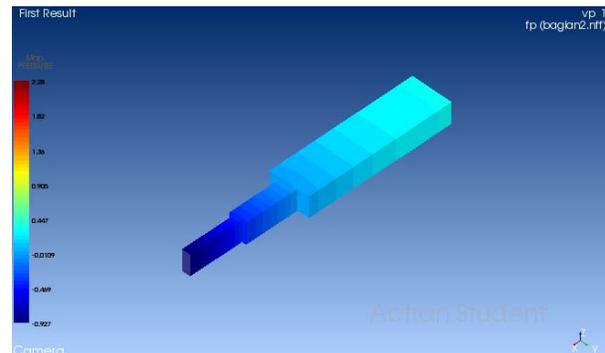
Deck	Nama Ruangan	Batas dB(A)	Hasil dB(A)	Ket.
Area KamarMesin dan Propeller	Engine Room	110	101.78	
	Propulsion room	110	99.57	
	CO2 Room	90	86	
	Engine Room Control	75	74.50	
Tank Top Deck	Electric Workshop	90	87.52	
	Aux. machinery room	90	85.19	
	Store	90	77.29	
	Sewage Treatment Room	85	68.23	
Tween Deck	Bow Thr. Room	85	60.71	
	Laundry	75	67.15	
	Drying Room	75	58.95	
	Public Toilet	75	53.14	
	Trainee's Room-4P (1)	60	44.31	
	Trainee's Room-4P (2)	60	53.16	
	Trainee's Room-4P (3)	60	53.26	
	Trainee's Room-4P (4)	60	19.73	
	Trainee's Room-4P (5)	60	25.64	
	Trainee's Room-4P (6)	60	31.57	
Trainee's Room-4P (7)	60	37.07		
Trainee's Room-4P (8)	60	31.5		
Trainee's Room-2P (1)	60	31.23		
Trainee's Room-2P (2)	60	19.26		
Scientist's Room-2P	65	49.12		
Upper Deck	Crew's RM-2P (1)	60	37.41	
	Crew's RM-2P (2)	60	24.33	
	Galley	75	75.06	
	Crew's Mess RM	65	33.2	
	Crew's RM-1P (1)	60	57.74	
	Wet Laboratory	65	32.07	
	Trainee's Mess RM	65	64.25	
	Dry Laboratory and Sample	65	31.68	
	Semi Dry Laboratory	65	51.58	
	Meat & Fish Room	75	67.77	
F'cle Deck	Crew's RM-1P (1)	60	52.63	
	Crew's RM-1P (2)	60	37.24	
	Crew's RM-1P (3)	60	37.75	
	Crew's RM-1P (4)	60	37.90	
	Crew's RM-1P (5)	60	23.15	
	Crew's RM-2P (1)	60	33.05	
	Crew's RM-2P (2)	60	46.68	
	Crew's RM-2P (3)	60	39.73	
Bridge Deck	Hospital	60	54.56	
	C/Scientist'sRM	65	53.44	
	Crew's RM-1P	60	41.99	
	2nd / ENG.'s RM	60	44.62	
	CAPT.'s RM	60	55.27	
	C/OFF.'s RM	60	52.22	
Navigation Bridge Deck	Electric EQ. RM and Battery RM	90	62.61	
	Wheel house	65	47.38	



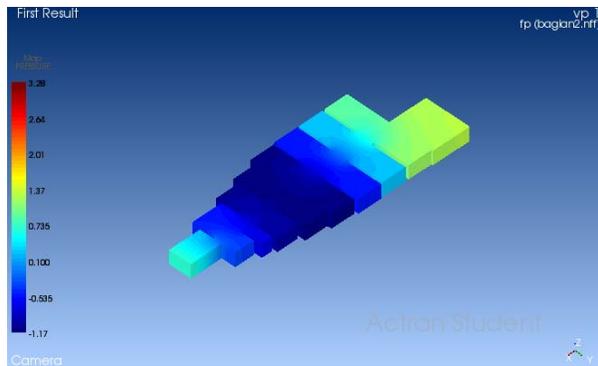
Gambar 2. Kontur kebisingan pada ruang-ruang akomodasi



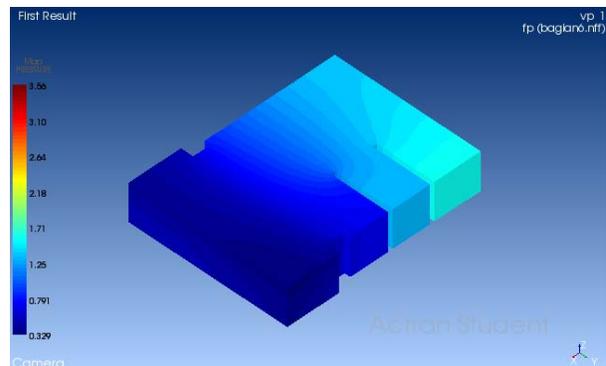
Gambar 3. Kontur kebisingan pada ruangan kamar mesin



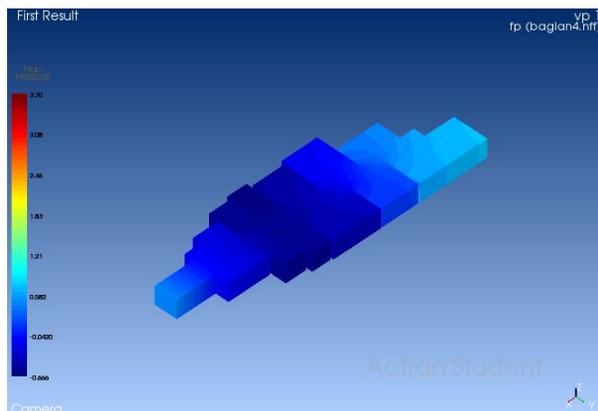
Gambar 4. Kontur kebisingan pada tank top



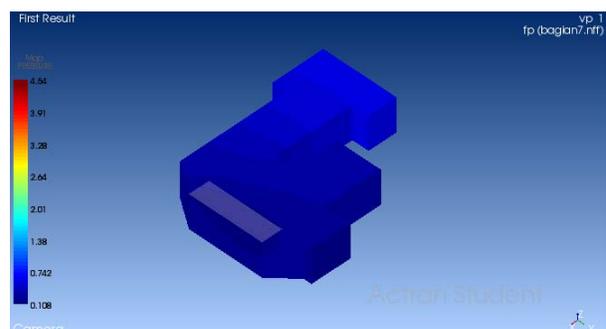
Gambar 5. Kontur kebisingan pada *tween deck*



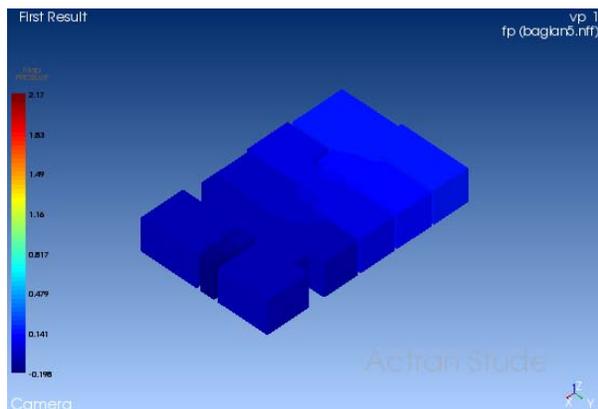
Gambar 8. Kontur kebisingan pada *bridge deck*



Gambar 6. Kontur kebisingan pada *upper deck*



Gambar 9. Kontur kebisingan pada *navigation deck*



Gambar 7. Kontur kebisingan pada *forecastle deck*

4.4. Pembahasan

a. Kamar mesin dan *propeller*

Kebisingan *air-borne* yang disebabkan oleh generator pusat dan *propeller* menjadi sumber suara dominan pada tingkat resultan suara di Ruang Mesin dan Penggerak (*Propulsion Room*). Pada ruang kontrol mesin, tingkat kebisingannya masih dalam batas toleransi. Namun untuk *Propulsion Room* dan Kamar Mesin kebisingannya sedikit berada di atas batas. Sekat/ peredam suara menjadi sarana yang efektif untuk meredam kebisingan *air-borne*.

b. *Tank Top Deck*

Semua ruangan di *Tank Top Deck* memenuhi batas nilai kebisingan IMO486. Namun bila *bow thruster* dioperasikan, maka '*Bow Thrust Room*' akan menjadi sangat bising. Sehingga, bahan-bahan peredam perlu untuk dipasang di ruangan tersebut.

c. *Tween Deck*

Tingkat suara diprediksikan bernilai 52 dB(A) di ruang *Laundry*. Sementara di kabin-kabin awak mesin (*cabins of engine crews*) tingkat suara berkisar antara 53-55 dB(A).

Sesuai dengan hasil analisa, pemasangan sarana peredam suara harus dilakukan di bagian belakang kabin. Setelah pemasangan peredam tersebut, tingkat kebisingan diperkirakan akan turun menjadi sekitar 50 dB(A).

d. **Upper Deck**

Berdasarkan hasil analisa, kebisingan *air-borne* dari *casing* mesin ditransmisikan ke seluruh bagian dari *upper deck*. Sehingga, material yang *absorptive* (bersifat meredam) digunakan di bagian *bulkhead*. Oleh karena itu tingkat suara di *trainee mess room & lecture room* lebih rendah daripada batas standar kebisingannya.

e. **F'cle and Bridge Deck**

Penjalaran kebisingan *airborne* dan *structure-borne* dari *casing* dan *E/R supply fan* ke ruangan yang sensitif terhadap suara merupakan masalah khusus. Peredam yang dirancang dengan baik pada *casing* dan *cofferdam* antara kabin dan ruang *fan* dapat mengurangi transmisi suara di dalam kabin. Selain itu, *E/R supply fans* juga dipasang untuk mengurangi transmisi kebisingan *air-borne* yang menjalar pada kabin.

Tingkat suara pada ruangan-ruangan di *F'cle and Bridge Deck* diprediksi berkisar antara 23-54 dB(A). Tingkat kebisingannya bahkan diprediksi jauh lebih rendah dari batas yang ditetapkan.

f. **Navigation Bridge Deck**

Tingkat suara di *wheel house* bergantung dari sumber kebisingan internal, seperti instrumen-instrumen navigasi dan radio, serta suara angin. Tingkat suara di *wheel house* berada pada kisaran 47 dB(A).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Suatu analisa kebisingan yang ekstensif telah dilakukan pada ruang akomodasi, ruang kerja, dan ruang mesin. Berdasarkan pada Analisa Statistik Energi menggunakan model elemen hingga untuk sumber kebisingan utama pada kapal ini adalah *Main Generator Engine* berdampak secara lokal pada tingkatan suara di ruangan-ruangan sekitarnya, dan peralatan-peralatan internal mendominasi sebagai sumber suara di kamar mesin dan *the wheel house*.

Berdasarkan hasil analisa, setelah mengaplikasikan dengan software *ACTRAN VI*, tingkatan kebisingan suara di kamar mesin dan ruang akomodasi dimana awak kapal biasa

beraktivitas berada di bawah batas (memenuhi) standar "*Code on Noise Levels on Board Ships*" yang merupakan resolusi No. A.468 (XII) dari *International Maritime Organization* (IMO).

5.2. Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih mempunyai keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut antara lain :

1. Pengembangan model kapal yang lebih efisien dan dapat divariasikan agar menghasilkan nilai analisa tiap ruangan yang lebih akurat dan tingkat kebisingan yang minimal.
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.
4. Penelitian lebih lanjut mengenai *Alternative system* yang dapat mereduksi tingkat kebisingan yang terjadi dan dijadikan acuan oleh pihak birokrasi agar kedepannya setiap kapal mempunyai *alternative system* sehingga tingkat kebisingan yang terjadi tidak melampaui nilai batas yang diizinkan.
5. Tugas Akhir ini masih sangat perlu dikembangkan lagi sebagai kemajuan teknologi terutama teknologi maritim di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hartono Yudo, Sarjito Jokosisworo, 2006. *Standar Kebisingan Suara Di Kapal*, Program Studi Diploma S1, Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Haryanto, Dodi Apri, 2000. *Analisa Tingkat Kebisingan Di Kamar Mesin Pada Kapal Cargo Km.Caraka Jaya Niaga Iii-17 Terhadap Kondisi Kerja Karyawan Dan Anak Buah Kapal (Abk)*, Surabaya.

- [3] Dong Myung, Bae, 2012. *Noise Prediction of DWT 1,000 Ton Class Ocean Research Vessel*, PuKyong National University, Busan, Korea.
- [4] Daniel R Raichel, 2006. "Noise and Vibration Control", Institute of Noise Control Engineering,.
- [5] International Maritime organization – Code on Noise Levels on Board Ship – Chapter 4
- [6] Anonim. Actran 14.1 User's Guide, 2013. www.fft.be