



**SKRIPSI - ME-141501**

**ANALISA TINGKAT KEBISINGAN DI KAMAR  
MESIN DAN RUANG AKOMODASI PADA  
KAPAL PENYEBERANGAN KETAPANG-  
GILIMANUK SERTA PEMILIHAN ALTERNATIF  
PEREDAMAN**

Ahmad Jauhar Isnain  
NRP 4212 100 062

Dosen Pembimbing  
Taufik Fajar Nugroho, S.T, M.Sc  
Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2016

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”



**FINAL PROJECT - ME-141501**

**NOISE ANALYSIS ON ENGINE ROOM AND  
ACCOMODATION SPACES IN SHIP'S ROUTE  
ACROSS KETAPANG - GILIMANUK AND  
SELECTION OF NOISE REDUCTION METHOD**

Ahmad jauhar Isnan  
NRP 4212 100 062

Advisors  
Taufik Fajar Nugroho, S.T, M.Sc  
Ir. H. Alam Baheramasyah, M.Sc

MARINE ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2016

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA TINGKAT KEBISINGAN DI KAMAR MESIN DAN RUANG AKOMODASI PADA KAPAL PENYEBERANGAN KETAPANG - GILIMANUK SERTA PEMILIHAN ALTERNATIF PEREDAMAN

#### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System (MMS)*  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Ahmad Jauhar Isnain**  
Nrp. 4212 100 062

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Taufik Fajar Nugroho, S.T, M.Sc
2. Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc



SURABAYA  
JULI, 2016

LEMBAR PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

Halaman

**"Halaman ini Sengaja dikosongkan"**

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA TINGKAT KEBISINGAN DI KAMAR MESIN DAN RUANG AKOMODASI PADA KAPAL PENYEBERANGAN KETAPANG-GILIMANUK SERTA PEMILIHAN ALTERNATIF PEREDAMAN

#### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System (MMS)*  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Ahmad Jauhar Isnan**

Nrp. 4212 100 062

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T  
NIP. 19770802 200801 1007





# **ANALISA TINGKAT KEBISINGAN DI KAMAR MESIN DAN RUANG AKOMODASI PADA KAPAL PENYEBERANGAN KETAPANG - GILIMANUK SERTA PEMILIHAN ALTERNATIF PEREDAMAN**

**Nama Mahasiswa** : Ahmad Jauhar Isnan  
**NRP** : 4212 100 062  
**Jurusan** : Teknik Sistem Perkapalan  
**Dosen Pembimbing** : Taufik Fajar Nugroho, ST, M.Sc  
Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc

## **ABSTRAK**

*Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan, kenyamanan serta dapat menimbulkan ketulian. Kebisingan dengan intensitas tinggi yang tidak disadari menyebabkan dampak yang serius bagi ABK. Karena dari sebagaimana yang kita ketahui untuk kondisi kerja di kamar mesin kapal kenyamanan merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang aktivitas para ABK, karena waktu lama kerja pada daerah tersebut dapat berlangsung lama sesuai dengan rute pelayaran kapal tersebut. Hal ini juga berpengaruh terhadap kenyamanan penumpang. Maka dari itu perlu dilakukannya analisa akan kebisingan di kamar mesin dan ruang akomodasi pada kapal KMP. Dharma Rucitra serta memilih alternatif peredamannya.*

*Analisa dilakukan pada saat kapal berlayar sehingga dapat didapatkan data yang lebih akurat. Pengambilan data dilakukan pada tempat – tempat yang telah diatur oleh standar MSC.337(91). Pengukuran dilakukan dengan alat soundlevel meter.*

*Dari hasil pengukuran diketahui bahwa terdapat 7 ruangan pada kapal KM. Dharma Rucitra yang tidak memenuhi standar dari MSC.337(91) yaitu diantaranya Engine Control Room, Store Room, Ruang Akomodasi Penumpang (sound system*

*menyala), Ruang Akomodasi ABK 1, Ruang Akomodasi ABK 7, Ruang Akomodasi ABK 8, Ruang Akomodasi ABK 10. kebisingan dapat dikurangi dengan memberikan peredaman berupa pemasangan glaswool pada ruangan yang tidak sesuai dengan standar. Dengan pemasangan glaswool dan rockwool tingkat kebisingan dapat berkurang sekitar 36 dB dan 41 dB pada ruangan – ruangan tersebut. Selain itu demi kenyamanan para ABK, maka diberikan alat pelindung kebisingan dan pengaturan ulang jam kerja.*

**Kata Kunci :** *Kebisingan, Standar Kebisingan, Glasswool, Rockwool*

# **Noise Analysis on Engine Room and Accomodation Spaces in Ship's Route Across Ketapang - Gilimanuk and Selection of Noise Reduction Method**

**Name** : Ahmad Jauhar Isnan  
**NRP** : 4212 100 062  
**Department** : Marine Engineering  
**Advisors** : Taufik Fajar Nugroho, ST, M.Sc  
Ir. H. Alam Baheramsyah, M.Sc

## ***ABSTRACT***

*Noise is sound that is not wanted by the perceiver, because it is unpleasant, disrupt health, comfort and can cause deaf. Noise with high intensity can cause serious health impacts for seafarers. Because comfort is one of the important factors for seafarer's work condition in engine room, it's because work duration in that area could be in long time accordance with ship's route. It is also affect passengers comfort. Therefore it needs analysis of the noise in engine room and accommodation spaces on KM. Dharma Rucitra, and choose an alternative noise reduction.*

*Analysis done at the time when vessel sail, so that data obtained would be more accurate. Collecting the data based on area that are arranged on MSC.337(91) standard. The tool for measurement is soundlevel meters.*

*Based on the measurement result known there are seven space on KM. Dharma Rucitra ship that does not meet MSC.337(91) standard, Engine Control Room, Store Room, Accomodation Room Seafarer 1, Passenger Room, Accomodation Room Seafarer 7, Accomodation Room Seafarer 8, Accomodation Room Seafarer 10.*

*Noise can be reduced by giving noise reduction with installation of glasswool at rooms that are not accordance with standard. By putting glasswools and rockwools, the noise level can be reduced about 36 dB and 41 dB in the rooms. In addition for comfort, seafarers given protective noise equipment and repeated arrangement working hours.*

**Keywords :** *Noise, Noise Standart, Glasswool, Rockwool*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GRAFIK.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Perumusan dan Pembatasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Dasar – Dasar Bunyi.....	6
2.1.1 Definisi Bunyi.....	6
2.1.2 Syarat Terjadi dan Terdengarnya Bunyi.....	6
2.1.3 Sifat Bunyi.....	7
2.1.4 Karakteristik Bunyi.....	7
2.1.5 Jenis – Jenis Bunyi.....	9
2.2 Kebisingan.....	9
2.2.1 Definisi Kebisingan.....	9
2.2.2 Standar Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	11
2.2.3 Jenis Kebisingan.....	13
2.2.4 Pengaruh Bising Terhadap Tenaga Kerja.....	15
2.2.5 Mengukur Tingkat Kebisingan.....	17
2.2.6 Pengendalian Kebisingan.....	18

2.2.7 Jarak Optimum Sumber Suara pada Ruangan .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Studi Literatur .....	22
3.2 Pengumpulan Data .....	22
3.3 Analisa Data dan Pembahasan .....	29
3.4 Kesimpulan dan Saran.....	30
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Pengukuran Kebisingan .....	32
4.1.1 Hasil pengukuran Tingkat Kebisingan pada Kamar Mesin KM. Dharma Rucitra .....	33
4.1.2 Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan pada Ruang Akomodasi KM. Dharma Rucitra .....	38
4.1.3 Hasil pengukuran tingkat Kebisingan Ruang Navigasi KM. Dharma Rucitra .....	49
4.2 Perhitungan Kebisingan .....	51
4.3 Pembahasa Nilai tingkat Kebisingan Terhadap Standar Nilai Tingkat Kebisingan yang Diizinkan .....	58
4.4 Daftar Ruangan yang Tidak Memenuhi Standar MSC.337(91) .....	70
4.5 Penanggulangan Dampak Kebisingan .....	73
4.6 Peredaman Kebisingan .....	75
4.7 Penanggulangan Kebisingan Melalui Penerimaannya.....	97
4.8 Penanggulangan Secara Administratif.....	100
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>104</b>
5.1 Kesimpulan .....	104
5.2 Saran .....	106
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>108</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>110</b>

## DAFTAR GAMBAR

gambar 2. 1 Sound Level Meter .....	17
Gambar 3. 1 Engine Room layout .....	23
Gambar 3. 2 Ruang Akomodasi Penumpang .....	23
Gambar 3. 3 VIP Room dan Lounge .....	24
Gambar 3. 4 Clinic, Mushola , Anjungan 1, Anjungan 2...	24
Gambar 3. 5 Titik Pengukuran di kamar ABK.....	25
Gambar 3. 6 Sound Level Meter .....	26
Gambar 4. 1 Engine Room Layout.....	34
Gambar 4. 2 Titik Pengukuran di Ruang Akomodasi Penumpang .....	41
Gambar 4. 3 VIP Room dan Lounge .....	45
Gambar 4. 4 Titik Pengukuran di Ruang ABK .....	49
Gambar 4. 5 Titik Pengukuran di Navigation Room .....	51
Gambar 4. 6 Allowable daily and occasionally occupational zones .....	97

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar kebisingan OSHA .....	12
Tabel 2. 2 Standar Kebisingan MSC .....	13
Tabel 2. 3 Standar Kebisingan MSC .....	13
Tabel 2. 4 Jenis-jenis dari Akibat-akibat kebisingan .....	16
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Engine 1 (dB).....	35
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Engine 2 (dB).....	35
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Auxilary Engine (dB) .....	35
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Engine Control Room (dB)..	35
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Store Room (dB).....	35
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Engine 1 (dB).....	36
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Engine 2 (dB).....	36
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Auxilary Engine (dB) .....	36
Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Engine Control Room (dB)..	36
Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Store Room (dB).....	36
Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Engine 1 (dB).....	37
Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Engine 2 (dB).....	37
Tabel 4. 13 Hasil Pengukuran Auxilary Engine (dB) .....	37
Tabel 4. 14 Hasil Pengukuran Control room (dB) .....	37
Tabel 4. 15 Hasil Pengukuran Store Room (dB).....	37
Tabel 4. 16 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB).....	39
Tabel 4. 17 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB).....	39
Tabel 4. 18 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB).....	39
Tabel 4. 19 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB).....	40
Tabel 4. 20 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB).....	40

Tabel 4. 21 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB).....	40
Tabel 4. 22 Pengukuran pada Lounge (dB).....	42
Tabel 4. 23 Pengukuran pada Lounge (dB).....	42
Tabel 4. 24 Pengukuran pada Lounge (dB).....	42
Tabel 4. 25 Pengukuran pada Lounge (dB).....	42
Tabel 4. 26 Pengukuran pada Lounge (dB).....	42
Tabel 4. 27 Pengukuran pada Lounge (dB).....	43
Tabel 4. 28 Pengukuran pada VIP Room (dB).....	43
Tabel 4. 29 Pengukuran pada VIP Room (dB).....	44
Tabel 4. 30 Pengukuran pada VIP Room (dB).....	44
Tabel 4. 31 Pengukuran pada VIP Room (dB).....	44
Tabel 4. 32 Pengukuran pada VIP Room (dB).....	44
Tabel 4. 33 Pengukuran pada VIP Room (dB).....	45
Tabel 4. 34 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi ABK (dB) .....	46
Tabel 4. 35 Pengukuran pada Mushola (dB).....	46
Tabel 4. 36 Pengukuran pada Ruang Medis (dB) .....	46
Tabel 4. 37 Pengukuran pada Ruang akomodasi ABK (dB) .....	47
Tabel 4. 38 Pengukuran pada Mushola (dB).....	47
Tabel 4. 39 Pengukuran pada Ruang Medis (dB) .....	47
Tabel 4. 40 Pengukuran pada Ruang Akomodasi ABK (dB) .....	48
Tabel 4. 41 Pengukuran pada Mushola (dB).....	48
Tabel 4. 42 Pengukuran pada Ruang Medis (dB) .....	48
Tabel 4. 43 Pengukuran pada Navigation Room (dB) .....	49
Tabel 4. 44 Pengukuran pada Navigation Room (dB) .....	50
Tabel 4. 45 Pengukuran pada Navigation Room 1 (dB) ....	50
Tabel 4. 46 Pengukuran pada Navigation Room 2 (dB) ....	50
Tabel 4. 47 Pengukuran pada Navigation Room 1(dB) .....	50
Tabel 4. 48 Pengukuran pada Navigation Room 2 (dB) ....	50

Tabel 4. 49 Total Antilog Engine Room Pagi hari.....	55
Tabel 4. 50 Total Antilog Engine Room Siang hari.....	55
Tabel 4. 51 Total Antilog Engine Room Malam hari.....	55
Tabel 4. 52 Standar Kebisingan MSC.337(91) .....	59
Tabel 4. 53 Standar Kebisingan MSC.337(91) .....	59
Tabel 4. 54 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Engine Room dengan MSC.337(91).....	60
Tabel 4. 55 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Engine Control Room dengan MSC.337(91) .....	60
Tabel 4. 56 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Store Room dengan MSC.337(91) .....	60
Tabel 4. 57 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang Akomodasi Penumpang dengan MSC.337(91) .....	61
Tabel 4. 58 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang Akomodasi Penumpang dengan MSC.337(91) .....	61
Tabel 4. 59 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Lounge dengan MSC.337(91) .....	62
Tabel 4. 60 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Lounge dengan MSC.337(91) .....	62
Tabel 4. 61 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada VIP Room dengan MSC.337(91) .....	63
Tabel 4. 62 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada VIP Room dengan MSC.337(91) .....	63
Tabel 4. 63 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Mushola dengan MSC.337(91).....	64
Tabel 4. 64 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada VIP Room dengan MSC.337(91) .....	64
Tabel 4. 65 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang ABK dengan MSC.337(91).....	65

Tabel 4. 66 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang Navigasi 1 dengan MSC.337(91) .....	66
Tabel 4. 67 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang Navigasi 2 dengan MSC.337(91) .....	66
Tabel 4. 68 Noise Reduction pada Glasswool (dB) .....	95
Tabel 4. 69 Noise Reduction pada Rockwool (dB).....	95
Tabel 4. 70 Hasil pengurangan kebisingan dengan pemasangan glasswool (dB).....	96
Tabel 4. 71 Hasil pengurangan kebisingan dengan pemasangan glasswool (dB).....	96
Tabel 4. 72 Hasil pengurangan kebisingan dengan pemasangan glasswool (dB).....	97
Tabel 4. 73 Batas Moise Exposure OSHA .....	100
Tabel 4. 74 DaftarABK di Kamar Mesin .....	101

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Nilai kebisingan Peralatan di E/R Pagi Hari....	52
Grafik 4. 2 Nilai kebisingan Peralatan di E/R Siang Hari..	53
Grafik 4. 3 Nilai kebisingan Peralatan di E/R Malam Hari	54
Grafik 4. 4 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar MSC.337(91) (dB) .....	67
Grafik 4. 5 Perbandingan Hasil Pengukuran Ruang ABK dengan Standar MSC.337(91) (dB).....	67
Grafik 4. 6 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar MSC.337(91) (dB) .....	68
Grafik 4. 7 Perbandingan Hasil Pengukuran Ruang ABK dengan Standar MSC.337(91) (dB).....	68
Grafik 4. 8 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar MSC.337(91) (dB) .....	69
Grafik 4. 9 Perbandingan Hasil Pengukuran Ruang ABK dengan Standar MSC.337(91) (dB).....	69

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Kebisingan adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan, kenyamanan serta dapat menimbulkan ketulian. Kebisingan merupakan suatu permasalahan yang cukup penting terutama dalam kaitannya dengan kenyamanan. Tingkat kebisingan yang berlebihan dapat memberikan dampak 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. Secara psikologis, dampak yang dapat ditimbulkan yaitu gangguan emosional. Sedangkan dari segi teknis, kebisingan dapat menjadi indikasi adanya masalah pada peralatan yang ada.

Kebisingan dengan intensitas tinggi yang tidak disadari menyebabkan dampak yang serius bagi ABK. Karena dari sebagaimana yang kita ketahui untuk kondisi kerja di kamar mesin kapal kenyamanan merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang aktivitas para ABK, karena waktu lama kerja pada daerah tersebut dapat berlangsung lama sesuai dengan rute pelayaran kapal tersebut. Hal ini juga berpengaruh terhadap kenyamanan penumpang. Apabila kebisingan yang berlebih terjadi di ruang akomodasi maka akan mengganggu kenyamanan penumpang.

Oleh karena itu kebisingan menjadi salah satu pembahasan penting menyangkut masalah kenyamanan di kamar mesin maupun di ruang akomodasi. Tak terkecuali pada kapal KM. Dharma Rucitra yang memiliki rute pelayaran yang tergolong padat, yaitu rute penyeberangan pelabuhan Ketapang – Gilimanuk. Akan tetapi masih banyak ABK yang kurang memahami bahaya akan kebisingan sehingga seringkali dianggap remeh oleh para ABK. Serta perlu ditingkatkannya kenyamanan

pelanggan pengguna moda transportasi laut pada KMP. Dharma Rucitra. Maka dari itu perlu dilakukannya analisa akan kebisingan di kamar mesin dan ruang akomodasi pada kapal KMP. Dharma Rucitra.

## **1.2 Perumusan dan Pembatasan Masalah**

Dari uraian di atas maka permasalahan utama yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Berapa besarnya tingkat kebisingan yang terjadi di kamar mesin dan ruang akomodasi pada saat kapal beroperasi.
2. Bagaimana perbandingan hasil pengukuran dengan standar Biro Klasifikasi Indonesia dan MSC.337(91).
3. Apakah sumber yang sangat berpengaruh dari kebisingan pada kamar mesin dan ruang akomodasi KM. Dharma Rucitra
4. Bagaimanakah pemilihan alternatif sistem peredam dan metode penanggulangan yang dapat meredam kebisingan pada ruangan yang tidak sesuai standar MSC.337(91).
5. Bagaimanakah penanggulangan terhadap kebisingan pada KM. Dhama Rucitra

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Pengukuran kebisingan hanya dilakukan pada peralatan yang beroperasi pada saat kapal berlayar.
2. Nilai getaran yang mengakibatkan kebisingan tidak diperhitungkan.
3. Pemilihan alternatif peredaman hanya berdasarkan kemampuan media tersebut

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari tugas akhir adalah

1. Mengetahui tingkat kebisingan pada kamar mesin dan ruang akomodasi pada KM. Dharma Rucitra.



2. Mengetahui perbandingan tingkat kebisingan yang terjadi pada kamar mesin dan ruang akomodasi pada KM. Dharma Rucitra sudah sesuai atau tidak terhadap standar Biro Klasifikasi Indonesia dan MSC.337(91).
3. Mengetahui sumber kebisingan pada KM. Dharma Rucitra
4. Memilih alternatif sistem peredam pada ruangan yang tidak sesuai dengan MSC.337(91).
5. Membuat penanggulangan dan pengurangan dampak kebisingan pada KM. Dharma Rucitra.

#### **1.4 Manfaat**

Mengetahui tingkat kebisingan yang terjadi pada kamar mesin pada kapal KM. Dharma Rucitra, serta mendapat alternatif peredaman kebisingan yang tepat. Apabila hal tersebut dapat tercapai maka diharapkan ABK dapat bekerja dengan nyaman dan maksimal serta meningkatnya kenyamanan bagi para penumpang.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Dasar – Dasar Bunyi**

##### **2.1.1 Definisi Bunyi**

Bunyi ialah sesuatu yang dihasilkan dari benda yang bergetar. Benda yang menghasilkan bunyi disebut sebagai sumber bunyi. Sumber bunyi yang bergetar akan menggetarkan molekul-molekul ke udara yang ada disekitarnya. Dengan demikian, syarat terjadinya bunyi ialah dengan adanya benda yang bergetar. Perambatan bunyi memerlukan medium (pengantar). Kita dapat mendengar bunyi jika ada medium (pengantar) yang dapat merambatkan bunyi.

##### **2.1.2 Syarat Terjadi dan Terdengarnya Bunyi**

Syarat – syarat terjadi dan terdengarnya bunyi adalah :

- Terdapat benda yang bergetar (sumber bunyi)
- Terdapat medium yang merambatkan bunyi, serta
- Terdapat penerima yang berada di dalam jangkauan sumber bunyi

Bunyi memiliki cepat rambat yang sangat terbatas. Bunyi juga memerlukan waktu untuk berpindah dari satu tempat tempat lainnya. Cepat rambat suatu bunyi sebenarnya tidak terlampau besar. Cepat dalam rambat bunyi jauh lebih kecil dibandingkan dengan cepat rambat cahaya. Bahkan sekarang manusia telah mampu membuat pesawat yang dapat terbang beberapa kali dari pada cepat rambat suatu bunyi. Cepat rambat bunyi sering dirumuskan ialah sebagai berikut :

$$v = s / t$$

v = cepat rambat bunyi

(m/s), s = jarak sumber ke pengamat (m), t = selang waktu (s).

### 2.1.3 Sifat Bunyi

Bunyi memiliki sifat-sifat atau ciri- ciri tertentu. Ciri- ciri gelombang bunyi tersebut, antara lain ialah sebagai berikut:

- Merupakan gelombang longitudinal
- Tidak dapat merambat pada ruang hampa
- Kecepatan rambatnya dipengaruhi oleh kerapatan medium (pengantar) perambatannya (padat, cair, gas). Paling cepat pada medium yang kerapatannya tinggi.
- Dapat mengalami resonansi serta pamtulan.
- Bunyi dapat juga mengalami resonansi.

### 2.1.4 Karakteristik Bunyi

Tekanan bunyi adalah perbedaan antara udara normal dengan tekanan udara pada saat ada gelombang bunyi yang melewatinya. Tekanan bunyi memiliki satuan dyne/cm<sup>3</sup>. Ukuran dari tekanan bunyi adalah decibel atau biasa disingkat dB. Decibel merupakan ukuran energy bunyi atau kuantitas yang dipergunakan sebagai unit – unit tingkat tekanan suara berbobot A. Yang dilakukan untukn mensederhanakan plot – plot multiple dan untuk secara kira – kira menyebandingkan kuantitas logaritmik dari stimulus untuk stimulus akustik yang diterima telinga manusia dari luar. Untuk mengukur tekanan suatu bunyi digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{SPL} : 20\log_{10}\frac{P}{P_{ref}} \quad \text{Atau} \quad \text{SPL} = 10\log\frac{P^2}{P_{ref}^2}$$

Dimana:

SPL = Tingkat tekanan Bunyi, dB

P = Tekanan bunyi yang terukur, N/m<sup>2</sup>

P<sub>ref</sub> = Tekanan bunyi referensi yaitu sebesar 20 mikro pascal atau 2 x 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup>

Kebisingan yang berasal dari beberapa sumber kebisingan tidak bisa dijumlahkan secara langsung secara aljabar, karena tingkat kebisingan merupakan fungsi logaritma dari tekanan bunyi untuk mendapatkan tingkat kebisingan total. Perhitungan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$SPL_{total} = 10 \log_{10} \left( \frac{1}{N} (\text{antilog} SPL_1 / 10 + \text{antilog} SPL_2 / 10 + \dots + \text{antilog} SPL_n / 10) \right)$$

Dimana:

SPL = Tingkat kebisingan total dari beberapa sumber, dB

SPL<sub>1</sub> = Tingkat kebisingan Sumber 1

SPL<sub>2</sub> = Tingkat kebisingan Sumber 2

N = Jumlah sumber kebisingan

Dari rumus diatas didapatkan tingkat kebisingan total yang berasal dari beberapa sumber kebisingan dan pada beberapa posisi yang berbeda sesuai dengan titik pengukuran yang telah ditentukan sebelumnya.

Energi bunyi yang dirambatkan dari suatu tempat ke tempat lain pada satuan waktu tertentu disebut Daya bunyi. Untuk menghitung daya bunyi digunakan rumus sebagai berikut:

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_{ref}}$$

Dimana :

L<sub>w</sub> = Tingkat Daya Bunyi, dB

W = Daya bunyi yang diradiasikan oleh sumber bunyi, watt

W<sub>ref</sub> = Daya bunyi referensi yaitu sebesar 10<sup>-12</sup> watt

Intensitas bunyi adalah daya bunyi per satuan luasan permukaan yang tegak lurus dengan arah rambatan. Intensitas bunyi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$I = \frac{P}{2\rho u}$$

Dimana :

I = Intensitas bunyi, W/m<sup>2</sup>

P = Tekanan Bunyi, N/m<sup>2</sup>

$P$  = Massa Jenis Udara,  $\text{kg/m}^2$

$U$  = kecepatan gelombang bunyi,  $\text{m/s}$

Taraf Intensitas :

$$L_1 = 10 \log \left[ \frac{I}{I_{ref}} \right]$$

$L_1$  = taraf Intensitas bunyi,  $\text{dB}$

$I$  = Intensitas Bunyi,  $\text{W/m}^2$

$I_{ref}$  = Intensitas bunyi referensi yaitu sebesar  $10^{-12} \text{ W/m}^2$

### 2.1.5 Jenis – Jenis Bunyi

Jenis-jenis bunyi ialah sebagai berikut:

- Bunyi infrasonik: ialah bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz, dan dapat didengar oleh anjing, jangkrik, angsa, serta kuda.
- Bunyi audiosonik, ialah bunyi yang frekuensinya berada antara 20 Hz-20.000 Hz serta dapat didengar manusia.
- Bunyi untrasonik, ialah bunyi yang frekuensinya lebih dari 20.000 Hz, dapat didengar oleh kelelawar serta lumba-lumba.
- Nada, ialah bunyi yang frekuensinya beraturan.
- Desah, ialah bunyi yang frekuensinya tidak teratur.
- Gaung atau kerdam, ialah bunyi pantul yang sebagian datang bersamaan dengan bunyi asli, sehingga dapat mengganggu bunyi asli.
- Gema ialah , bunyi pantul yang datang setelah bunyi asli, sehingga dapat memperkuat bunyi asli.

## 2.2 Kebisingan

### 2.2.1 Definisi Kebisingan

Bising adalah bunyi yang ditimbulkan oleh gelombang suara dengan intensitas dan frekuensi yang tidak menentu. Bising Dalam kesehatan kerja, bising diartikan sebagai suara yang dapat menurunkan pendengaran baik secara kuantitatif (peningkatan ambang pendengaran) maupun secara kualitatif (penyempitan spektrum pendengaran), berkaitan dengan faktor intensitas,

frekuensi, durasi dan pola waktu. 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 :

- 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 dan 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 (*intermitten 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.

### 2.2.2 Standar Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai ambang batas kebisingan adalah angka dB yang dianggap aman untuk sebagian besar tenaga kerja bila bekerja 8 jam/hari atau 40 jam/minggu. Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Koperasi No. SE-01 /MEN/ 1978, Nilai Ambang Batas untuk kebisingan di tempat kerja adalah intensitas tertinggi dan merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang tetap untuk waktu terus menerus tidak lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggunya. Waktu maksimum bekerja adalah sebagai berikut:

82 dB : 16 jam per hari

85 dB : 8 jam per hari

88 dB : 4 jam per hari

91 dB : 2 jam per hari

97 dB : 1 jam per hari

100 dB : ¼ jam per hari



Occupational Safety and Health Administration ( OSHA) juga memberikan standar untuk pekerja dalam menerima kebisingan dalam rentang waktu satu hari. Berikut merupakan nilai ambang kebisingan yang diperbolehkan oleh OSHA :

Tabel 2. 1 Standar kebisingan OSHA

<b>Limits for Permissible Noise Exposure (According to OSHA)</b>	
8 hours	90 dB
6 hours	92 dB
4 hours	95 dB
3 hours	97 dB
2 hours	100 dB
1.5 hours	102 dB
1 hour	105 dB
30 minutes	110 dB
15 minutes	115 dB

Selain nilai ambang batas kebisingan di atas terdapat, berdasarkan standar nilai yang digunakan pada tugas akhir ini adalah standar nilai tingkat kebisingan yang diatur oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Berdasarkan *Technical Information* pada tanggal 19 Juni 2014, BKI mengadopsi Code on noise levels on board ships sebagaimana diatur dalam resolusi MSC.337(91). Kode ini akan berlaku mulai tanggal 1 July 2014 pada saat berlakunya regulasi II-1/3-12 of SOLAS 1974. Sehingga aturan yang ditetapkan BKI sesuai dengan aturan yang telah diadopsi oleh *Maritime Safety Committee (MSC)*. Data – Data tersebut ialah

Tabel 2. 2 Standar Kebisingan MSC

Designation of rooms and spaces	Ship size	
	1,600 up to 10,000 GT	≥10,000 GT
<b>4.2.1 Work spaces (see 5.1)</b>		
Machinery spaces <sup>5</sup>	110	110
Machinery control rooms	75	75
Workshops other than those forming part of machinery spaces	85	85
Non-specified work spaces <sup>6</sup> (other work areas)	85	85
<b>4.2.2 Navigation spaces</b>		
Navigating bridge and chartrooms	65	65
Look-out posts, incl. navigating bridge wings <sup>7</sup> and windows	70	70
Radio rooms (with radio equipment operating but not producing audio signals)	60	60
Radar rooms	65	65
<b>4.2.3 Accommodation spaces</b>		
Cabin and hospitals <sup>8</sup>	60	55
Messrooms	65	60
Recreation rooms	65	60
Open recreation areas (external recreation areas)	75	75
Offices	65	60

Tabel 2. 3 Standar Kebisingan MSC

Designation of rooms and spaces	Ship size	
	1,600 up to 10,000 GT	≥10,000 GT
<b>4.2.4 Service spaces</b>		
Galleys, without food processing equipment operating	75	75
Serveries and pantries	75	75
<b>4.2.5 Normally unoccupied spaces</b>		
Spaces referred to in section 3.14	90	90

### 2.2.3 Jenis Kebisingan

Berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi, bisung dapat dibagi atas:

1. Bising yang kontinu dengan spektrum frekuensi yang luas. Bising ini relatif tetap dalam batas kurang lebih 5 dB untuk periode 0,5 detik berturut-turut. Misalnya mesin, kipas angin, dapur pijar.
2. Bising yang kontinu dengan spektrum frekuensi yang sempit. Bising ini juga relatif tetap, akan tetapi ia hanya mempunyai frekuensi tertentu saja (pada prekuensi 500, 1000, dan 4000 Hz). Misalnya gergaji serkuler, katup gas.
3. Bising terputus-putus (Intermitten). Bising di sini tidak terjadi secara terus menerus, melainkan ada periode relatif tenang. Misalnya suara lalu lintas, kebisingan di lapangan terbang.
4. Bising Implusif. Bising jenis ini memiliki perubahan tekanan suara melebihi 40 dB dalam waktu sangat cepat dan biasanya mengejutkan pendengarnya. Misalnya tembakan, suara ledakan mercon, meriam.
5. Bising Implusif berulang. Sama dengan bising implusif, hanya saja disini terjadi secara berulang-ulang. Misalnya mesin tempa.

Berdasarkan pengaruhnya terhadap manusia , bising dapat dibagi atas:

1. Bising yang mengganggu (Irritating noise).Intetitas tidak terlalu keras. Misalnya mendengkur.
2. Bising yang menutupi (Masking noise). Merupakan bunyi yang menutupi pendengaran yang jelas. Secara tidak langsung bunyi ini akan membahayakan kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, karena teriakan atau isyarat tanda bahaya tenggelam dalam bising dari sumber lain.
3. Bising yang merusak (damaging/injurious noise). Adalah bunyi yang intesitasnya melampaui NAB. Bunyi jenis ini akan merusak atau menurunkan fungsi pendengaran.

## **2.2.4 Pengaruh Bising Terhadap Tenaga Kerja**

Bising menyebabkan berbagai gangguan terhadap tenaga kerja, seperti gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan ketulian, atau ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan auditory, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan non auditory seperti komunikasi terganggu, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performance kerja, kelelahan dan stress.

Lebih rinci lagi, maka dapatlah digambarkan dampak bising terhadap kesehatan pekerja sebagai berikut:

### **1. Gangguan Fisiologis**

Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah, peningkatan nadi, basal metabolisme, konstruksi pembuluh darah kecil terutama pada bagian kaki, dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris.

### **2. Gangguan Psikologis**

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, emosi dan lain-lain. Pemaparan jangka waktu lama dapat menimbulkan penyakit, psikosomatik seperti gastritis, penyakit jantung koroner dan lain-lain.

### **3. Gangguan Komunikasi**

Gangguan komunikasi ini menyebabkan terganggunya pekerjaan, bahkan mungkin terjadi kesalahan, terutama bagi pekerja baru yang belum berpengalaman. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, karena tidak mendengar teriakan atau isyarat tanda bahaya dan tentunya akan dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktifitas kerja.

### **4. Gangguan keseimbangan**

Gangguan keseimbangan ini mengakibatkan gangguan fisiologis seperti kepala pusing, mual dan lain-lain.

## 5. Gangguan terhadap pendengaran (Ketuliaan)

Diantara sekian banyak gangguan yang ditimbulkan oleh bising, gangguan terhadap pendengaran adalah gangguan yang paling serius karena dapat menyebabkan hilangnya pendengaran atau ketuliaan. Ketuliaan ini dapat bersifat progresif atau awalnya bersifat sementara tapi bila bekerja terus menerus di tempat bising tersebut maka daya dengar akan menghilang secara menetap atau tuli.

Tabel 2. 4 Jenis-jenis dari Akibat-akibat kebisingan

<b>Tipe</b>		<b>Uraian</b>
Akibat-akibat badaniah	Kehilangan pendengaran	Perubahan ambang batas sementara akibat kebisingan, Perubahan ambang batas permanen akibat kebisingan.
	Akibat-akibat fisiologis	Rasa tidak nyaman atau stres meningkat, tekanan darah meningkat, sakit kepala, bunyi dering
Akibat-akibat psikologis	Gangguan emosional	Kejengkelan, kebingungan
	Gangguan gaya hidup	Gangguan tidur atau istirahat, hilang konsentrasi waktu bekerja, membaca dsb.
	Gangguan pendengaran	Merintang kemampuan mendengarkann TV, radio, percakapan, telpon dsb.

Menurut definisi kebisingan, apabila suatu suara mengganggu orang yang sedang membaca atau mendengarkan musik, maka suara itu adalah kebisingan bagi orang itu meskipun orang-orang lain mungkin tidak terganggu oleh suara tersebut. Meskipun pengaruh suara banyak kaitannya dengan faktor-faktor psikologis dan emosional, ada kasus-kasus di mana akibat-akibat

serius seperti kehilangan pendengaran terjadi karena tingginya tingkat kenyaringan suara pada tingkat tekanan suara berbobot A atau karena lamanya telinga terpasang terhadap kebisingan tsb.

### 2.2.5 Mengukur Tingkat Kebisingan

Untuk mengetahui intensitas bising di lingkungan kerja, digunakan Sound Level meter. Untuk mengukur nilai ambang pendengaran digunakan Audiometer. Untuk menilai tingkat pajanan pekerja lebih tepat digunakan Noise Dose Meter karena pekerja umumnya tidak menetap pada suatu tempat kerja selama 8 jam ia bekerja. Nilai ambang batas [ NAB ] intensitas bising adalah 85 dB dan waktu bekerja maksimum adalah 8 jam per hari.

Sound Level Meter adalah alat pengukur suara. Mekanisme kerja SLM apabila ada benda bergetar, maka akan menyebabkan terjadinya perubahan tekanan udara yang dapat ditangkap oleh alat ini, selanjutnya akan menggerakkan meter penunjuk.

Audiometer adalah alat untuk mengukur nilai ambang pendengaran. Audiogram adalah chart hasil pemeriksaan audiometri. Nilai ambang pendengaran adalah suara yang paling lemah yang masih dapat didengar telinga.



gambar 2. 1 Sound Level Meter

(sumber : gcastd.org)

### 2.2.6 Pengendalian Kebisingan

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

- Mengontrol Sumber Bunyi
- Mengatur airborne sound transmission path serta structure-borne sound transmission path antara sumber dan receiver
- Mengontrol kebisingan pada penerima dan mengontrol jarak antara sumber kebisingan dengan penerima

Adapun metode lain yang biasa digunakan di lingkungan kerja untuk mengurangi tingkat kebisingan adalah :

- Elimination  
Merupakan langkah yang menghilangkan pekerjaan atau sumber bunyi di area kerja
- Substitution  
Merupakan kondisi yang mengganti suatu pekerjaan yang menghasilkan kebisingan yang tinggi dengan pekerjaan lainnya yang memiliki tingkat kebisingan yang lebih rendah
- Isolation  
Merupakan metode memisahkan sumber kebisingan dari pekerja di suatu lingkungan kerja. Adapun metode yang dapat dilakukan untuk mengisolasi sumber bunyi adalah :
  1. Penutupan total terhadap mesin
  2. Penutupan secara parsial

Untuk meredam sumber kebisingan yang berasal dari suatu peralatan dapat dengan memberikan *barrier* (penghalang). Macam - macam *barrier* adalah sebagai berikut :

- *Barrier* Alami  
Contoh *barrier* alami adalah pepohonan, tetapi cara ini tidak mungkin diterapkan dikamar mesin.

- *Barrier* Buatan

*Barrier* buatan untuk mengurangi kebisingan yang terjadi antara lain : *stone, hardwood, concrete, steel, glass*. Dalam merencanakan *barrier* sangatlah penting untuk mengetahui karakteristik bahan akustik yang nantinya akan digunakan sebagai *barrier* kebisingan.

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh *barrier* yang digunakan terhadap kebisingan yang digunakan terhadap kebisingan yang ditimbulkan oleh suatu sumber bising, sehingga diperlukan penambahan atau modifikasi untuk memperbaiki kualitas peredaman bising dalam suatu ruangan. Hal yang perlu dihitung pertama adalah rugi transmisi yang hilang atau *transmission loss* ketika bising tersebut melewati peredam atau *barrier*

Transmission Lost (TL)

$$TL = 20 \log_{10} m + 20 \log_{10} f - 42 \text{dB}$$

Dimana :

m = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

f = Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000 / c_w \cdot t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

t = tebal material, m

Kebisingan yang melewati *barrier* dipengaruhi oleh :

- Tipe dari *noise barrier* yang nantinya akan digunakan, karena berpengaruh dari karakteristik material tersebut, seperti kerapatannya, panjang gelombang, maupun ketebalan
- Tinggi dan luasan *barrier* yang efektif untuk mengurangi kebisingan yang terjadi. Hal ini berpengaruh ketika kebisingan telah terjadi di dalam ruangan. Untuk



mengetahui nilai pengurangan kebisingan dalam ruangan dalam mencari *noise reduction*.

Noise Reduction

$$NR = TL - 20\log_{10}(S/A) - 0.3\text{dB}$$

Dimana :

S = Volume Barrier, m<sup>3</sup>

A = Volume keseluruhan ruangan, m<sup>3</sup>

### **2.2.7 Jarak Optimum Sumber Suara pada Ruangan**

Agar tingkat suara/informasi dari sumber suara (loudspeaker) dapat jelas didengar oleh manusia normal, maka diperoleh persyaratan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Rumus : } N+M = 10 \log P + \text{SPL1} - 20 \log R$$

Keterangan :

N = kebisingan ruangan (dB)

M = margin (dB) > biasanya 15 dB

P = adalah daya dari sumber suara/speaker (Watt)

SPL1 = Sound pressure level untuk daya 1 watt pada jarak 1 m (dB)

R = jarak sumber suara dari pendengar (m)

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi merupakan kerangka dasar dari tahapan penyelesaian skripsi ini. Metodologi penulisan skripsi ini mencakup semua kegiatan yang akan dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses analisa terhadap permasalahan skripsi. Untuk lebih jelasnya akan dijabarkan sebagai berikut :

#### **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) yang berkaitan dengan kebisingan.

#### **3.2 Pengumpulan Data**

Data-data tersebut diantaranya adalah :

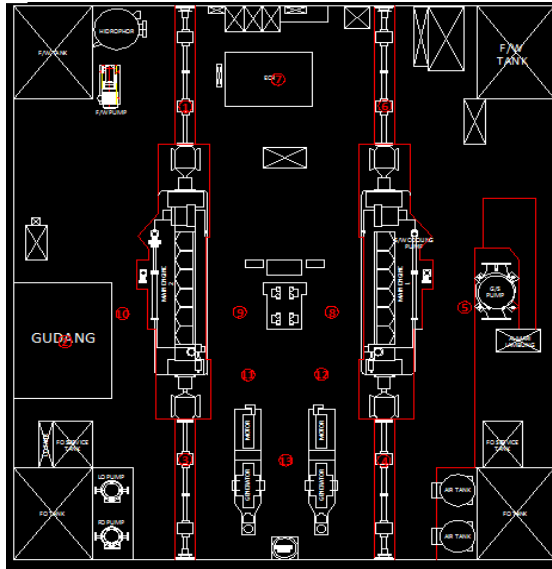
a. Penggambaran Daerah Pengukuran

Penggambaran daerah pengukuran didasarkan pada layout dan jenis peralatan yang diperkirakan merupakan sumber kebisingan. Jenis – jenis peralatan yang diperkirakan menjadi sumber kebisingan di kamar mesin dan ruang akomodasi.

b. Penentuan titik – titik Pengukuran

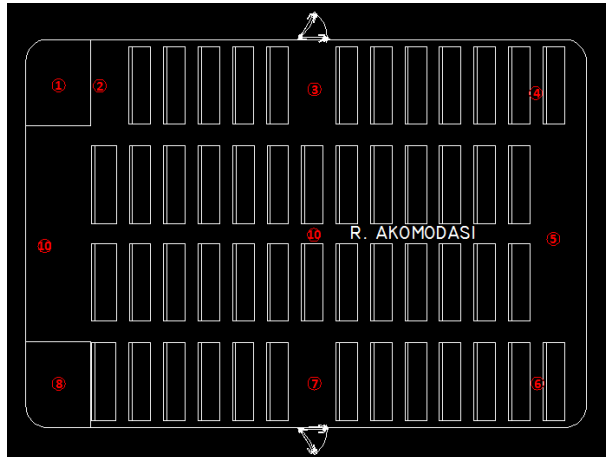
Penentuan titik – titik pengukuran dalam pengukuran kebisingan merupakan hal penting karena posisi yang diambil sebagai posisi pengukuran dan jenis peralatan yang diukur adalah faktor utama yang sangat mempengaruhi tingkat kebenaran dari data yang diperoleh.

Engine Room



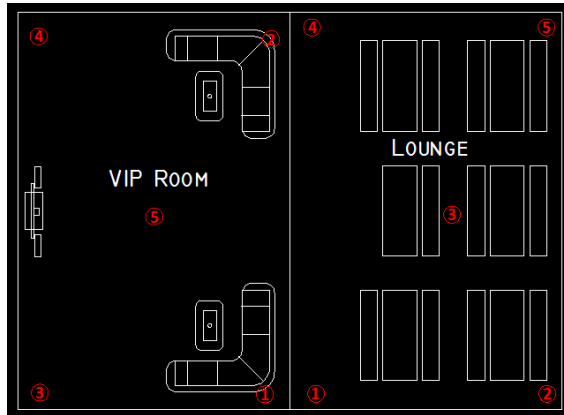
Gambar 3. 1 Engine Room layout

### Ruang Akomodasi Penumpang



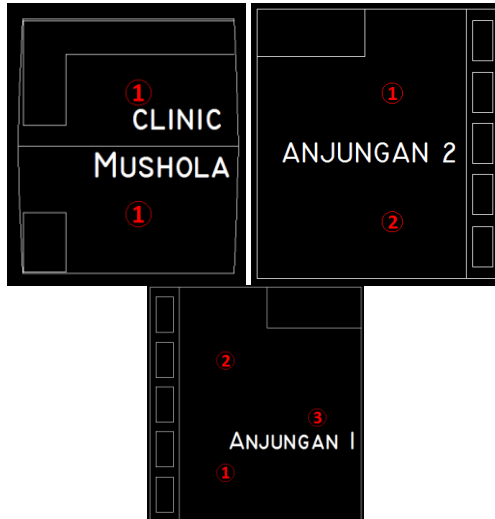
Gambar 3. 2 Ruang Akomodasi Penumpang

### VIP Room dan Lounge



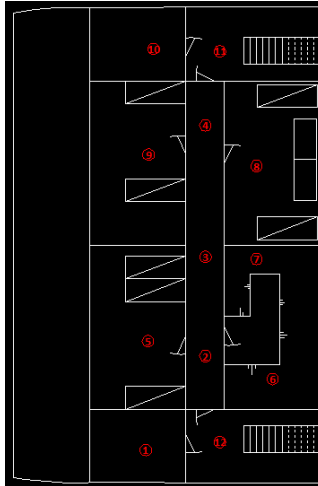
Gambar 3. 3 VIP Room dan Lounge

### Klinik , Mushola, Navigation Room



Gambar 3. 4 Clinic, Mushola , Anjungan 1, Anjungan 2

### Ruang Akomodasi ABK



Gambar 3. 5 Titik Pengukuran di kamar ABK

c. Spesifikasi Mesin dan peralatannya.  
Pencatatan spesifikasi peralatan merupakan hal penting dalam membantu menentukan sumber kebisingan tertinggi.

- Main Engine
  1. Hanshin Z6E MRS 30266  
Bhp : 450 Rpm : 400
  2. Hanshin Z6E MRS 30266  
Bhp : 450 Rpm : 400
- Auxilary Engine
  1. Yanmar  
Bhp : 1556.50
  2. Mitsubishi 6D14  
Bhp : 1875

d. Persiapan alat pengukur kebisingan

Dalam pengerjaan penelitian ini alat ukur kebisingan yang digunakan adalah *Sound Level Meter (SLM)* yang terdiri dari mikrofon, sirkuit elektronik dan layar.



Gambar 3. 6 Sound Level Meter

(sumber: gcastd.org)

Berikut merupakan spesifikasi dari *Sound Level Meter* yang digunakan :

- Merk : Krisbow KW 06
- Standar : IEC651 type 2
- Rentang Frekuensi : 31.5 Hz – 8 KHz
- Frek. Weighting : A/C
- Microphone : ½ inch electric
- Kalibrasi : Electrical
- Display : LCD, 4 digit
- Level ranges : Lo = 35-100 dB  
Hi = 65-130 dB
- Accuracy : 1.5 dB
- Alarm Function : Over
- Dimensi : 245x64x31 mm

e. Pengukuran Kebisingan

Metode yang digunakan dalam pengukuran *Background Noise* dan *Noise* berdasarkan standar *Maritime Safety Commitee* antara lain sebagai berikut :

1. Pengukuran dilakukan dengan jarak antara mikrofon dengan lantai yaitu 1200 – 1600mm
2. Pengukuran dilakukan selama 5 hingga 15 detik
3. Pengukuran dilakukan pada jarak 1000mm dari peralatan
4. Apabila jarak pengukuran tidak mencukupi maka jarak pengukuran bisa diambil diantara dua peralatan

#### Pengukuran pada Kamar Mesin

- Pengukuran akan pada tempat kerja utama dan engine control room oleh ABK. Terlebih apabila terdapat tempat yang merupakan salah satu tempat komunikasi
- Pengukuran biasanya tidak dilakukan lebih dekat dari 1 meter dari Operating machinery, deck, bulkhead, atau dari air inlets. Apabila hal ini tidak memungkinkan, maka pengukuran harus dilakukan pada posisi ditengah antara machinery dan permukaan yang berdekatan
- Pengukuran pada peralatan yang merupakan sumber kebisingan harus diukur pada jarak 1 m dari peralatan tersebut dan dari ketinggian antara 1.2 meter hingga 1.6 meter dari permukaan dek, platform, atau walkway
- Pada Machinery Space seperti workshop dan store room pengukuran dapat dilakukan hanya dengan sekali pengukuran saja.

#### Pengukuran Pada Ruang Kabin dan Akomodasi

- Pengukuran harus dilakukan di tengah dari ruangan.
- Jumlah pengukuran pada kabin tidak boleh kurang dari 40 persen dari total kabin yang ada. Kabin yang secara jelas terpengaruh oleh kebisingan (kabin yang terhubung dengan machinery) harus diperhitungkan



- Untuk kapal yang mempunyai jumlah kabin ABK yang banyak, seperti passenger ship, dsb, diperbolehkan untuk mengurangi jumlah dari posisi pengukuran. Kabin yang terpilih harus merupakan kabin yang dapat mewakili sejumlah kabin yang lebih memiliki kemungkinan untuk terkena dampak dari kebisingan.

Selain memperhatikan aturan – aturan di atas, terdapat hal – hal penting yang perlu diperhatikan ketika dalam proses pengukuran adalah kondisi pada saat pengukuran. Sesuai dengan peraturan American Bureau of Shipping (ABS) dalam Guide for Crew Habitability on Workboats section 4, ditetapkan sebagai berikut :

1. Lokasi

Pengukuran harus dilakukan pada lokasi dimana peralatan bekerja sesuai dengan kondisi kerja sehari – hari agar hasil yang diperoleh merupakan gambaran yang sesungguhnya.

2. Kondisi Muatan

Kondisi muatan kapal dan balas harus berada pada kondisi yang sesuai dengan kondisi kapal sehari – hari

3. Kedalaman Air

Dalam keadaan berlayar, pengukuran dilakukan pada saat kapal saratnya tidak kurang dari 5 kali dari sarat kapal.

4. Operasi Peralatan dan Permesinan

HVAC sistem harus dalam kondisi beroperasi. Semua peralatan permesinan beroperasi pada kondisi normal.

5. Propulsi

Sistem propulsi harus bekerja pada kecepatan servis normal, yaitu kecepatan servis yang digunakan sehari – hari.

### 3.3 Analisa Data dan Pembahasan

#### 1. Data Hasil Pengukuran

Data diperoleh dari hasil pengukuran langsung pada peralatan yang sudah ditentukan.

#### 2. Analisa Data Hasil Pengukuran

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran akan dianalisa. Tahapan dari analisa perhitungan kebisingan adalah sebagai berikut:

- Pendataan hasil dari pengukuran
- Melakukan penjumlahan dari tiap-tiap nilai kebisingan untuk mendapatkan nilai tingkat kebisingan total dari kamar mesin dan ruang akomodasi
- Setelah didapatkan nilai kebisingan total dari kamar mesin dan ruang akomodasi maka nilai tersebut dibandingkan dengan nilai standar kebisingan yang diizinkan oleh Badan Klasifikasi Indonesia (BKI) dan *Maritime Safety Committee (MSC)* yaitu kode MSC.337(91)

Setelah dilakukan analisa seperti diatas, maka akan diperoleh dua hasil yaitu ruangan yang telah sesuai standar dan ruangan tidak sesuai standar. Oleh karena itu langkah tersebut perlu dilakukan analisa terhadap 2 kemungkinan hasil analisa. Langkah tersebut yaitu :

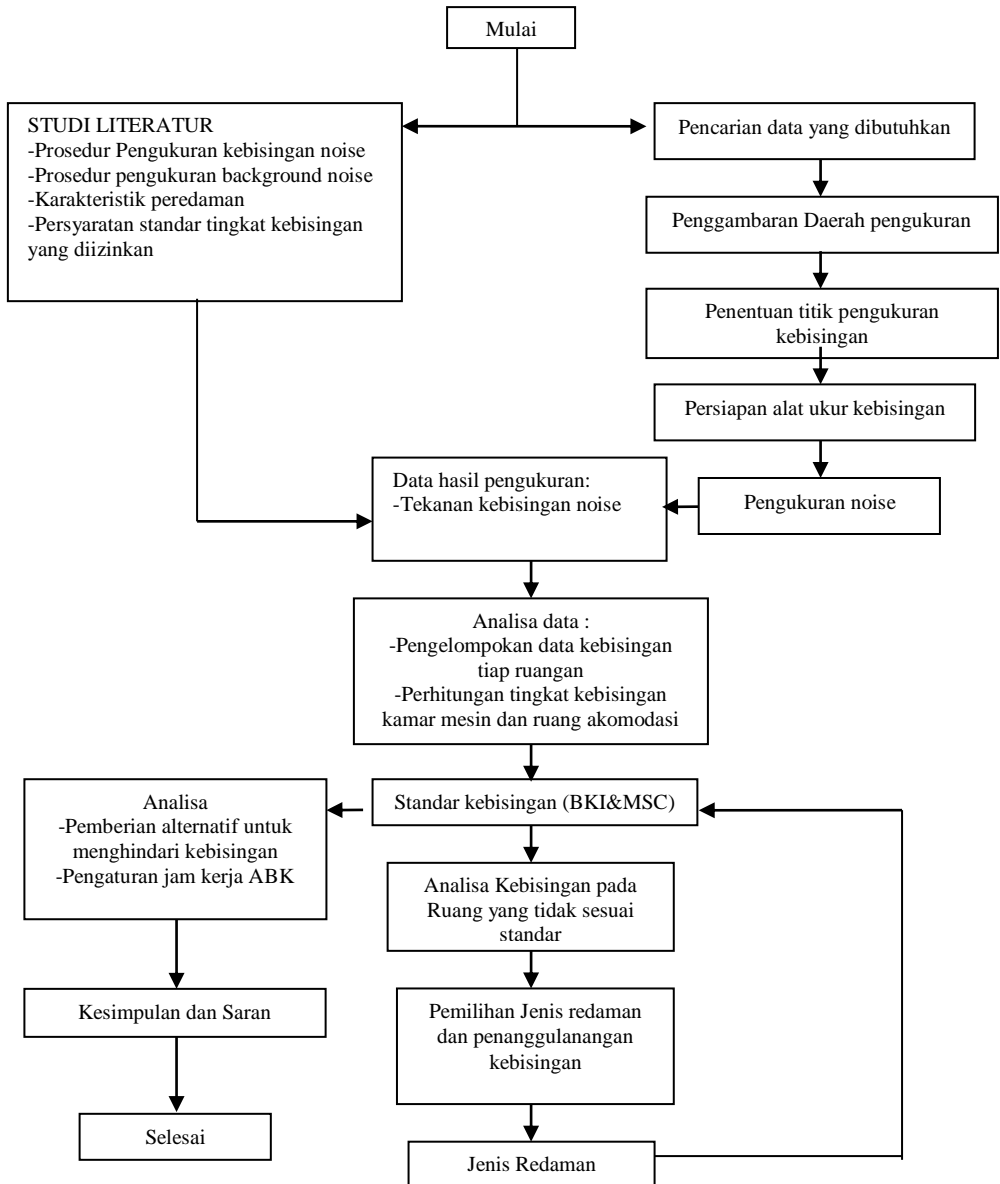
- Apabila nilai kebisingan tidak sesuai standar, maka dilakukan langkah berikut :
  1. Menentukan peralatan atau penyebab yang menghasilkan kebisingan pada ruangan yang tidak sesuai kode MSC.337(91).
  2. Memilih sistem peredaman atau penanggulangan yang mungkin dilakukan untuk mengatasi hal tersebut
  3. Ruangan yang tidak sesuai standar akan diberikan penanganan untuk mengurangi tingkat kebisingan.
  4. Melakukan perhitungan mengenai penurunan nilai kebisingan yang terjadi berdasarkan

- kemampuan dari media peredaman yang digunakan
5. Melakukan perbandingan nilai kebisingan setelah dilakukan peredaman dengan standar yang berlaku
- Apabila nilai kebisingan sesuai dengan standar maka akan dilakukan langkah berikut :
    1. Melakukan pengaturan ulang jam kerja berdasarkan waktu paparan berdasarkan standar nilai kebisingan.
    2. Melakukan tindakan untuk mencegah dari dampak kebisingan yang terjadi dengan memberikan alat pelindung dengar (APD)

### **3.4 Kesimpulan dan Saran**

Hasil dari analisa diatas dibuat suatu laporan penelitian yang berupa penulisan ilmiah yang dipublikasikan, atau dipresentasikan pada sidang tugas akhir. Hasil dari penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagaimana cara menganalisa kebisingan di kamar mesin dan di ruang akomodasi beserta cara menanggulangnya. Sehingga kenyamanan pekerja yang merupakan suatu hal penting dalam aktivitas di kamar mesin dapat terjaga dan kinerja ABK dapat menjadi lebih baik. dan tingkat kenyamanan penumpang dapat semakin baik.

## Diagram Alur Pengerjaan



## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pengukuran Kebisingan**

Pengukuran tingkat kebisingan merupakan langkah awal dalam melakukan survey kebisingan. Hasil dari survey kebisingan ini akan menjadi acuan dalam melakukan konservasi dan pengendalian kebisingan. Hasil dari pengukuran kebisingan tersebut akan mempermudah dalam mengidentifikasi tingkat kebisingan pada tiap ruang di kapal dan dampak apa saja yang dapat mempengaruhi kesehatan pekerja maupun pelanggan pada kapal. Hasil dari pengukuran juga dapat digunakan untuk menjadi dasar dalam pemilihan alternatif peredaman. Besarnya tingkat kebisingan kamar mesin dapat ditentukan dengan menentukan titik – titik pengukuran berdasarkan layout kamar mesin dan rencana umum kapal dan beberapa pertimbangan seperti titik – titik yang sering dilalui manusia dan titik – titik yang berpotensi untuk menimbulkan kebisingan.

Dalam pengukuran kebisingan di kamar mesin dan ruang akomodasi harus memperhatikan aturan – aturan dan ode yang digunakan dalam pengambilan data akan tingkat kebisingan pada ruangan tersebut. Hal ini ditujukan agar data – data yang diambil merupakan data – data yang valid dan merupakan nilai kebisingan yang mewakili tingkat kebisingan yang terjadi di kamar mesin dan ruang akomodasi pada kapal KMP. Dharma Rucitra. Kode dan standar pengukuran yang digunakan ialah sesuai dengan Biro Klasifikasi Indonesia dan MSC.337(91). Selain itu kebiasaan para ABK dan juga penumpang dari KMP. Dharma Rucitra juga harus dipertimbangkan dan perlu diperhatikan dalam pengukuran tingkat kebisingan karena hal tersebut akan berpengaruh terhadap tingkat kenyamanan para ABK dan penumpang.

#### **4.1.1 Hasil pengukuran Tingkat Kebisingan pada Kamar Mesin KM. Dharma Rucitra**

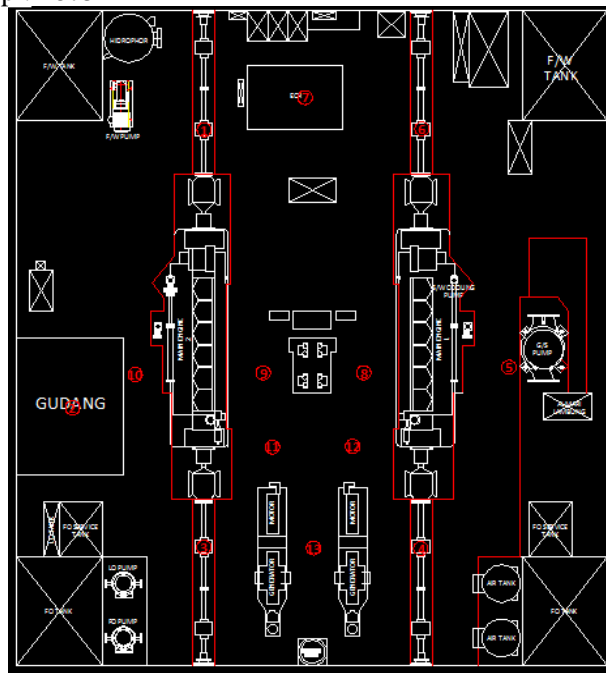
Pengukuran tingkat kebisingan pada kamar mesin KM. Dharma Rucitra dilakukan pada 13 titik pengukuran. Penentuan titik – titik tersebut didasarkan pada pelataan sumber kebisingan pada kamar mesin antara lain Main Engine dan Auxilary Engine. serta tempat – tempat seperti Engine control Room dan Gudang. Pertimbangan lain dalam menentukan titik pengukuran ialah tempat yang sering digunakan oleh para ABK untuk beraktivitas dikamar mesin. Selain pertimbangan tersebut perlu juga ditambahkan persyaratan pengukuran yang diatur oleh MSC.337(91) yaitu diantaranya :

- Pengukuran akan pada tempat kerja utama dan engine control room oleh ABK. Terlebih apabila terdapat tempat yang merupakan salah satu tempat komunikasi
- Pengukuran biasanya tidak dilakukan lebih dekat dari 1 meter dari Operating machinery, deck, bulkhead, atau dari air inlets. Apabila hal ini tidak memungkinkan, maka pengukuran harus dilakukan pada posisi ditengah antara machinery dan permukaan yang berdekatan
- Pengukuran pada peralatan yang merupakan sumber kebisingan harus diukur pada jarak 1 m dari peralatan tersebut dan dari ketinggian antara 1.2 meter hingga 1.6 meter dari permukaan dek, platform, atau walkway
- Pada Machinery Space seperti workshop dan store room pengukuran dapat dilakukan hanya dengan sekali pengukuran saja.

Posisi pengukuran terdapat pada gambar engine room layout dan pengukuran dilakukan pada saat pagi, siang,

dan malam. Peralatan yang diukur untuk mendapatkan tingkat kebisingan antara lain :

- Main Engine
  1. Hanshin Z6E MRS 30266  
Bhp : 450 Rpm : 400
  2. Hanshin Z6E MRS 30266  
Bhp : 450 Rpm : 400
- Auxilary Engine
  1. Yanmar  
Bhp : 1556.50
  2. Mitsubishi 6D14  
Bhp : 1875



Gambar 4. 1 Engine Room Layout

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuranyang diperoleh pada pagi hari :

#### Engine 1

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Engine 1 (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	91.2	91.5	92.1	91.6
3	15	99.1	99	99.9	99.3
9	15	94.7	95.2	95	95.0
10	15	94	94.6	94.4	94.3

#### Engine 2

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Engine 2 (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
4	15	95.4	95.6	94.7	95.2
5	15	91.3	91.3	90.9	91.2
6	15	88.2	88.2	88.1	88.2
8	15	93.8	94.2	94.2	94.1

#### Auxiliary Engine

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Auxilary Engine (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
3	15	99.1	99	99.9	99.3
11	15	98	98	97.8	97.9
13	15	101.1	100.7	99.8	100.5

#### Engine Control Room

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Engine Control Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
7	15	79.5	79.1	78.3	79.0

#### Store Room

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Store Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
2	15	90	89	88.3	89.1



Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada siang hari :

#### Engine 1

Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Engine 1 (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	90.9	91.2	91.1	91.1
3	15	98.4	98.7	98.6	98.6
9	15	96.6	96.8	96.7	96.7
10	15	95.8	96	96	95.9

#### Engine 2

Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Engine 2 (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
4	15	94.2	94	94	94.1
5	15	94.6	94.2	94	94.3
6	15	91.5	91.1	91.2	91.3
8	15	96	95.6	96.3	96.0

#### Auxiliary Engine

Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Auxiliary Engine (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
3	15	98.4	98.7	98.6	98.6
11	15	97.4	96	96	96.5
13	15	102.8	100.5	99.8	101.0

#### Engine Control Room

Tabel 4. 9 Hasil Pengukuran Engine Control Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
7	15	78.1	78.1	78.6	78.3

#### Store Room

Tabel 4. 10 Hasil Pengukuran Store Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
2	15	89.8	89.7	89.7	89.7

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada malam hari :

#### Engine 1

Tabel 4. 11 Hasil Pengukuran Engine 1 (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	90.4	90.12	90.5	90.3
3	15	95.2	95.1	94.8	95.0
9	15	93.5	94.9	93.8	94.1
10	15	94.8	94.6	94.4	94.6

#### Engine 2

Tabel 4. 12 Hasil Pengukuran Engine 2 (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
4	15	95.8	95.8	95.8	95.8
5	15	93.2	93.1	93.1	93.1
6	15	89.4	88	88.5	88.6
8	15	93.2	93	93	93.1

#### Auxiliary Engine

Tabel 4. 13 Hasil Pengukuran Auxiliary Engine (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
3	15	95.2	95.1	94.8	95.0
11	15	93.5	94.9	93.8	94.1
13	15	99.8	100.2	100.4	100.1

#### Engine Control Room

Tabel 4. 14 Hasil Pengukuran Control room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
7	15	77.7	77.9	77.6	77.7

#### Store Room

Tabel 4. 15 Hasil Pengukuran Store Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
2	15	87.8	87.8	88	87.9

#### **4.1.2 Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan pada Ruang Akomodasi KM. Dharma Rucitra**

Kenyamanan pada ruang akomodasi penumpang merupakan salah satu hal penting pada kapal penyeberangan KM. Dharma Rucitra karena sebagai moda transportasi umum, kenyamanan pelanggan merupakan salah satu syarat utama. Berdasarkan MSC.337(91) tata cara pengukuran pada ruang akomodasi ialah :

- Pengukuran harus dilakukan di tengah dari ruangan.
- Jumlah pengukuran pada kabin tidak boleh kurang dari 40 persen dari total kabin yang ada. Kabin yang seefektif jelas terpengaruh oleh kebisingan (kabin yang terhubung dengan machinery) harus diperhitungkan
- Untuk kapal yang mempunyai jumlah kabin ABK yang banyak, seperti passenger ship, dsb, diperbolehkan untuk mengurangi jumlah dari posisi pengukuran. Kabin yang terpilih harus merupakan kabin yang dapat mewakili sejumlah kabin yang lebih memiliki kemungkinan untuk terkena dampak dari kebisingan.

##### **a. Ruang Akomodasi Penumpang**

Posisi pengukuran terdapat pada gambar rencana umum dan pengukuran dilakukan pada saat pagi, siang, dan malam. Pengukuran dilakukan pada posisi di tengah dari tiap ruangan yang diukur, akan tetapi ruangan seperti ruang akomodasi penumpang dilakukan sebanyak dua kali dikarenakan adanya sound system yang selalu menyala selama kapal beroperasi sehingga perlu dilakukan pengukuran ketika sound system menyala dengan ketika sound system mati. Untuk kondisi sound system mati, pengukuran dilakukan pada satu titik yaitu pada tengah ruangan sesuai dengan aturan dari MSC.337(91) .Untuk

kondisi sound system menyala dilakukan pada 10 titik pengukuran agar persebaran tingkat tekanan suara di beberapa titik dapat diketahui. Berikut merupakan data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran pada pagi hari:

Sound System mati

Tabel 4. 16 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
10	15	62.2	61.3	61.5	61.7

Sound System Menyala

Tabel 4. 17 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	59.6	57.9	58.4	58.6
2	15	65.2	64.3	67.6	65.7
3	15	68.3	68.4	69.2	68.6
4	15	70.4	69.9	71.1	70.5
5	15	69.5	71.6	69.7	70.3
6	15	70.2	69.8	71.2	70.4
7	15	67.2	68.4	68.8	68.1
8	15	62.4	65.6	66.3	64.8
9	15	64.3	66.3	66.2	65.6
10	15	68.4	67.3	69.6	68.4

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada siang hari :

Sound System mati

Tabel 4. 18 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
10	15	61.4	61.2	60.7	61.1

Sound System menyala

Tabel 4. 19 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	59.6	57.9	58.4	58.6
2	15	65.2	64.3	67.6	65.7
3	15	68.3	68.4	69.2	68.6
4	15	70.4	69.9	71.1	70.5
5	15	69.5	71.6	69.7	70.3
6	15	70.2	69.8	71.2	70.4
7	15	67.2	68.4	68.8	68.1
8	15	62.4	65.6	66.3	64.8
9	15	64.3	66.3	66.2	65.6
10	15	68.4	67.3	69.6	68.4

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada malam hari :

Sound System mati :

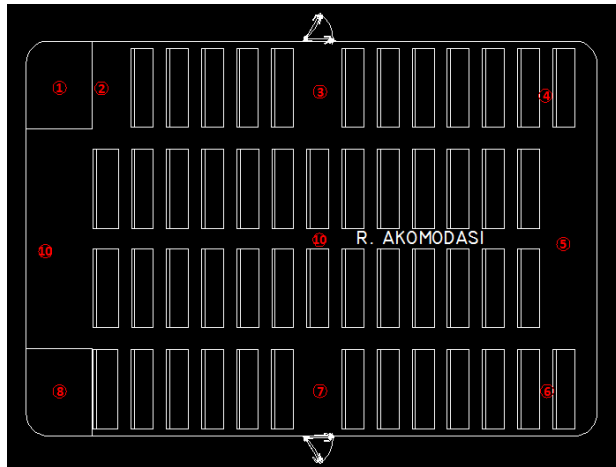
Tabel 4. 20 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
10	15	61.8	60.9	61.6	61.4

Sound System menyala :

Tabel 4. 21 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi Penumpang (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	58.4	59.3	58.6	58.8
2	15	67.3	66.3	64.7	66.1
3	15	68.8	69.5	68.9	69.1
4	15	69.8	70.6	71.2	70.5
5	15	69.7	70.8	71.3	70.6
6	15	70.4	69.7	69.8	70.0
7	15	68.3	67.6	68.3	68.1
8	15	63.6	66.3	64.2	64.7
9	15	63.2	64.5	65.7	64.5
10	15	67.8	68.8	69.3	68.6



Gambar 4. 2 Titik Pengukuran di Ruang Akomodasi Penumpang

#### b. Lounge

Posisi pengukuran terdapat pada gambar rencana umum dan pengukuran dilakukan pada saat pagi, siang, dan malam. Pengukuran dilakukan pada posisi di tengah dari tiap ruangan yang diukur, akan tetapi ruangan seperti lounge dilakukan sebanyak dua kali dikarenakan adanya sound system yang selalu menyala selama kapal beroperasi sehingga perlu dilakukan pengukuran ketika sound system menyala dengan ketika sound system mati. Untuk kondisi sound system mati, pengukuran dilakukan pada satu titik yaitu pada tengah ruangan sesuai dengan aturan dari MSC.337(91) .Untuk kondisi sound system menyala dilakukan pada 10 titik pengukuran agar persebaran tingkat tekanan suara di beberapa titik dapat diketahui. Berikut merupakan data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran pada pagi hari:

Sound System mati

Tabel 4. 22 Pengukuran pada Lounge (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
3	15	63.4	64.2	62.8	63.5

Sound System menyala

Tabel 4. 23 Pengukuran pada Lounge (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	70.7	72.7	78.7	74.0
2	15	73.4	74.2	74	73.9
3	15	76.2	74.5	75	75.2
4	15	72.1	73.3	73.8	73.1
5	15	72.4	73.3	74.7	73.5

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada siang hari :

Sound System mati

Tabel 4. 24 Pengukuran pada Lounge (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
3	15	62.4	63.6	63.8	63.3

Sound System menyala

Tabel 4. 25 Pengukuran pada Lounge (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	70.4	71.1	70.9	70.8
2	15	73.9	74	74.2	74.0
3	15	74	74.4	74.3	74.2
4	15	73.1	73.3	73.8	73.4
5	15	72.5	72.6	73.1	72.7

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada malam hari :

Sound System mati

Tabel 4. 26 Pengukuran pada Lounge (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
3	15	63.6	64.1	63.2	63.6

Sound System menyala

Tabel 4. 27 Pengukuran pada Lounge (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)		Rata-Rata	
1	15	70.3	71.2	70.8	70.8
2	15	73.3	73.2	72.2	72.9
3	15	74.3	74.6	74.7	74.5
4	15	72.3	73.4	74.2	73.3
5	15	73.2	71.7	72.3	72.4

c. VIP Room

Posisi pengukuran terdapat pada gambar rencana umum dan pengukuran dilakukan pada saat pagi, siang, dan malam. Pengukuran dilakukan pada posisi di tengah dari tiap ruangan yang diukur, akan tetapi ruangan seperti VIP Room dilakukan sebanyak dua kali dikarenakan adanya sound system yang selalu menyala selama kapal beroperasi sehingga perlu dilakukan pengukuran ketika sound system menyala dengan ketika sound system mati. Untuk kondisi sound system mati, pengukuran dilakukan pada satu titik yaitu pada tengah ruangan sesuai dengan aturan dari MSC.337(91) .Untuk kondisi sound system menyala dilakukan pada 10 titik pengukuran agar persebaran tingkat tekanan suara di beberapa titik dapat diketahui. Berikut merupakan data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran pada pagi hari:

Sound System mati

Tabel 4. 28 Pengukuran pada VIP Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)		Rata-Rata	
5	15	50.2	49.3	49.8	49.8

Sound System menyala



Tabel 4. 29 Pengukuran pada VIP Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	58.4	57.9	59.6	58.6
2	15	57.2	58	58.9	58.0
3	15	58.9	59.7	60.9	59.8
4	15	59.4	57.2	55.8	57.5
5	15	60.2	57.7	59.3	59.1

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada Siang hari :

Sound System mati

Tabel 4. 30 Pengukuran pada VIP Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
5	15	49.4	50.1	50.3	49.9

Sound System menyala

Tabel 4. 31 Pengukuran pada VIP Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	58.6	59.2	58.2	58.7
2	15	57.2	58	58.9	58.0
3	15	58.9	59.7	60.9	59.8
4	15	59.4	57.2	55.8	57.5
5	15	60.2	57.7	59.3	59.1

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada Malam hari :

Sound System mati

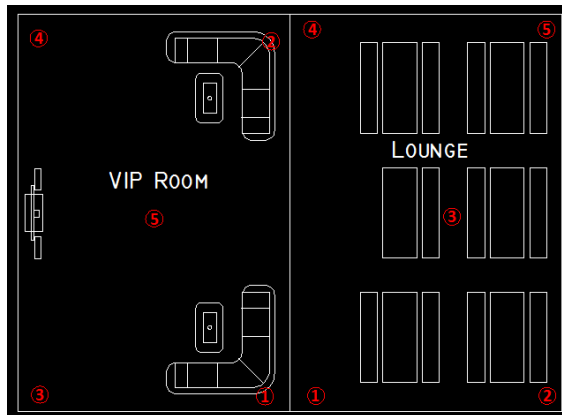
Tabel 4. 32 Pengukuran pada VIP Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
5	15	51.1	50.2	49.8	50.4

Sound System menyala

Tabel 4. 33 Pengukuran pada VIP Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)		Rata-Rata
1	15	59.3	58.7	59.8
2	15	56.5	57.8	58.8
3	15	59.2	58.2	60.2
4	15	59.1	58.2	56.6
5	15	59.7	58.3	59.5



Gambar 4. 3 VIP Room dan Lounge

#### d. Ruang Akomodasi ABK, Mushola, Ruang Medis

Posisi pengukuran terdapat pada gambar rencana umum dan pengukuran dilakukan pada saat pagi, siang, dan malam. Pengukuran dilakukan pada posisi di tengah dari tiap ruangan yang diukur. Berikut merupakan data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran pada pagi hari:

Ruang akomodasi ABK

Tabel 4. 34 Hasil Pengukuran Ruang akomodasi ABK (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	61.3	60.7	62.1	61.4
2	15	67	67.1	67.2	67.1
3	15	68.8	68.6	67.5	68.3
4	15	66	64.9	64.3	65.1
5	15	57.5	57.3	57.8	57.5
6	15	68.3	67.4	66.9	67.5
7	15	64.7	63.6	64	64.1
8	15	61.8	61.8	61.6	61.7
9	15	61.4	60.3	60.5	60.7
10	15	64.6	63.3	62.9	63.6
11	15	69.5	69.7	69.8	69.7
12	15	66.8	71	71.3	69.7

Mushola

Tabel 4. 35 Pengukuran pada Mushola (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	46.6	44.7	45.4	45.6

Ruang Medis

Tabel 4. 36 Pengukuran pada Ruang Medis (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	43.1	41.6	42.4	42.4

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada siang hari :

### Ruang akomodasi ABK

Tabel 4. 37 Pengukuran pada Ruang akomodasi ABK (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)		Rata-Rata	
1	15	66	66.4	66.2	66.2
2	15	67.5	67.1	67.5	67.4
3	15	67.4	67.6	67.8	67.6
4	15	65.1	65.5	65.4	65.3
5	15	57.3	57.3	57.8	57.5
6	15	67.5	67.4	67.4	67.4
7	15	63.5	64.3	64.8	64.2
8	15	61.5	61.5	61.7	61.6
9	15	59.8	58.3	60.1	59.4
10	15	64.1	64.5	64.5	64.4
11	15	68.5	68.1	68.3	68.3
12	15	70.5	68.4	68.4	69.1

### Mushola

Tabel 4. 38 Pengukuran pada Mushola (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)		Rata-Rata	
1	15	46.8	45.4	45.6	45.9

### Ruang Medis

Tabel 4. 39 Pengukuran pada Ruang Medis (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)		Rata-Rata	
1	15	43.2	43.2	43	43.1

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada malam hari :

### Ruang akomodasi ABK

Tabel 4. 40 Pengukuran pada Ruang Akomodasi ABK (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	66.1	66.3	66.8	66.4
2	15	67.5	66.4	67.3	67.1
3	15	67.4	65.3	66.7	66.5
4	15	65.2	65.3	65.8	65.4
5	15	56.8	56.4	57.3	56.8
6	15	67.6	67.1	66.8	67.2
7	15	63.7	64.1	64.7	64.2
8	15	61.6	61.6	61.7	61.6
9	15	59.6	59.4	60.1	59.7
10	15	64.3	64.7	63.9	64.3
11	15	68.4	68.9	69.1	68.8
12	15	70.3	68.7	68.3	69.1

### Mushola

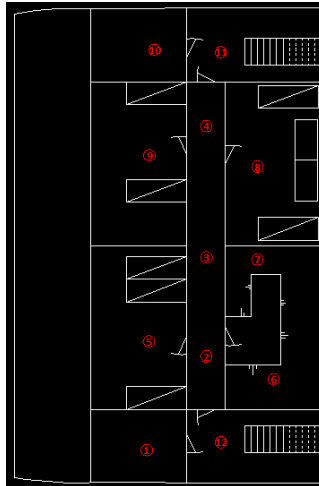
Tabel 4. 41 Pengukuran pada Mushola (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	45.8	46.1	45.4	45.8

### Ruang Medis

Tabel 4. 42 Pengukuran pada Ruang Medis (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	43	43.1	43.3	43.1



Gambar 4. 4 Titik Pengukuran di Ruang ABK

#### 4.1.3 Hasil pengukuran tingkat Kebisingan Ruang Navigasi KM. Dharma Rucitra

Posisi pengukuran terdapat pada gambar rencana umum dan pengukuran dilakukan pada saat pagi, siang, dan malam. Pengukuran dilakukan pada beberapa posisi dari tiap ruangan yang diukur. Berikut merupakan data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran pada pagi hari:

Navigation Room 1

Tabel 4. 43 Pengukuran pada Navigation Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	55.7	54.5	57.3	55.8
2	15	55.7	53.4	48.3	52.5
3	15	52.6	53.5	51.8	52.6

Navigation Room 2

Tabel 4. 44 Pengukuran pada Navigation Room (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	57.6	59.7	59.4	58.9
2	15	56	58.9	56.7	57.2

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada Siang hari :

Navigation Room 1

Tabel 4. 45 Pengukuran pada Navigation Room 1 (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	55.8	55.5	55.6	55.6
2	15	55.7	55.8	56	55.8
3	15	52.6	53.5	51.8	52.6

Navigation Room 2

Tabel 4. 46 Pengukuran pada Navigation Room 2 (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	58.6	58.4	58.5	58.5
2	15	57.6	58.1	57.6	57.8

Data Berikut merupakan data yang diperoleh pada pengukuran yang diperoleh pada malam hari :

Navigation Room 1

Tabel 4. 47 Pengukuran pada Navigation Room 1(dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	55.8	55.5	55.6	55.6
2	15	55.8	55.4	56.3	55.8
3	15	53.4	55.2	54.6	54.4

Navigation Room 2

Tabel 4. 48 Pengukuran pada Navigation Room 2 (dB)

Titik Pengukuran	Time(s)	Noise Level (dB)			Rata-Rata
1	15	58.8	57.4	55.3	57.2
2	15	58.2	55.4	57.8	57.1



Gambar 4. 5 Titik Pengukuran di Navigation Room

## 4.2 Perhitungan Kebisingan

### 1. Engine Room

Untuk menghitung nilai kebisingan total yang terdapat di kamar mesin, maka nilai kebisingan dari setiap peralatan pada setiap posisi dirata – rata kan. Berdasarkan hasil pengukuran maka diperoleh rata – rata nilai kebisingan setiap peralatan pada setiap kondisi. Cara yang digunakan untuk menghitung rata – rata nilai kebisingan pada setiap peralatan adalah sebagai berikut:

$$\frac{\sum \text{Total Nilai Pengukuran}}{\sum \text{Total Jumlah Pengukuran}}$$

Dengan menggunakan rumus di atas maka diperoleh hasil berikut :

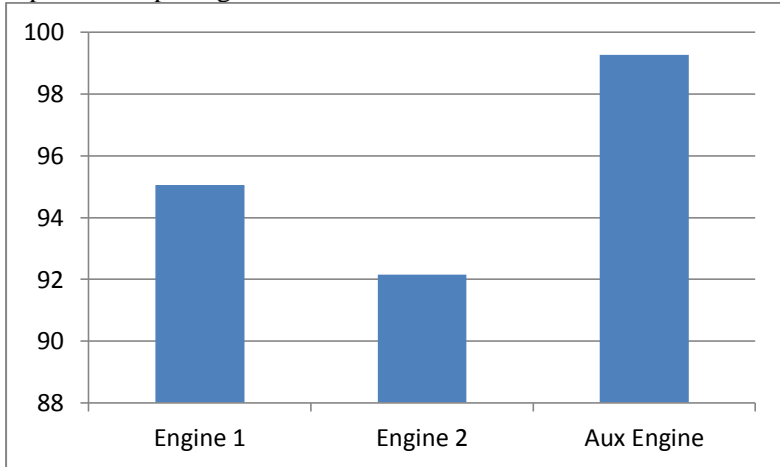
Pagi Hari

- Engine 1  
 Nilai Kebisingan =  $(91.6 + 99.3 + 95.0 + 94.3)/4$   
 = 95.1 dB
- Engine 2  
 Nilai Kebisingan =  $(95.2 + 91.2 + 88.2 + 94.1)/4$   
 = 92.2 dB
- Auxilary Engine



$$\begin{aligned}\text{Nilai Kebisingan} &= (99.3 + 97.9 + 100.5)/3 \\ &= 99.3 \text{ dB}\end{aligned}$$

Untuk lebih jelas maka hasil dari pengukuran dari tiap peralatan dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 4. 1 Nilai kebisingan Peralatan di E/R Pagi Hari

Siang hari

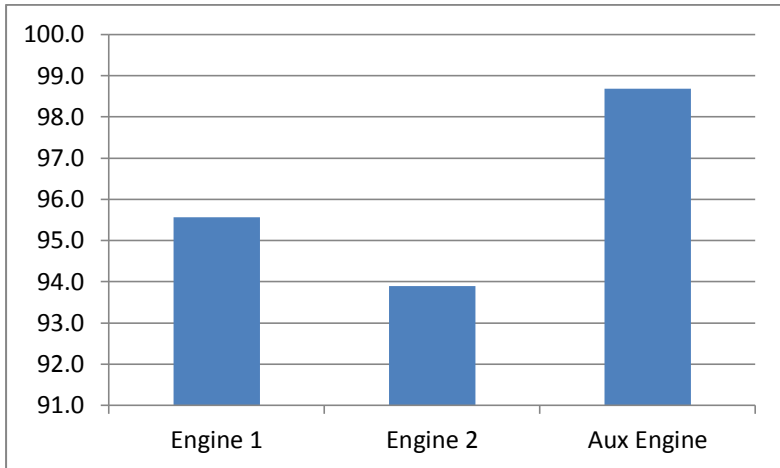
- Engine 1  

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kebisingan} &= (91.1 + 98.6 + 96.7 + 95.9)/4 \\ &= 95.6 \text{ dB}\end{aligned}$$
- Engine 2  

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kebisingan} &= (94.1 + 94.3 + 91.3 + 96.0)/4 \\ &= 93.9 \text{ dB}\end{aligned}$$
- Auxiliary Engine  

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kebisingan} &= (98.6 + 96.5 + 101.0)/3 \\ &= 98.7 \text{ dB}\end{aligned}$$

Untuk lebih jelas maka hasil dari pengukuran dari tiap peralatan dapat dilihat pada grafik berikut :

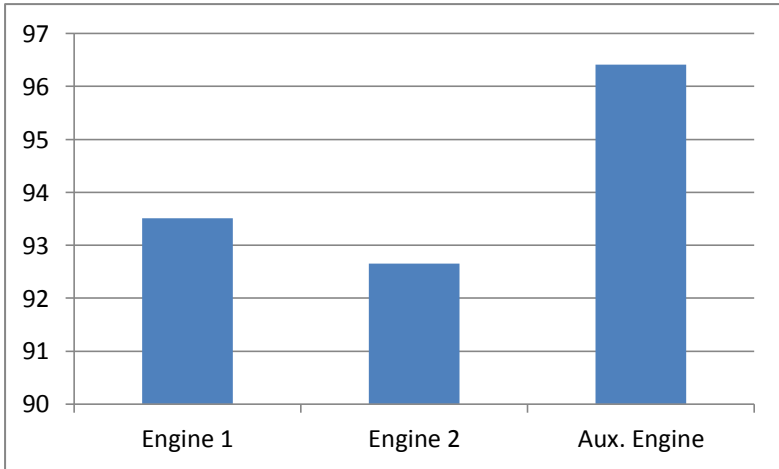


Grafik 4. 2 Nilai kebisingan Peralatan di E/R Siang Hari

Malam hari

- Engine 1  
 Nilai Kebisingan =  $(90.3 + 95.0 + 94.1 + 94.6)/4$   
 = 93.5 dB
- Engine 2  
 Nilai Kebisingan =  $(95.8 + 93.1 + 88.6 + 93.1)/4$   
 = 92.7 dB
- Auxiliary Engine  
 Nilai Kebisingan =  $(95.0 + 94.1 + 100.1)/3$   
 = 96.4 dB

Untuk lebih jelas maka hasil dari pengukuran dari tiap peralatan dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 4. 3 Nilai kebisingan Peralatan di E/R Malam Hari

Berdasarkan dari perhitungan jumlah dari total rata – rata nilai kebisingan yang terjadi pada saat pengukuran maka dapat dilakukan perhitungan nilai kebisingan total pada setiap keadaan dialakukannya pengukuran. Nilai kebisingan total yang terjadi pada setiap keadaan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$SPL_{total} = 10 \log_{10} \left( \frac{1}{N} (\text{antilog} SPL_1 / 10 + \text{antilog} SPL_2 / 10 + \dots + \text{antilog} SPL_N / 10) \right)$$

Dimana:

SPL = Tingkat kebisingan total dari beberapa sumber, dB

$SPL_1$  = Tingkat kebisingan Sumber 1

$SPL_2$  = Tingkat kebisingan Sumber 2

N = Jumlah sumber kebisingan

Denagn menggunakan rumus tersebut, maka nilai kebisingan total yang terjadi adalah sebagai berikut :

Pagi Hari

Tabel 4. 49 Total Antilog Engine Room Pagi hari

Daerah pengukuran	SPL	Antilog SPL/10
Engine 1	95.058	3205039109
Engine 2	92.158	1643740793
Aux Engine	99.267	8446303186
Total Antilog		13295083088

$$\begin{aligned} \text{SPL}_{\text{total}} &= 10\log_{10}(13295083088) \\ &= 96.46569801 \text{ dB} \end{aligned}$$

Siang Hari

Tabel 4. 50 Total Antilog Engine Room Siang hari

Daerah pengukuran	SPL	Antilog SPL/10
Engine 1	95.6	3603019949
Engine 2	93.9	2450003285
Aux Engine	98.7	7394160766
Total Antilog		13447183999

$$\begin{aligned} \text{SPL}_{\text{total}} &= 10\log_{10}(13447183999) \\ &= 96.51510093 \text{ dB} \end{aligned}$$

Malam Hari

Tabel 4. 51 Total Antilog Engine Room Malam hari

Daerah pengukuran	SPL	Antilog SPL/10
Engine 1	93.510	2243881924
Engine 2	92.658	1844307504
Aux Engine	96.411	4376340564
Total Antilog		8464529992

$$\begin{aligned} \text{SPL}_{\text{total}} &= 10\log_{10}(8464529992) \\ &= 94.50481593 \text{ dB} \end{aligned}$$

## 2. Ruang Akomodasi Penumpang (Sound System menyala)

Pada ruang akomodasi penumpang terdapat media hiburan berupa live music yang berasal dari Sound System yang

dinyalakan selama kapal berlayar maupun ketika berlabuh. Oleh sebab itu perlu dihitung juga tingkat kebisingan yang terjadi pada ruang akomodasi penumpang apabila Sound System dinyalakan. Hal ini berkaitan erat dengan aturan dari MSC.337(91) serta kenyamanan penumpang. Dikarenakan sumber suara yang terdapat pada ruang akomodasi hanya dihasilkan oleh satu sumber saja, yakni sound system, maka untuk mengetahui tingkat kebisingan rata – rata pada ruang akomodasi cukup menggunakan rata – rata dari nilai kebisingan dari tiap titik yang diukur tidak perlu menggunakan rumus dari SPL total. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

Total nilai pengukuran / Total Jumlah Pengukuran

Dengan menggunakan rumus di atas maka diperoleh hasil berikut :

Pagi Hari :

Nilai Kebisingan :  $(65.1 + 68.0 + 70.1 + 70.5 + 70.4 + 68.4 + 65.5 + 65.3 + 68.1) / 9 = 67.1$  dB

Siang Hari :

Nilai Kebisingan :  $(65.7 + 68.6 + 70.5 + 70.3 + 70.4 + 68.1 + 64.8 + 65.6 + 68.4) / 9 = 68.0$  dB

Malam Hari :

Nilai Kebisingan :  $(66.1 + 69.1 + 70.5 + 70.6 + 70.0 + 68.1 + 64.7 + 64.5 + 68.6) / 9 = 68.0$  dB

### 3. Lounge (Sound System Menyala)

Pada Lounge terdapat media hiburan berupa live music yang berasal dari Sound System yang dinyalakan selama kapal berlayar maupun ketika berlabuh. Oleh sebab itu perlu dihitung juga tingkat kebisingan yang terjadi pada ruang akomodasi penumpang apabila Sound System dinyalakan. Hal ini berkaitan erat dengan aturan dari MSC.337(91) serta kenyamanan penumpang. Dikarenakan sumber suara yang terdapat pada ruang akomodasi hanya dihasilkan oleh satu sumber saja, yakni sound system, maka untuk mengetahui tingkat kebisingan rata – rata pada ruang akomodasi cukup menggunakan rata – rata dari nilai kebisingan

dari tiap titik yang diukur tidak perlu menggunakan rumus dari SPL total. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{\sum \text{Total Nilai Pengukuran}}{\sum \text{Total Jumlah Pengukuran}}$$

Dengan menggunakan rumus di atas maka diperoleh hasil berikut :

Pagi Hari :

$$\begin{aligned} \text{Nilai Kebisingan} &= (74.0 + 73.9 + 75.2 + 73.1 + 73.5) / 5 \\ &= 73.9 \end{aligned}$$

Siang Hari :

$$\begin{aligned} \text{Nilai Kebisingan} &= (70.8 + 74.0 + 74.2 + 73.4 + 72.7) / 5 \\ &= 73.0 \end{aligned}$$

Malam Hari :

$$\begin{aligned} \text{Nilai Kebisingan} &= (70.8 + 72.9 + 74.5 + 73.3 + 72.4) / 5 \\ &= 72.8 \end{aligned}$$

#### 4. VIP Room (Sound System Menyala)

Pada Lounge terdapat media hiburan berupa live music yang berasal dari Sound System yang dinyalakan selama kapal berlayar maupun ketika berlabuh. Oleh sebab itu perlu dihitung juga tingkat kebisingan yang terjadi pada ruang akomodasi penumpang apabila Sound System dinyalakan. Hal ini berkaitan erat dengan aturan dari MSC.337(91) serta kenyamanan penumpang. Dikarenakan sumber suara yang terdapat pada ruang akomodasi hanya dihasilkan oleh satu sumber saja, yakni sound system, maka untuk mengetahui tingkat kebisingan rata – rata pada ruang akomodasi cukup menggunakan rata – rata dari nilai kebisingan dari tiap titik yang diukur tidak perlu menggunakan rumus dari SPL total. Sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{\sum \text{Total Nilai Pengukuran}}{\sum \text{Total Jumlah Pengukuran}}$$

Dengan menggunakan rumus di atas maka diperoleh hasil berikut :

Pagi Hari :

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kebisingan} &= (58.6 + 58.0 + 59.8 + 57.5 + 59.1) / 5 \\ &= 58.6\end{aligned}$$

Siang Hari :

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kebisingan} &= (58.7 + 58.0 + 59.8 + 57.5 + 59.1) / 5 \\ &= 58.6\end{aligned}$$

Malam Hari :

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kebisingan} &= (59.3 + 57.7 + 59.2 + 58.0 + 59.2) / 5 \\ &= 58.7\end{aligned}$$

#### **4.3 Pembahasa Nilai tingkat Kebisingan Terhadap Standar Nilai Tingkat Kebisingan yang Diizinkan**

Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan terhadap nilai kebisingan, maka dapat diketahui nilai tingkat kebisingan pada setiap ruangan dan pada setiap kondisi. Hasil dari pengukuran serta perhitungan dapat dibandingkan dengan dengan standar yang digunakan sebagai pembanding. Untuk penelitian kali ini digunakan standar MSC.337(91). Standar yang digunakan dapat dilihat pada tabel di berikut :

Tabel 4. 52 Standar Kebisingan MSC.337(91)

Designation of rooms and spaces	Ship size	
	1,600 up to 10,000 GT	≥10,000 GT
<b>4.2.1 Work spaces (see 5.1)</b>		
Machinery spaces <sup>5</sup>	110	110
Machinery control rooms	75	75
Workshops other than those forming part of machinery spaces	85	85
Non-specified work spaces <sup>6</sup> (other work areas)	85	85
<b>4.2.2 Navigation spaces</b>		
Navigating bridge and chartrooms	65	65
Look-out posts, incl. navigating bridge wings <sup>7</sup> and windows	70	70
Radio rooms (with radio equipment operating but not producing audio signals)	60	60
Radar rooms	65	65
<b>4.2.3 Accommodation spaces</b>		
Cabin and hospitals <sup>8</sup>	60	55
Messrooms	65	60
Recreation rooms	65	60
Open recreation areas (external recreation areas)	75	75
Offices	65	60

Tabel 4. 53 Standar Kebisingan MSC.337(91)

<b>4.2.4 Service spaces</b>		
Galleys, without food processing equipment operating	75	75
Serveries and pantries	75	75
<b>4.2.5 Normally unoccupied spaces</b>		
Spaces referred to in section 3.14	90	90

Dengan menggunakan nilai dalam tabel tersebut, maka dapat dilakukan perbandingan nilai tingkat kebisingan yang terjadi pada setiap ruangan dan kondisi. Berikut merupakan perbandingan hasil pengukuran dan perhitungan nilai kebisingan terhadap standar MSC.337(91) :



- Engine Room

Tabel 4. 54 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Engine Room dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	96.46569801	110 dB
Siang hari	96.26377937	
Malam Hari	94.50481593	

Pada Engine Room hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Engine Room tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).

- Engine Control Room

Tabel 4. 55 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Engine Control Room dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	78.97	75 dB
Siang hari	78.27	
Malam Hari	77.73	

Pada Engine Room hasil dari pengukuran melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Engine Room tergolong tidak sesuai dengan standar MSC.337(91). Sehingga perlu dilakukan perencanaan peredaman. Hal ini dapat disebabkan karena adanya bahan peredam pada dinding yang kurang baik sehingga kebisingan pada Engine Control Room tetap terjadi.

- Store Room

Tabel 4. 56 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Store Room dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	89.10	75 dB
Siang hari	89.73	
Malam Hari	87.87	

Pada Store Room hasil dari pengukuran melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Engine Room tergolong tidak sesuai dengan standar MSC.337(91). Sehingga perlu dilakukan perencanaan peredaman. Hal ini dapat disebabkan karena bahan atau material dinding pada store room yang kurang baik dalam meredam kebisingan sehingga tetap terjadi kebisingan pada store room.

- Ruang Akomodasi penumpang

Ruang akomodasi penumpang tergolong dari recreation room karena merupakan tempat hiburan untuk penumpang menunggu perjalanan. Berikut hasil perbandingan pengukuran terhadap standar yang digunakan :

#### Sound System Mati

Tabel 4. 57 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang Akomodasi Penumpang dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	61.67	65 dB
Siang hari	61.10	
Malam Hari	61.43	

Pada Ruang akomodasi penumpang dengan kondisi sound system mati, hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Ruang akomodasi penumpang tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).  
Sound System Menyala

Tabel 4. 58 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang Akomodasi Penumpang dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	67.09	65 dB
Siang hari	68.04	
Malam Hari	68.01	

Pada Ruang akomodasi penumpang dengan kondisi sound system menyala, hasil dari pengukuran melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Engine Room tergolong tidak sesuai dengan standar MSC.337(91). Sehingga ruangan ini apabila dengan kondisi sound system menyala secara terus menerus, perlu dilakukan rencana pengurangan kebisingan.

- Lounge

Lounge tergolong open recreation room karena merupakan tempat hiburan dengan ruang terbuka untuk penumpang dalam menunggu perjalanan

Sound System Mati

Tabel 4. 59 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Lounge dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	63.47	75 dB
Siang hari	63.27	
Malam Hari	63.63	

Pada Lounge dengan kondisi sound system mati, hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Lounge tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).

Sound System Menyala

Tabel 4. 60 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Lounge dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	63.47	75 dB
Siang hari	63.27	
Malam Hari	63.63	

Pada Lounge dengan kondisi sound system menyala, hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Lounge tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).

- VIP Room

Ruang akomodasi penumpang tergolong dari recreation room karena merupakan tempat hiburan untuk penumpang menunggu perjalanan.

#### Sound System Mati

Tabel 4. 61 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada VIP Room dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	49.93	65 dB
Siang hari	49.77	
Malam Hari	50.37	

Pada VIP Room dengan kondisi sound system mati, hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga VIP Room tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).

#### Sound System Menyala

Tabel 4. 62 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada VIP Room dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	58.61	65 dB
Siang hari	58.61	
Malam Hari	58.66	

Pada VIP Room dengan kondisi sound system menyala, hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga VIP Room tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).

- Mushola

Mushola tergolong dari golongan kabin dan ruang medis

Tabel 4. 63 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Mushola dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	45.57	60 dB
Siang hari	45.93	
Malam Hari	45.77	

Pada Mushola hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Mushola tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).

- Ruang Medis

Tabel 4. 64 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada VIP Room dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	42.37	60 dB
Siang hari	43.13	
Malam Hari	43.13	

Pada ruang medis hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Ruang medis tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).

- Ruang Akomodasi ABK

Tabel 4. 65 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang ABK dengan MSC.337(91)

Ruangan (titik)	Kondisi Pengukuran	Nilai total Kebisingan	Standar Kebisingan
1	Pagi Hari	61.37	60 dB
	Siang hari	66.20	
	Malam Hari	66.40	
5	Pagi Hari	57.53	60 dB
	Siang hari	57.47	
	Malam Hari	57.30	
7	Pagi Hari	64.10	60 dB
	Siang hari	64.20	
	Malam Hari	64.17	
8	Pagi Hari	61.73	60 dB
	Siang hari	61.57	
	Malam Hari	61.70	
9	Pagi Hari	58.33	60 dB
	Siang hari	57.87	
	Malam Hari	58.17	
10	Pagi Hari	63.60	60 dB
	Siang hari	64.37	
	Malam Hari	64.30	

Pada ruang akomodasi ABK hasil dari pengukuran beberapa kamar seperti ruangan 1,7,8,10 melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Ruang – ruangan tersebut tergolong tidak sesuai dengan standar MSC.337(91). Pada kasus titik 1 dan 10 adanya kemungkinan kebisingan yang berasal dari kendaraan yang diangkut. Karena ruang titik 1 dan 10 berada di depan langsung dari pintu masuk menuju ruang ABK dari geladak kendaraan. Sedangkan untuk titik 7 dan 8 ada kemungkinan kebisingan. Sehingga perlu direncanakan alternatif pengurangan kebisingan pada ruangan 1,7,8,10 dengan menambahkan material bahan peredam.

- Ruang Navigasi 1

Tabel 4. 66 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang Navigasi 1 dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	53.64	60 dB
Siang hari	54.70	
Malam Hari	55.29	

Pada ruang navigasi 1 hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Ruang medis tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).

- Ruang Navigasi 2

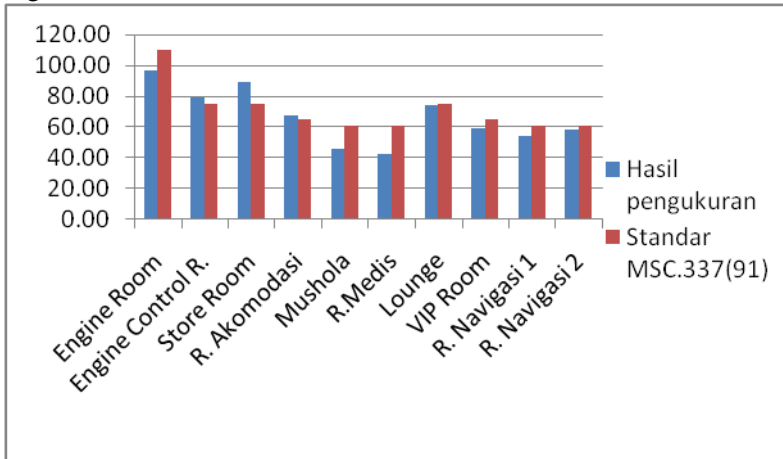
Tabel 4. 67 Perbandingan Hasil Pengukuran Kebisingan pada Ruang Navigasi 2 dengan MSC.337(91)

Kondisi pengukuran	Nilai total kebisingan	Standar Kebisingan
Pagi Hari	58.05	60 dB
Siang hari	58.13	
Malam Hari	57.15	

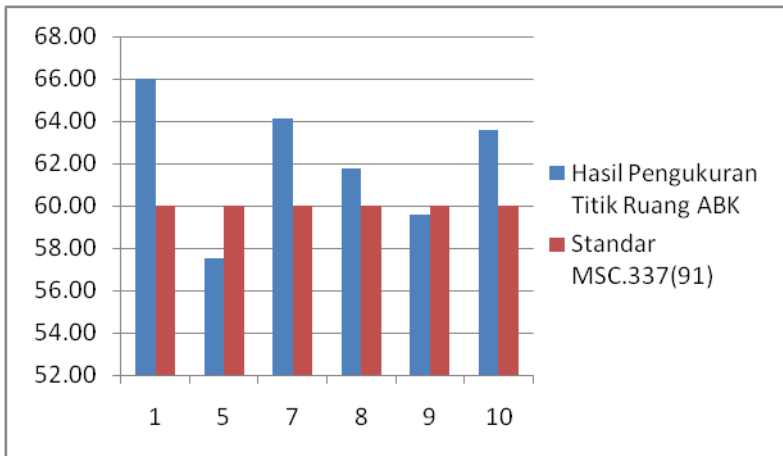
Pada ruang navigasi 1 hasil dari pengukuran tidak melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Ruang medis tergolong masih sesuai dengan standar MSC.337(91).

Berikut merupakan Grafik yang menunjukkan hasil perbandingan dari pengukuran dengan standar MSC.337(91) :

Pagi Hari



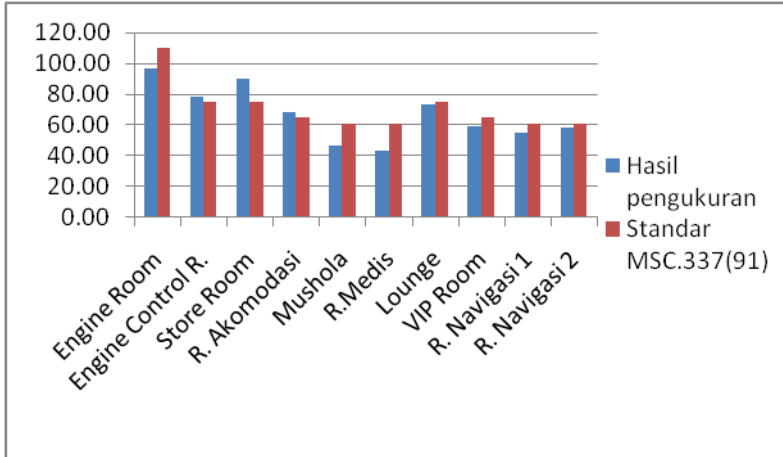
Grafik 4. 4 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar MSC.337(91) (dB)



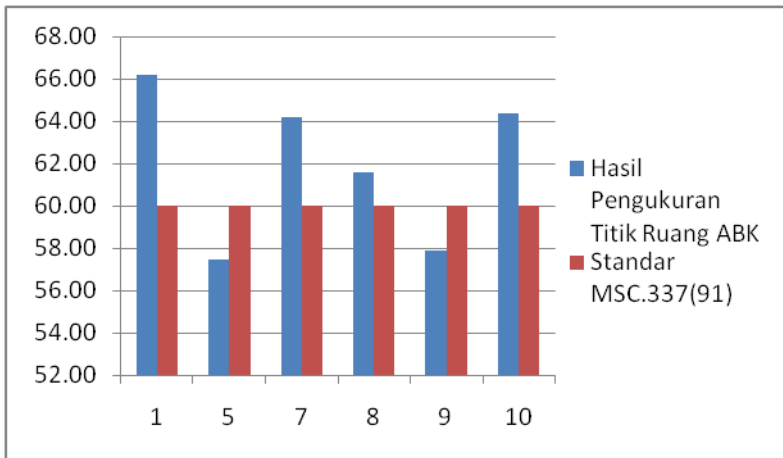
Grafik 4. 5 Perbandingan Hasil Pengukuran Ruang ABK dengan Standar MSC.337(91) (dB)



Siang Hari

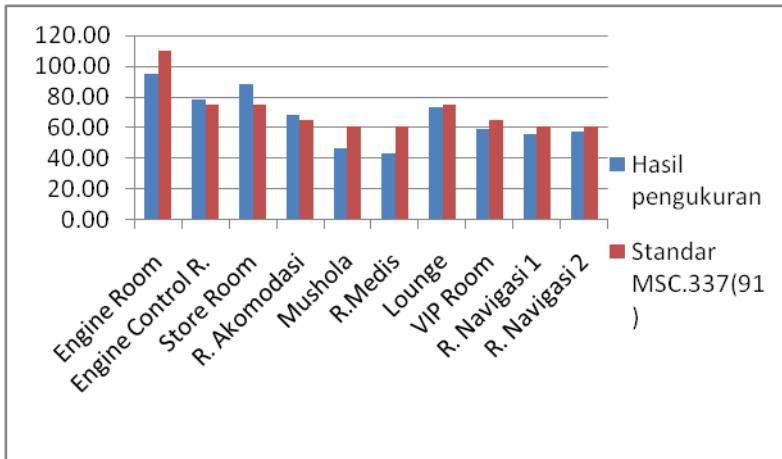


Grafik 4. 6 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar MSC.337(91) (dB)

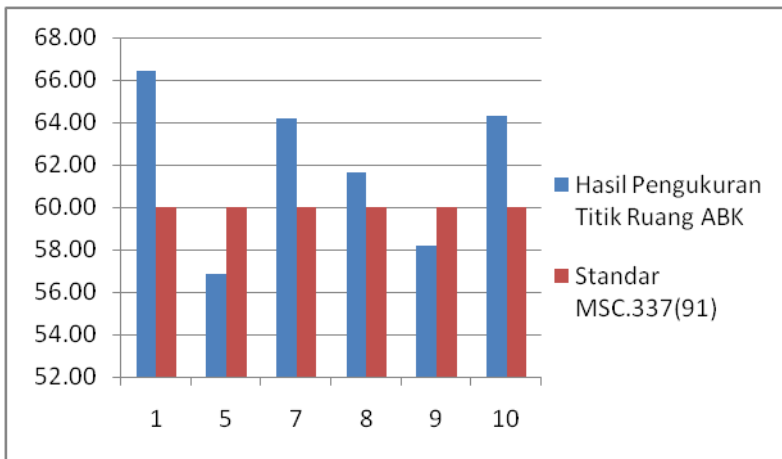


Grafik 4. 7 Perbandingan Hasil Pengukuran Ruang ABK dengan Standar MSC.337(91) (dB)

## Malam Hari



Grafik 4. 8 Perbandingan Hasil Pengukuran dengan Standar MSC.337(91) (dB)



Grafik 4. 9 Perbandingan Hasil Pengukuran Ruang ABK dengan Standar MSC.337(91) (dB)

#### **4.4 Daftar Ruang yang Tidak Memenuhi Standar MSC.337(91)**

Setelah dilakukan hasil perbandingan antara hasil pengukuran dengan MSC.337(91) maka dapat diketahui ruangan – ruangan apa saja yang tidak sesuai dengan MSC.337(91). Berikut merupakan ruangan yang tidak sesuai dengan standar MSC.337(91) :

##### **1. Engine Control Room**

Letak dari engine control room yang berada di dekat sumber kebisingan yang cukup tinggi yaitu main engine dan auxiliary engine menyebabkan kebisingan yang terdapat di engine control room menjadi tidak sesuai standar. Hal ini dapat diatasi dengan cara memberikan bahan peredam pada bagian dinding engine control room sehingga dapat mengurangi dan menghambat rambatan suara dari sumber kebisingan untuk masuk ke engine control room.

##### **2. Store Room**

Letak dari store room yang berada di dekat sumber kebisingan yang cukup tinggi yaitu main engine dan auxiliary engine menyebabkan kebisingan yang terdapat di engine control room menjadi tidak sesuai standar. Hal ini dapat diatasi dengan cara memberikan bahan peredam pada bagian dinding store room sehingga dapat mengurangi dan menghambat rambatan suara dari sumber kebisingan untuk masuk ke store room.

##### **3. Ruang Akomodasi Penumpang (Sound System Menyala)**

Pada Ruang akomodasi penumpang dengan kondisi sound system menyala, hasil dari pengukuran melebihi dari standar yang MSC.337(91). Sehingga Engine Room tergolong tidak sesuai dengan standar MSC.337(91). Sehingga ruangan ini apabila dengan kondisi sound system menyala secara terus menerus, perlu dilakukan rencana pengurangan kebisingan. Opsi yang paling

mudah dan murah untuk dilakukan ialah dengan mengecilkan volume suara yang dihasilkan sound system. Akan tetapi sound system yang digunakan merupakan sistem terpusat, sehingga sumber suara hanya pada di bagian depan ruang akomodasi saja. Sehingga perlu dilakukannya perhitungan karena dikhawatirkan dengan dkecilkannya volume suara tersebut, maka penumpang yang pada bagian belakang tidak dapat mendengar music dari sound system dengan jelas. Agar tingkat suara/informasi dari sumber suara (loudspeaker) dapat jelas didengar oleh manusia normal, maka diperoleh persyaratan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Rumus : } N+M = 10 \log P + \text{SPL1} - 20 \log R$$

N = kebisingan ruangan (dB)

M = margin (dB), biasanya 15 dB

P = adalah daya dari sumber suara/speaker (Watt)

SPL1 = Sound pressure level untuk daya 1 watt pada jarak 1 m (dB)

R = jarak sumber suara dari pendengar (m)

Data Sound System pada ruang akomodasi :

Speaker 15” SOUNDTECH STA 300B

o General Specifications:

ü Nominal Diameter	:385mm / 15in
ü Rate Impedance	: 8 ohm
ü Power Rating*	: 300 watt
ü Sensitivity**	: 96 dB
ü Frequency Range	: 25Hz – 2000Hz

Sehingga dapat dihitung :

$$N = 65 \text{ dB}$$

$$M = 25 \text{ dB}$$

$$P = 300 \text{ watt}$$

$$\text{SPL1} = 96 \text{ dB}$$

$$\text{Log R} = \{10 \text{ Log P} + \text{SPL1} - (N+M)\} / 20$$

$$\text{Log R} = \{10 \text{ Log } 300 + 96 - (65+25)\}/20$$

$$\text{R} = 34.55 \text{ m} \sim 35 \text{ m}$$

Dengan perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa suara yang dikeluarkan oleh sound system akan masih dapat terdengar jelas hingga jarak 35 meter. Sedangkan panjang dari ruang akomodasi adalah 13 meter sehingga masih masuk dalam jarak batas suara dari sound system dapat terdengar dengan jelas. Sehingga opsi untuk mengecilkan volume suara dapat dilakukan.

#### 4. Ruang ABK Titik 1

Letak dari ruang ABK titik pengukuran 1 yang berada dekat dengan pintu yang menghubungkan dengan geladak kendaraan dan berbagai peralatan lainnya sehingga menyebabkan kebisingan pada ruangan ini menjadi melebihi dari standar MSC.337(91). Hal ini dapat diatasi dengan cara memberikan bahan peredam pada bagian dinding ruangan sehingga dapat mengurangi dan menghambat rambatan suara dari sumber kebisingan untuk masuk ke ruangan ini.

#### 5. Ruang ABK Titik 7

Letak dari ruang ABK titik pengukuran 7 yang berada bersebalahan dengan engine room dan masih terhubung dengan pintu keluar dari ruang ABK dengan geladak penumpang menyebabkan adanya kemungkinan akan kebisingan yang masuk ke ruangan ini. Sehingga ruangan ini menjadi tidak sesuai dengan MSC.337(91). Hal ini dapat diatasi dengan cara memberikan bahan peredam pada bagian dinding ruangan sehingga dapat mengurangi dan menghambat rambatan suara dari sumber kebisingan untuk masuk ke ruangan ini.

#### 6. Ruang ABK titik 8

Letak dari ruang ABK titik pengukuran 8 yang berada bersebalahan dengan engine room dan masih terhubung dengan pintu keluar dari ruang ABK dengan geladak penumpang menyebabkan adanya kemungkinan akan kebisingan yang masuk

ke ruangan ini. Sehingga ruangan ini menjadi tidak sesuai dengan MSC.337(91). Hal ini dapat diatasi dengan cara memberikan bahan peredam pada bagian dinding ruangan sehingga dapat mengurangi dan menghambat rambatan suara dari sumber kebisingan untuk masuk ke ruangan ini.

#### 7. Ruang ABK titik 10

Letak dari ruang ABK titik pengukuran 1 yang berada dekat dengan pintu yang menghubungkan dengan geladak kendaraan dan berbagai peralatan lainnya sehingga menyebabkan kebisingan pada ruangan ini menjadi melebihi dari standar MSC.337(91). Hal ini dapat diatasi dengan cara memberikan bahan peredam pada bagian dinding ruangan sehingga dapat mengurangi dan menghambat rambatan suara dari sumber kebisingan untuk masuk ke ruangan ini.

### 4.5 Penanggulangan Dampak Kebisingan

Untuk menanggulangi dampak kebisingan pada berbagai ruangan di KM. Dharma Rucitra, dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya :

1. Terhadap sumbernya dengan cara :
  - Desain akustik, mengurangi vibrasi  
Implementasinya di kapal ialah dengan mengatur desain dari sistem peralatan agar dapat mengurangi tingkat getaran yang menyebabkan kebisingan pada sumber suara seperti main engine contohnya.
  - Substitusi alat  
Implementasinya di kapal ialah mengganti peralatan yang merupakan sumber bunyi yang melewati ambang batas dengan peralatan lain yang memiliki tingkat kebisingan lebih rendah. Contohnya adalah mengganti jenis main engine dengan main engine yang memiliki spesifikasi

sama akan tetapi memiliki tingkat kebisingan yang lebih rendah.

2. Terhadap perjalanan suara, dengan cara :
  - Memperjauh jarak dengan sumber  
Yaitu memperjauh sumber bunyi di kapal dengan para ABK ataupun penumpang sebagai penerima kebisingan yang berada di kapal.
  - Akustik ruangan  
Yaitu dengan mendesain ruangan pada kapal yang memiliki tingkat kebisingan yang tidak sesuai standar. Contohnya adalah dengan memberikan bahan peredam pada ruangan di kapal untuk menghambat kebisingan untuk masuk ke ruangan – ruangan di kapal.
3. Terhadap penerimanya
  - Alat pelindung telinga  
Yaitu dengan menyediakan alat pelindung telinga untuk para ABK. Hal ini biasanya lazim dilakukan di engine room.
  - Administrasi  
Yaitu mengurangi dampak kebisingan yang diterima oleh penerima kebisingan dengan proses administrasi. Contohnya adalah dengan mengatur jam kerja para ABK di kapal.

Berdasarkan beberapa nilai tingkat kebisingan yang terdapat pada sebagian ruangan di KM. Dharma Rucitra, kebisingan yang terjadi mayoritas bukan berasal dari sumber suara akan tetapi perencanaan akustik ruangan yang kurang baik. sehingga alternative peredaman yang akan digunakan ialah dengan metode perjalanan suara dan metode terhadap penerimanya.

## 4.6 Peredaman Kebisingan

### 4.6.1 Peredaman Menggunakan Glasswool

Berdasarkan nilai tingkat kebisingan yang terjadi di kamar mesin dan ruang akomodasi KM. Dharma Rucitra, kemungkinan terjadinya kebisingan tersebut bisa dikarenakan peralatan peredaman yang kurang memadai. Karena ruangan – ruangan yang memiliki tingkat kebisingan terletak dengan sumber kebisingan seperti main engine dan auxiliary engine. Sehingga proses peredaman atau penghambatan laju kebisingan yang ada dapat dianggap kurang baik. Sehingga dapat diberikan alternatif peredaman pada bagian – bagian dinding yang berhubungan dengan ruangan atau sumber suara yang lain. Pada kesempatan ini penulis memilih bahan *glasswool* sebagai bahan peredam yang akan melapisi sekat – sekat pada ruangan yang memiliki tingkat kebisingan di atas standar. Setelah dipilihnya *glasswool* sebagai bahan peredam, maka perlu dilakukan perhitungan pengurangan tingkat kebisingan pada ruangan setelah dipasang *glasswool*. Berikut perhitungan noise reduction pada ruangan – ruangan yang nilai tingkat kebisingannya melebihi standar MSC.337(91) :

#### 1. Peredaman Menggunakan Glasswool pada Engine Control Room

Ukuran dari Engine Control Room adalah sebagai berikut :

Panjang ; 2 m

Lebar : 1,5 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan *Glasswool* yang direncanakan adalah sebesar 25 mm dan kerapatan  $16 \text{ kg/m}^3$  sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 25 mm tersebut memiliki harga yang paling murah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh *glaswool* adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss



$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

$m$  = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

$f$  = Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

$t$  = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 25 mm dan memiliki massa jenis  $16 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 25 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$f_c = 5800/0.025 \times 5500$$

$$= 421.8182$$

Transmission Loss (TL)

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

$$= 20\log_{10}16 + 20\log_{10}421.8182 - 42\text{dB}$$

$$= 34.58490556 \text{ dB}$$

$$= 34.58 \text{ dB}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A)$$

Dimana  $S$  = luas dinding yang membatasi (dB)

$a$  = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$S = 2 \times P \times T + 2 \times L \times T$$

$$= 2 \times 2 \times 3 + 2 \times 1.5 \times 3$$

$$= 21 \text{ m}^2$$

$a = 0.74$  (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A)$$

$$= 34.58 - \log_{10}(21/0.74)$$

$$= 36.03 \text{ dB}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan

sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam glasswool dengan ketebalan 25 mm dan massa jenis  $16 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 36.03. sehingga dengan digunakannya glaswool, engine control room akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

## 2. Peredaman Menggunakan Glasswool pada Store Room

Ukuran dari Store Room adalah sebagai berikut :

Panjang ; 2.5 m

Lebar : 2 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Glasswool yang direncanakan adalah sebesar 25 mm dan kerapatan  $16 \text{ kg/m}^3$  sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 25 mm tersebut memiliki harga yang paling murah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh glaswool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

m = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

f =- Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

t = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 25 mm dan memiliki massa jenis  $16 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 25 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} f_c &= 5800/0.025 \times 5500 \\ &= 421.8182 \end{aligned}$$

Transmission Loss (TL)

$$\begin{aligned} TL &= 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB} \\ &= 20\log_{10}16 + 20\log_{10}421.8182 - 42\text{dB} \\ &= 34.58490556 \text{ dB} \\ &= 34.58 \text{ dB} \end{aligned}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A)$$

Dimana S = luas dinding yang membatasi (dB)

a = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$\begin{aligned} S &= 2xPxT + 2xLxT \\ &= 2x2.5x3 + 2x2x3 \\ &= 27 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

a = 0.74 (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$\begin{aligned} NR &= TL - \log_{10}(S/A) \\ &= 34.58 - \log_{10}(27/0.74) \\ &= 36.14 \text{ dB} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam glasswool dengan ketebalan 25 mm dan massa jenis 16 kg/m<sup>2</sup> dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 36.14. sehingga dengan digunakannya glaswool, Store Room akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

### 3. Peredaman Menggunakan Glasswool pada Ruang ABK titik 1

Ukuran dari ruang ABK titik 1 adalah sebagai berikut :

Panjang ; 2.5 m

Lebar : 2,5 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Glasswool yang direncanakan adalah sebesar 25 mm dan kerapatan 16 kg/m<sup>3</sup> sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 25 mm tersebut memiliki harga yang paling

mudah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh glaswool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

m = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

f =- Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

t = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 25 mm dan memiliki massa jenis  $16 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 25 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} f_c &= 5800/0.025 \times 5500 \\ &= 421.8182 \end{aligned}$$

Transmision Loss (TL)

$$\begin{aligned} TL &= 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB} \\ &= 20\log_{10}16 + 20\log_{10}421.8182 - 42\text{dB} \\ &= 34.58490556 \text{ dB} \\ &= 34.58 \text{ dB} \end{aligned}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A)$$

Dimana S = luas dinding yang membatasi (dB)

a = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$\begin{aligned} S &= 2 \times P \times T + 2 \times L \times T \\ &= 2 \times 2.5 \times 3 + 2 \times 2.5 \times 3 \\ &= 30 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

a = 0.74 (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$\begin{aligned} NR &= TL - \log_{10}(S/A) \\ &= 34.58 - \log_{10}(30/0.74) \end{aligned}$$

$$= 36.19 \text{ dB}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam glasswool dengan ketebalan 25 mm dan massa jenis  $16 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 36.19. sehingga dengan digunakannya glaswool, ruang ABK titik 1 akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

#### 4. Peredaman Menggunakan Glasswool pada Ruang ABK titik 7

Ukuran dari Ruang ABK titik 7 adalah sebagai berikut :

Panjang ; 4.5m

Lebar : 2,5 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Glasswool yang direncanakan adalah sebesar 25 mm dan kerapatan  $16 \text{ kg/m}^3$  sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 25 mm tersebut memiliki harga yang paling murah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh glaswool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmission Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

m = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

f =- Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w \cdot t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

t = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 25 mm dan memiliki massa jenis  $16 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 25 \text{ mm}$$

$$cw = 5500 \text{ m/s}$$

$$fc = 5800/0.025 \times 5500 \\ = 421.8182$$

Transmission Loss (TL)

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB} \\ = 20\log_{10}16 + 20\log_{10}421.8182 - 42\text{dB} \\ = 34.58490556 \text{ dB} \\ = 34.58 \text{ dB}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A)$$

Dimana S = luas dinding yang membatasi (dB)

a = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$S = 2 \times P \times T + 2 \times L \times T \\ = 2 \times 4.5 \times 3 + 2 \times 2.5 \times 3 \\ = 42 \text{ m}^2$$

a = 0.74 (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A) \\ = 34.58 - \log_{10}(42/0.74) \\ = 36.33 \text{ dB}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam glasswool dengan ketebalan 25 mm dan massa jenis  $16 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 36.33. sehingga dengan digunakannya glaswool, Ruang ABK titik 7 akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

5. Peredaman Menggunakan Glasswool pada ruang ABK titik 8

Ukuran dari Ruang ABK titik 8 adalah sebagai berikut :

Panjang ; 4.5m

Lebar : 2,5 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Glasswool yang direncanakan adalah sebesar 25 mm dan kerapatan  $16 \text{ kg/m}^3$  sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 25 mm tersebut memiliki harga yang paling murah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh glaswool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

$m$  = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

$f$  =- Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

$t$  = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 25 mm dan memiliki massa jenis  $16 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 25 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$f_c = 5800/0.025 \times 5500$$

$$= 421.8182$$

Transmission Loss (TL)

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

$$= 20\log_{10}16 + 20\log_{10}421.8182 - 42\text{dB}$$

$$= 34.58490556 \text{ dB}$$

$$= 34.58 \text{ dB}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A)$$

Dimana  $S$  = luas dinding yang membatasi (dB)

$a$  = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$\begin{aligned}
 S &= 2 \times P \times T + 2 \times L \times T \\
 &= 2 \times 4.5 \times 3 + 2 \times 2.5 \times 3 \\
 &= 42 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$a = 0.74$  (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$\begin{aligned}
 NR &= TL - \log_{10}(S/A) \\
 &= 34.58 - \log_{10}(42/0.74) \\
 &= 36.33 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam glasswool dengan ketebalan 25 mm dan massa jenis 16 kg/m<sup>2</sup> dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 36.33. sehingga dengan digunakannya glaswool, Ruang ABK titik 8 akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

#### 6. Peredaman Menggunakan Glasswool pada Ruang ABK titik 10

Ukuran dari ruang ABK titik 10 adalah sebagai berikut :

Panjang ; 2.5 m

Lebar : 2,5 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Glasswool yang direncanakan adalah sebesar 25 mm dan kerapatan 16 kg/m<sup>3</sup> sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 25 mm tersebut memiliki harga yang paling murah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh glaswool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20 \log_{10} m + 20 \log_{10} f - 42 \text{ dB}$$

Dimana :

$m$  = kerapatan material (kg/m<sup>3</sup>) x ketebalan (m)

$f$  =- Frekuensi, Hz



Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

$t$  = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 25 mm dan memiliki massa jenis  $16 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 25 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$f_c = 5800/0.025 \times 5500$$

$$= 421.8182$$

Transmission Loss (TL)

$$TL = 20 \log_{10} m + 20 \log_{10} f - 42 \text{ dB}$$

$$= 20 \log_{10} 16 + 20 \log_{10} 421.8182 - 42 \text{ dB}$$

$$= 34.58490556 \text{ dB}$$

$$= 34.58 \text{ dB}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10} (S/A)$$

Dimana  $S$  = luas dinding yang membatasi (dB)

$a$  = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$S = 2 \times P \times T + 2 \times L \times T$$

$$= 2 \times 2.5 \times 3 + 2 \times 2.5 \times 3$$

$$= 30 \text{ m}^2$$

$a = 0.74$  (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$NR = TL - \log_{10} (S/A)$$

$$= 34.58 - \log_{10} (30/0.74)$$

$$= 36.19 \text{ dB}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam glasswool dengan ketebalan 25 mm dan massa jenis  $16 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 36.19.

sehingga dengan digunakannya glaswool, ruang ABK titik 10 akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

#### 4.5.1 Peredaman Menggunakan Rockwool

Rockwool adalah bahan peredam suara yang terbuat dari bahan dasar bebatuan. Ciri-ciri rockwool seperti selimut tebal berwarna abu-abu atau kuning. Rockwool dijual eceran dalam bentuk lembaran dalam kuantitas besar dalam bentuk roll atau lembaran berkemasan plastik. Rockwool memiliki ketebalan mulai dari 25mm – 100mm dengan densitas permukaan mulai dari 30g/m<sup>2</sup> sampai dengan 100g/m<sup>2</sup>. Dengan dipilihnya opsi bahan lain yakni Rockwool, maka dilakukan perhitungan pengurangan tingkat kebisingan pada ruangan setelah dipasang glasswool. Berikut perhitungan noise reduction pada ruangan – ruangan yang nilai tingkat kebisingannya melebihi standar :

##### 1. Peredaman Menggunakan Rockwool pada Engine Control Room

Ukuran dari Engine Control Room adalah sebagai berikut :

Panjang ; 2 m

Lebar : 1,5 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Rockwool yang direncanakan adalah sebesar 50 mm dan kerapatan 60 kg/m<sup>3</sup> sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 50 mm dan kerapatan 60 kg/m<sup>3</sup> tersebut memiliki harga yang paling murah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh rockwool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42dB$$

Dimana :

m = kerapatan material (kg/m<sup>3</sup>) x ketebalan (m)

f =- Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

$t$  = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 50 mm dan memiliki massa jenis  $60 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 50 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$f_c = 5800/0.050 \times 5500$$

$$= 210.909$$

Transmission Loss (TL)

$$TL = 20 \log_{10} m + 20 \log_{10} f - 42 \text{ dB}$$

$$= 20 \log_{10} 16 + 20 \log_{10} 421.8182 - 42 \text{ dB}$$

$$= 40.044931 \text{ dB}$$

$$= 40.05 \text{ dB}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10} (S/A)$$

Dimana  $S$  = luas dinding yang membatasi (dB)

$a$  = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$S = 2xPxT + 2xLxT$$

$$= 2x2x3 + 2x1.5x3$$

$$= 21 \text{ m}^2$$

$a = 0.92$  (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$NR = TL - \log_{10} (S/A)$$

$$= 40.05 - \log_{10} (21/0.92)$$

$$= 41.38 \text{ dB}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam rockwool dengan ketebalan 50 mm dan massa jenis  $60 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 41.38 dB.

sehingga dengan digunakannya rockwool, engine control room akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

## 2. Peredaman Menggunakan Rockwool pada Store Room

Ukuran dari Store Room adalah sebagai berikut :

Panjang ; 2.5 m

Lebar : 2 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Rockwool yang direncanakan adalah sebesar 50 mm dan kerapatan  $60 \text{ kg/m}^3$  sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 50 mm dan kerapatan  $60 \text{ kg/m}^3$  tersebut memiliki harga yang paling murah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh rockwool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

m = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

f = Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

t = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 50 mm dan memiliki massa jenis  $60 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 50 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} f_c &= 5800/0.050 \times 5500 \\ &= 210.909 \end{aligned}$$

Transmision Loss (TL)

$$\begin{aligned} TL &= 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB} \\ &= 20\log_{10}16 + 20\log_{10}421.8182 - 42\text{dB} \end{aligned}$$

$$= 40.044931 \text{ dB}$$

$$= 40.05 \text{ dB}$$

Noise Reduction (NR)

$$\text{NR} = \text{TL} - \log_{10} (S/A)$$

Dimana S = luas dinding yang membatasi (dB)

a = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$S = 2 \times P \times T + 2 \times L \times T$$

$$= 2 \times 2.5 \times 3 + 2 \times 2 \times 3$$

$$= 27 \text{ m}^2$$

a = 0.92 (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$\text{NR} = \text{TL} - \log_{10} (S/A)$$

$$= 40.05 - \log_{10}(27/0.92)$$

$$= 41.49 \text{ dB}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam rockwool dengan ketebalan 50 mm dan massa jenis  $60 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 41.49 dB. sehingga dengan digunakannya Rockwool, Store room akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

### 3. Peredaman Menggunakan Rockwool pada Ruang ABK titik 1

Ukuran dari Ruang ABK titik 1 adalah sebagai berikut :

Panjang ; 2.5 m

Lebar : 2,5 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Rockwool yang direncanakan adalah sebesar 50 mm dan kerapatan  $60 \text{ kg/m}^3$  sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 50 mm dan kerapatan  $60 \text{ kg/m}^3$  tersebut memiliki harga yang paling murah dibanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh rockwool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

$m$  = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

$f$  =- Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

$t$  = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 50 mm dan memiliki massa jenis  $60 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 50 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$f_c = 5800/0.050 \times 5500 \\ = 210.909$$

Transmission Loss (TL)

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB} \\ = 20\log_{10}16 + 20\log_{10}421.8182 - 42\text{dB} \\ = 40.044931 \text{ dB} \\ = 40.05 \text{ dB}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A)$$

Dimana  $S$  = luas dinding yang membatasi (dB)

$a$  = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$S = 2 \times P \times T + 2 \times L \times T \\ = 2 \times 2.5 \times 3 + 2 \times 2.5 \times 3 \\ = 30 \text{ m}^2$$

$a = 0.92$  (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A) \\ = 40.05 - \log_{10}(21/0.92) \\ = 41.54\text{dB}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis

media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam rockwool dengan ketebalan 50 mm dan massa jenis  $60 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 41.54 dB. sehingga dengan digunakannya Rockwool, Ruang ABK titik 1 akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

#### 4. Peredaman Menggunakan Rockwool pada Ruang ABK titik 7

Ukuran dari Ruang ABK titik 7 adalah sebagai berikut :

Panjang ; 4.5m

Lebar : 2,5 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Rockwool yang direncanakan adalah sebesar 50 mm dan kerapatan  $60 \text{ kg/m}^3$  sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 50 mm dan kerapatan  $60 \text{ kg/m}^3$  tersebut memiliki harga yang paling murah dibanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh rockwool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

$m$  = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

$f$  =- Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

$t$  = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 50 mm dan memiliki massa jenis  $60 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 50 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$f_c = 5800/0.050 \times 5500$$

$$= 210.909$$

Transmission Loss (TL)

$$TL = 20 \log_{10} m + 20 \log_{10} f - 42 \text{ dB}$$

$$= 20 \log_{10} 16 + 20 \log_{10} 421.8182 - 42 \text{ dB}$$

$$= 40.044931 \text{ dB}$$

$$= 40.05 \text{ dB}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10} (S/A)$$

Dimana S = luas dinding yang membatasi (dB)

a = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$S = 2 \times P \times T + 2 \times L \times T$$

$$= 2 \times 4.5 \times 3 + 2 \times 2.5 \times 3$$

$$= 42 \text{ m}^2$$

a = 0.92 (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$NR = TL - \log_{10} (S/A)$$

$$= 40.05 - \log_{10} (21/0.92)$$

$$= 41.69 \text{ dB}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam rockwool dengan ketebalan 50 mm dan massa jenis  $60 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 41.69 dB. sehingga dengan digunakannya Rockwool, Ruang ABK titik 7 akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

5. Peredaman Menggunakan Rockwool pada Ruang ABK titik 8

Ukuran dari Ruang ABK titik 8 adalah sebagai berikut :

Panjang ; 4.5m

Lebar : 2,5 m

Tinggi : 3 m



Ketebalan Rockwool yang direncanakan adalah sebesar 50 mm dan kerapatan 60 kg/m<sup>3</sup> sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 50 mm dan kerapatan 60 kg/m<sup>3</sup> tersebut memiliki harga yang paling murah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh rockwool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

m = kerapatan material (kg/m<sup>3</sup>) x ketebalan (m)

f = Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis (Fc) dalam kasus ini

$$Fc = 58000/c_w t$$

Dengan :

c<sub>w</sub> = kecepatan gelombang, m/s

t = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 50 mm dan memiliki massa jenis 60 kg/m<sup>3</sup>, sehingga:

$$t = 50 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} f_c &= 5800/0.050 \times 5500 \\ &= 210.909 \end{aligned}$$

Transmision Loss (TL)

$$\begin{aligned} TL &= 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB} \\ &= 20\log_{10}16 + 20\log_{10}421.8182 - 42\text{dB} \\ &= 40.044931 \text{ dB} \\ &= 40.05 \text{ dB} \end{aligned}$$

Noise Reduction (NR)

$$NR = TL - \log_{10}(S/A)$$

Dimana S = luas dinding yang membatasi (dB)

a = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$\begin{aligned} S &= 2 \times P \times T + 2 \times L \times T \\ &= 2 \times 4.5 \times 3 + 2 \times 2.5 \times 3 \\ &= 42 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$a = 0.92$  (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$\begin{aligned} NR &= TL - \log_{10}(S/A) \\ &= 40.05 - \log_{10}(21/0.92) \\ &= 41.69 \text{ dB} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam rockwool dengan ketebalan 50 mm dan massa jenis  $60 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 41.69 dB. sehingga dengan digunakannya Rockwool, Ruang ABK titik 8 akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

#### 6. Peredaman Menggunakan Rockwool pada Ruang ABK Titik 10

Ukuran dari Ruang ABK titik 10 adalah sebagai berikut :

Panjang ; 2.5 m

Lebar : 2,5 m

Tinggi : 3 m

Ketebalan Rockwool yang direncanakan adalah sebesar 50 mm dan kerapatan  $60 \text{ kg/m}^3$  sesuai dengan yang tersedia di pasaran. Selain itu ketebalan 50 mm dan kerapatan  $60 \text{ kg/m}^3$  tersebut memiliki harga yang paling murah disbanding dengan ketebalan yang lain. Penurunan kebisingan yang dapat dihasilkan oleh rockwool adalah sebagai berikut :

Perhitungan Transmision Loss

$$TL = 20\log_{10}m + 20\log_{10}f - 42\text{dB}$$

Dimana :

$m$  = kerapatan material ( $\text{kg/m}^3$ ) x ketebalan (m)

$f$  =- Frekuensi, Hz

Frekuensi yang digunakan harus merupakan frekuensi kritis ( $F_c$ ) dalam kasus ini

$$F_c = 58000/c_w t$$

Dengan :

$c_w$  = kecepatan gelombang, m/s

$t$  = tebal material, m

dalam perencanaan ini tebal materialnya adalah 50 mm dan memiliki massa jenis  $60 \text{ kg/m}^3$ , sehingga:

$$t = 50 \text{ mm}$$

$$c_w = 5500 \text{ m/s}$$

$$f_c = 5800/0.050 \times 5500 \\ = 210.909$$

Transmission Loss (TL)

$$\text{TL} = 20 \log_{10} m + 20 \log_{10} f - 42 \text{ dB} \\ = 20 \log_{10} 16 + 20 \log_{10} 421.8182 - 42 \text{ dB} \\ = 40.044931 \text{ dB} \\ = 40.05 \text{ dB}$$

Noise Reduction (NR)

$$\text{NR} = \text{TL} - \log_{10} (S/A)$$

Dimana  $S$  = luas dinding yang membatasi (dB)

$a$  = Koefisien Absorpsi (Sabin)

$$S = 2 \times P \times T + 2 \times L \times T \\ = 2 \times 2.5 \times 3 + 2 \times 2.5 \times 3 \\ = 30 \text{ m}^2$$

$a = 0.92$  (berdasarkan acoustic absorption coefficient)

$$\text{NR} = \text{TL} - \log_{10} (S/A) \\ = 40.05 - \log_{10} (21/0.92) \\ = 41.54 \text{ dB}$$

Hasil perhitungan di atas merupakan hasil pengurangan kebisingan yang didasarkan pada ketebalan dan massa jenis media yang digunakan. Sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya bahwa pengurangan kebisingan hanya didasarkan pada kemampuan dari redaman. Sehingga dengan menggunakan jenis peredam rockwool dengan ketebalan 50 mm dan massa jenis  $60 \text{ kg/m}^2$  dapat menurunkan nilai kebisingan sebesar 41.54 dB. sehingga dengan digunakannya Rockwool, Ruang ABK titik 10 akan dapat memenuhi standar MSC.337(91).

#### 4.6.2 Pemilihan Jenis Peredam

Setelah menyelesaikan perhitungan di atas maka didapat hasil pengurangan peredaman oleh glasswool dan rockwool, berikut merupakan hasil dari pengurangan peredaman dari kedua bahan tersebut :

Glasswool

Tabel 4. 68 Noise Reduction pada Glasswool (dB)

Nama Ruang	A	NR
Engine Control Room	21	36.04
Store Room	27	36.15
Ruang ABK 1	30	36.19
Ruang ABK 7	42	36.34
Ruang ABK 8	42	36.34
Ruang ABK 10	30	36.19

Rockwool

Tabel 4. 69 Noise Reduction pada Rockwool (dB)

Nama Ruang	A	NR
Engine Control Room	21	41.39
Store Room	27	41.50
Ruang ABK 1	30	41.54
Ruang ABK 7	42	41.69
Ruang ABK 8	42	41.69
Ruang ABK 10	30	41.54

Penggunaan kedua bahan yaitu Glasswool dan Rockwool telah cukup mengurangi tingkat kebisingan sehingga ruangan – ruangan tersebut dapat memenuhi MSC.337(91). Pada kesempatan ini penulis memutuskan untuk memilih dan menyarankan pemakaian glasswool sebagai bahan peredam dikarenakan harga glasswool yang cukup jauh lebih murah dibandingkan dengan Rockwool yakni Rp250.000,00 untuk

1.2mx30m glaswool dan Rp. 45.000,- untuk 120cmx60cm rockwool. Selain itu pemilihan glasswool ini juga melalui berbagai pertimbangan. Berikut merupakan kelebihan – kelebihan dalam penggunaan glasswool :

- Insulasi panas yang efisien
- Insulasi kebisingan yang baik
- Ringan, pemasangannya mudah
- Mempunyai harga yang relatif murah

Berikut merupakan perkiraan hasil perhitungan nilai kebisingan setelah dipasang glasswool pada ruangan yang tidak sesuai MSC.337(91) :

Pagi Hari

Tabel 4. 70 Hasil pengurangan kebisingan dengan pemasangan glasswool (dB)

Nama Ruang	Hasil pengukuran	Noise Reduction	Noise akhir
Engine Control Room	78.97	36.04	42.93
Store Room	89.10	36.15	52.95
Ruang ABK 1	61.37	36.19	25.17
Ruang ABK 7	64.10	36.34	27.76
Ruang ABK 8	61.73	36.34	25.39
Ruang ABK 10	63.60	36.19	27.41

Siang hari

Tabel 4. 71 Hasil pengurangan kebisingan dengan pemasangan glasswool (dB)

Nama Ruang	Hasil pengukuran	Noise Reduction	Noise akhir
Engine Control Room	78.27	36.04	42.23
Store Room	89.73	36.15	53.59
Ruang ABK 1	66.20	36.19	30.01
Ruang ABK 7	64.20	36.34	27.86
Ruang ABK 8	61.57	36.34	25.23
Ruang ABK 10	64.37	36.19	28.17

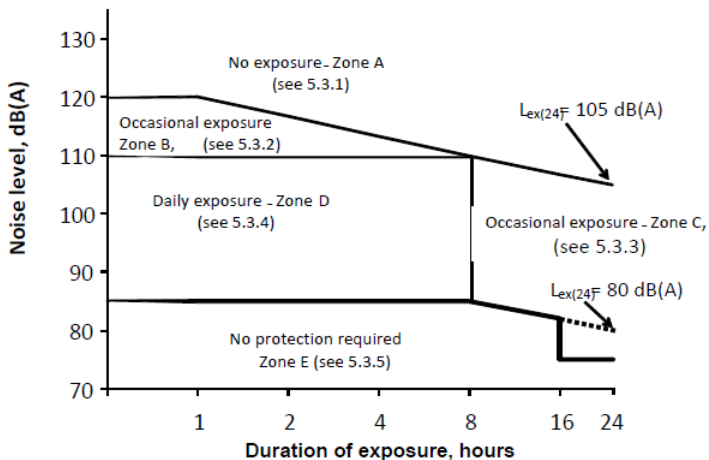
Malam Hari

Tabel 4. 72 Hasil pengurangan kebisingan dengan pemasangan glasswool (dB)

Nama Ruang	Hasil pengukuran	Noise Reduction	Noise akhir
Engine Control Room	77.73	36.04	41.70
Store Room	87.87	36.15	51.72
Ruang ABK 1	66.40	36.19	30.21
Ruang ABK 7	64.17	36.34	27.83
Ruang ABK 8	61.70	36.34	25.36
Ruang ABK 10	64.30	36.19	28.11

#### 4.7 Penanggulangan Kebisingan Melalui Penerimaannya

Berdasarkan hasil pengukuran nilai tingkat kebisingan di kamar mesin KM. Dharma Rucitra, hasil tersebut masih masuk ke dalam batasan dari standar yang ditetapkan oleh MSC.337(91), akan tetapi hasil tersebut tetap harus mengikuti aturan tentang noise exposure limits oleh karena itu perlu dicek kembali pada aturan noise exposure limits untuk menentukan perlengkapan APD apasaja yang dibutuhkan di kamar mesin. Berikut merupakan aturan terkait perlengkapan APD :



Gambar 4. 6 Allowable daily and occasionally occupational zones

Berdasarkan keterangan di atas, tingkat kebisingan pada kamar mesin di KM. Dharma Rucitra berada pada posisi daily exposure zone D. sehingga pelindung pendengaran dengan kemampuan pengurangan kebisingan lebih dari 25 dB harus digunakan serta perlu diadakannya program konservasi terkait kebisingan. Berikut merupakan macam – macam alat pelindung pendengaran yang dapat digunakan :

#### 1. Sumbat Telinga (Ear Plug)

Ukuran, bentuk, dan posisi saluran telinga untuk tiap-tiap individu berbeda-beda dan bahkan antar kedua telinga dari individu yang sama berlainan. Oleh karena itu sumbat telinga harus dipilih sesuai dengan ukuran, bentuk, posisi saluran telinga pemakainya. Diameter saluran telinga berkisar antara 3-14 mm, tetapi paling banyak 5-11 mm. Umumnya bentuk saluran telinga manusia tidak lurus, walaupun sebagian kecil ada yang lurus. Sumbat telinga dapat mengurangi bising sampai dengan 30 dB.earplug-dan-earmuff. Sumbat telinga dapat terbuat dari kapas (wax), plastik karet alamai dan sintetik, menurut cara penggunaannya, di bedakan menjadi ‘disposable ear plug’, yaitu sumbat telinga yang digunakan untuk sekali pakai saja kemudian dibuang, misalnya sumbat telinga dari kapas, kemudian cara penggunaan yang lain yaitu, “non disposable ear plug” yang digunakan waktu yang lama terbuat dari karet atau plastik cetak. Dalam pemakaiannya sumbat telinga mempunyai keuntungan dan kerugian. Keuntungan dari pemakaian sumbat telinga yaitu :

- a. Mudah dibawa karena ukurannya yang kecil
- b. Relatif lebih nyaman dipakai ditempat kerja yang panas
- c. Tidak membatasi gerak kepala
- d. Harga relative murah daripada tutup telinga (earmuff)
- e. Dapat dipakai dengan efektif tanpa dipengaruhi oleh pemakaian kacamata, tutup kelapa, anting-anting dan rambut

Sedangkan Kerugiannya antara lain:

- a. Memerlukan waktu yang lebih lama dari tutup telingan untuk pemasangan yang tepat.
- b. Tingkat proteksinya lebih kecil dari tutup telinga

- c. Sulit untuk memonitor tenaga kerja apakah memakai APD karena sukar dilihat oleh pengawas
- d. Hanya dapat dipakai oleh saluran telinga yang sehat
- e. Bila tangan yang digunakan untuk memasang sumbat telinga kotor, maka saluran telinga akan mudah terkena infeksi karena iritasi.

## 2. Tutup telinga (ear muff)

Tutup telinga terdiri dari dua buah tudung untuk tutup telinga, dapat berupa cairan atau busa yang berfungsi untuk menyerap suara frekuensi tinggi. Pada pemakaian yang lama, sering ditemukan efektifitas telinga menurun yang disebabkan oleh bantalan mengeras dan mengerut akibat reaksi bahan bantalan dengan minyak kulit dan keringat. Tutup telinga digunakan untuk mengurangi bising s/d 40-50 dB dengan frekuensi 100-8000Hz. Keuntungan dari tutup telinga (earmuff) adalah :

- a. Satu ukuran tutup telinga dapat digunakan oleh beberapa orang dengan ukuran telinga yang berbeda.
- b. Mudah dimonitor pemakaiannya oleh pengawas.
- c. Dapat dipakai yang terkena infeksi (ringan).
- d. Tidak mudah hilang

Kerugian dari tutup telinga adalah :

- a. Tidak nyaman dipakai ditempat kerja yang panas
- b. Efektifitas dan kenyamanan pemakaiannya, dipengaruhi oleh pemakaian kacamata, tutup kepala, anting-anting, rambut yang menutupi telinga
- c. Tidak mudah dibawa atau disimpan
- d. Dapat membatasi gerakan kepala pada ruang kerja yang agak sempit.
- e. Harganya relative lebih mahal dari sumbat telinga

## 3. Helmet/enclosure

Menutupi seluruh kepala dan digunakan untuk mengurangi intensitas bising maksimum 35 dBA pada 250 Hz sampai 50 dBA pada frekuensi tinggi.



#### 4.8 Penanggulangan Secara Administratif

Penanggulangan secara administratif dapat dilakukan untuk mengurangi besarnya pengaruh tingkat kebisingan yang berlebihan terhadap ABK di kamar mesin. Berikut merupakan langkah – langkah yang dapat dilakukan dalam hal penanggulangan secara administrative antara lain :

1. Mengurangi waktu jam kerja

Pengurangan jam kerja ini didasarkan oleh waktu paparan yang diizinkan berdasarkan tingkat kebisingan yang terjadi di kamar mesin. Berikut merupakan waktu paparan yang diizinkan berdasarkan tingkat kebisingan yang dikeluarkan oleh OSHA :

Tabel 4. 73 Batas Moise Exposure OSHA

<b>Limits for Permissible Noise Exposure (According to OSHA)</b>	
8 hours	90 dB
6 hours	92 dB
4 hours	95 dB
3 hours	97 dB
2 hours	100 dB
1.5 hours	102 dB
1 hour	105 dB
30 minutes	110 dB
15 minutes	115 dB

Hasil dari pengukuran nilai tingkat kebisingan dikamar mesin pada KM. Dharma Rucitra adalah berkisar antara 94-96 dB, sehingga waktu paparan ABK dikamar mesin adalah 4 jam per hari jika berdasarkan OSHA. Berikut merupakan daftar ABK yang bekerja di kamar mesin :

Tabel 4. 74 Daftar ABK di Kamar Mesin

No.	Jabatan	Pendidikan
1	KKM	ATT IV
2	Masinis II	ATT IV
3	Masinis III	ATT V
4	Masinis III	ATT V
5	Masinis IV	ATT V
6	Masinis IV	ATT V
7	Oiler 1	ATT D
8	Oiler 2	ATT D
9	Oiler 3	ATT D

Pada ABK pada kapal KM. Dharma Rucitra lebih sering menghabiskan waktu di Engine Control Room daripada di Engine Room. Sehingga batasan waktu 4 jam yang diatur oleh OSHA tidak terlalu menjadi pertimbangan. Pada KM. Dharma Rucitra biasanya terdapat 2 orang masinis dan 1 orang oiler dalam setiap trip atau satu orang masinis dan satu oiler. Apabila menggunakan pasangan kerja masinis dengan oiler maka setiap masinis dapat bergantian setiap 4 jam sekali sesuai dengan yang diatur oleh OSHA tanpa harus menetap di Engine Control Room. Akan tetapi apabila menggunakan pasangan 2 masinis dalam sekali trip, maka setiap pasangan masinis mendapatkan waktu bekerja 8 jam setiap hari nya. Dan maksimal hanya boleh berada 4 jam di engine room dan sisa 4 jam nya dapat dihabiskan di engine control room. Namun hal ini bisa dapat lebih mudah apabila ABK menggunakan peralatan peredam kebisingan yang mana dapat mengurangi tingkat kebisingan di kamar mesin. Sehingga tidak perlu terlalu memperhatikan aturan oleh OSHA.

## 2. Penyelenggaraan Pelatihan akan kebisingan

Semua ABK harus mendapatkan pendidikan dan training yang cukup terkait kebisingan di tempat kerja. Sehingga dengan adanya

edukasi ini dapat mempengaruhi pola kerja ABK terhadap kebisingan. Hal ini juga dapat meningkatkan kesadaran para ABK akan bahaya nya kebisingan. Sehingga para ABK dapat lebih taat lagi dalam bekerja sesuai dengan aturan.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Setelah melakukan serangkaian kegiatan simulasi, didapatkan beberapa kesimpulan dan saran yang digunakan sebagai sarana evaluasi untuk pengembangan dan keberlanjutan kegiatan penelitian selanjutnya.

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Dari hasil pengukuran diketahui bahwa terdapat 7 ruangan pada kapal KM. Dharma Rucitra yang tidak memenuhi standar dari Biro Klasifikasi Indonesia dan MSC.337(91) yaitu diantaranya engine control room, store room, ruang akomodasi penumpang (sound system menyala) ruang akomodasi ABK 1, ruang akomodasi ABK 7, ruang akomodasi ABK 8, ruang akomodasi ABK 10.
2. Pada kamar mesin sumber kebisingan tertinggi dihasilkan oleh auxiliary engine. Sedangkan pada lounge, ruang akomodasi penumpang, VIP room sumber suara tertinggi dihasilkan oleh sound system.
3. Sound system yang selalu dinyalakan pada saat kapal beroperasi menjadi salah satu sumber kebisingan yang membuat tingkat kebisingan pada ruang akomodasi penumpang menjadi tidak sesuai dengan standar MSC.337(91) karena tekanan suaranya terlalu tinggi.
4. Untuk menanggulangi tingkat kebisingan pada ruang akomodasi penumpang dapat dilakukan dengan cara mengecilkan tekanan suara pada sound system.
5. Berdasarkan besarnya tingkat kebisingan yang terjadi pada kamar mesin dan ruang akomodasi KM. Dharma Rucitra, maka sistem peredaman alternatif yang diterapkan adalah dengan mengurangi tingkat kebisingan

yang terjadi dari segi akustik ruangan (peredaman ruangan), penerima kebisingan, serta dari segi administrasi.

6. Dari segi peredaman ruangan, kebisingan dapat dikurangi dengan memberikan bahan peredam berupa pemasangan glaswool pada ruangan yang tidak sesuai dengan standar yaitu engine control room, store room, ruang akomodasi abk 1, ruang akomodasi ABK 7, ruang akomodasi ABK 8, ruang akomodasi ABK 10. Dengan pemasangan glaswool tingkat kebisingan dapat berkurang sekitar 36 dB pada ruangan – ruangan tersebut. Sedangkan dengan pemasangan rockwool dapat mengurangi tingkat kebisingan sekitar 41 dB pada ruangan – ruangan tersebut. Akan tetapi mengingat dari harga glasswool yang lebih murah, maka lebih dianjurkan untuk diberikan pemasangan glasswool dibandingkan dengan rockwool karena dengan pemasangan glasswool dinilai telah cukup dapat mengurangi kebisingan sehingga dapat memenuhi standar MSC.337(91).
7. Dari segi penerima kebisingan, tingkat kebisingan pada kamar mesin dapat berkurang berkisar antara 25 – 40 dB dengan adanya penggunaan alat – alat pelindung pendengaran seperti Ear plug, ear muff, dan helmet
8. Dari segi administrasi, kebisingan dapat berkurang dengan memberikan jadwal kerja yang sesuai dengan yang diatur oleh OSHA yakni setiap ABK di kamar mesin hanya boleh bekerja selama 4 jam per hari dan 8 jam per hari dengan catatan 4 dari 8 jam tersebut dilakukan di Engine Control Room sesuai dengan kebiasaan para ABK kamar mesin di KM. Dharma Rucitra.

## 5.2 Saran

1. Penelitian dapat dilanjutkan dengan meneliti dampak dari kebisingan terhadap para ABK
2. Alternatif peredaman dapat ditambahkan lagi dengan berbagai metode atau dengan bahan yang lebih banyak
3. Perhitungan hasil peredaman dapat dibandingkan dengan software Noise Accoustic sehingga variasi peredaman dapat lebih banyak.
4. Pembuatan 3D modeling rancangan umum kapal untuk digunakan sebagai estimasi tingkat kebisingan dengan menggunakan aplikasi tanpa harus melakukan pengukuran secara langsung.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”



## DAFTAR PUSTAKA

- Prastowo. 2008, "Analisa Tingkat Kebisingan di Kamar Mesin KM. Muli Anim Serta Pemilihan Alternatif Peredaman", Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS, Surabaya.
- Samuel, R. 2014. Wibowo, U. Budiarto, "Analisa Tingkat Kebisingan di Kamar Mesin Pada kapal Kmp. Muria", Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- International Maritime organization. 1966, "Code on Noise Levels on Board Ship – Chapter 4" International Maritime Organization, "Safety Of Life At Sea", London.
- ABS, 2012, "Guide For crew Habitability On Workboats", New York.
- Haryanto. 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 )". Teknik Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Jokosisworo. 2006, "Standar Kebisingan Suara Di Kapal", Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Huboyo. 2008, "Buku Ajar Pengendalian Bising dan Bau, Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Fahy, F.J and Walker. 1998, "J.G, Fundamental of Noise and Vibration", E&FN Spon, London.
- Prasasto Satwiko. 2004, Fisika Bangunan I. Andi, Yogyakarta.

Prasasto Satwiko. 2004, Fisika Bangunan II. Andi, Yogyakarta.

Barber. 1992, "Handbook of Noise and Vibration Control, Elsevier Advanced Technology", UK.

Smith. 1996, "Acoustic and Noise Control 2<sup>nd</sup> Edition", British.

## BIODATA PENULIS



Penulis, Ahmad Jauhar Isnain dilahirkan di kota Bojonegoro pada tanggal 20 September 1993. Penulis adalah putra kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Abdul Ghoni dan Muyasaroh. Sejarah pendidikan penulis dimulai dari SD Negeri Ditotrunan Lumajang kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 19 Bekasi. Pada pendidikan menengah atas, penulis melanjutkan studi ke SMA Negeri 2 Bekasi. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Strata I di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Surabaya melalui jalur masuk SNMPTN Tulis pada tahun 2012. Di jurusan Teknik Sistem Perkapalan penulis mengambil bidang studi *Marine Machinery And System* (MMS). Sebagai seorang mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan seperti Organisasi Mahasiswa Jurusan. Penulis diberikan amanah sebagai Kepala Divisi Pengembangan Organisasi pada Himpunan Teknik Sistem Perkapalan 2014-2015. Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan di luar negeri seperti mengikuti kegiatan *Youth Social Entrepreneur* di Singapura dan *Offshore Technology Conference* di Malaysia. Selain itu penulis juga melaksanakan kerja pratik di PT. Dok Perkapalan Kodja Bahari unit Jakarta dan PT. Pertamina EP Asset II Prabumulih.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”