

**PENINGKATAN KINERJA SERAP BUNYI PADA ELEMEN
DIFFUSER DENGAN PENAMBAHAN RESONATOR
HELMHOLTZ TERGANDENG**



Disusun Oleh :
INTAN CAHYA ROMADHONA
M0212044

SKRIPSI

PRODI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Maret, 2017

**PENINGKATAN KINERJA SERAP BUNYI PADA ELEMEN
DIFFUSER DENGAN PENAMBAHAN RESONATOR
HELMHOLTZ TERGANDENG**



Disusun Oleh :

INTAN CAHYA ROMADHONA

M0212044

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

PRODI FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

Maret, 2017

HALAMAN PERSETUJUAN

PENELITIAN S1

Peningkatan Kinerja Serap Bunyi pada Elemen *Diffuser* Dengan Penambahan Resonator Helmholtz Tergandeng

Oleh:

Intan Cahya Romadhona

M0212044

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Drs. Harjana, M.Si, M.Sc, Ph.D

NIP.195907251986011001

Tanggal :

Pembimbing II

Ubaidillah, S.T, M.Sc, Ph.D

NIP.198408252010121004

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Peningkatan Kinerja Serap Bunyi pada Elemen *Diffuser* Dengan Penambahan Resonator Helmholtz Tergandeng

Yang ditulis oleh :

Nama : Intan Cahya Romadhona

NIM : M0212044

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari :

Tanggal :

Anggota Tim Penguji :

1. Ketua Penguji

Mohtar Yuniyanto, S.Si., M.Si.

NIP 198006302005011001 (.....)

2. Sekretaris Penguji

NIP. (.....)

3. Anggota Penguji I

Drs. Harjana, M.Si, M.Sc, Ph.D.

NIP.195907251986011001 (.....)

4. Anggota Penguji II

Ubaidillah, S.T, M.Sc., Ph.D.

NIP.198408252010121004 (.....)

Disahkan pada tanggal Maret 2017

Kepala Program Studi Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dr.Fahru Nurosyid., S.Si., M.Si

NIP. 197210132000031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “**PENINGKATAN KINERJA SERAP BUNYI PADA ELEMEN *DIFFUSER* DENGAN PENAMBAHAN RESONATOR HELMHOLTZ TERGANDENG**” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi boleh dirujuk atau diphotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, Maret 2017

Intan Cahya Romadhona

MOTTO

Berpikir positif karena setiap masalah pasti ada jalan keluarnya
Berdoa dan mintalah secara spesifik kepada Tuhan
(Hendri Cahya Wibowo)

Biarkan orang lain berpikir sesuka hatinya tentang kita, mereka tidak
tahu apa yang telah kita lalui dan perjuangkan untuk sampai di titik ini,
lanjutkan dan jalani hidup kita sendiri
(Riya Al Mustaqimah)

Do The Best, Be The Best, God Takes The Rest
(Marching Band Sebelas Maret)

Tekanan, Luka, Cacian dan Masalah hanya merupakan suatu proses
dalam belajar, dan hal itulah yang nantinya akan menentukan hidup
kita ke depan, akankah mengantarkan kita pada sukses atau hanya
berhenti pada satu proses karena terlalu sibuk memikirkan hal buruk
tersebut, *You Have to Going On No Matter Happen, It Will Happen*
Anyway
(Intan Cahya Romadhona)

The Show Must Go On
(Marching Band Sebelas Maret)

Esprit de Corps (Semangat Kebersamaan)
(Marching Band Sebelas Maret)

PERSEMBAHAN

Teruntuk,

Bapak Agung Purnama dan Ibuk Ari Setyowati

My Lil Monster Sister, My Enemy, Arfi Cahya Maharani

My Proud Band, Marching Band Sebelas Maret Surakarta (Yeah Finally

I've get my Purna Bakti hoho)

Peningkatan Kinerja Serap Bunyi pada Elemen *Diffuser* Dengan Penambahan Resonator Helmholtz Tergandeng

Intan Cahya Romadhona
Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret
E-mail : intanromadona@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada penambahan resonator Helmholtz terdangeng untuk meningkatkan daya serap bunyi pada elemen penghambur bunyi berbahan kayu. Bentuk tabung pada elemen penghambur bunyi dibuat dari limbah kayu bulat yang berasal dari industri furniture. Resonator Helmholtz pada elemen penghambur bunyi dibuat melalui proses menggunakan mesin dengan tiga diameter elemen yang berbeda, yaitu 4, 6, dan 8 cm. Uji laboratorium dilakukan menggunakan tabung impedansi B & K 4206 dengan berdasarkan pada standart pengukuran ASTM E-1050. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan leher dan rongga resonator dapat menggeser puncak gelombang ke frekuensi yang lebih rendah. Pada saat sampel ditambahkan dengan resonator Helmholtz satu leher puncak tertinggi terdapat pada frekuensi 1,2-1,6 KHz. Sedangkan ketika ditambahkan resonator Helmholtz dua leher bergeser ke frekuensi 400-650 Hz, dan ketika ditambahkan dengan dua resonator Helmholtz menjadi bergeser pada bentang frekuensi 200-400 Hz. Dari hasil yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa, penambahan resonator Helmholtz pada sampel bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Dimana semua sampel memiliki kinerja yang lebih baik pada bentang frekuensi 500-1000 Hz dan penambahan leher serta rongga resonator dapat menggeser kinerja sampel pada frekuensi <500 Hz.

Kata Kunci: Penghambur bunyi kayu, kayu, serap bunyi, resonator Helmholtz terdangeng

On the use of Coupled Cavity Helmholtz Resonator Inclusion for Improving Absorption Performance of Wooden Sound Diffuser Element

Intan Cahya Romadhona

Physics Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sebelas Maret University

E-mail : intanromadona@gmail.com

ABSTRACT

This study focused on the use of coupled multi-degree of freedom Helmholtz resonator inclusion for improving sound absorption of wooden sound diffuser element. Tubular shaped sound diffuser element made of round waste wood from furniture industries. The multi-degree of freedom Helmholtz resonator provided through adding a hole with the different diameter of 4, 6, and 8 cm. Laboratory test measurement was conducted using B&K impedance tube 4206 following ASTM E-1050 standard. The results showed that the addition of neck and resonators cavity shifted the waves peak to the lower frequencies. When the samples added by Helmholtz resonator with single neck, the highest peak of the waves was at a frequency range of 1,2 –1,6 KHz. Moreover, when the sample equipped with Helmholtz resonator having two necks, the peak was shifted to a frequency range of 400-650 Hz. The last sample, additional two Helmholtz resonator, changed the peak at 200-400 Hz. So, a conclusion of the results coupled multi-degree of freedom Helmholtz resonator inclusion works properly as expected. All model has promising performance in the mid to high-frequency range between 500 Hz to 1 kHz and the additional of neck and cavity resonator shifted the samples respons to frequency below 500 Hz.

Keyword: Wooden sound diffuser, wood, sound absorption, coupled Helmholtz resonator

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur tak terhingga penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala berkat, rahmat dan hidayahnya sehingga skripsi ini bisa selesai dengan baik dan lancar.

Skripsi dengan judul “Peningkatan Kinerja Serap Bunyi pada Elemen *Diffuser* dengan Penambahan Resonator Helmholtz Tergandeng” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta. terselesaikannya Skripsi ini merupakan suatu kebahagiaan dan kebanggaan tersendiri bagi penulis. Setelah hampir dua semester saya berjuang menulis Skripsi ini dengan segala suka dan duka, pada akhirnya Skripsi ini terselesaikan juga. Kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini penulis ucapkan terima kasih. Atas bantuannya yang sangat besar selama proses pengerjaan Skripsi ini, ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Drs. Harjana, M. Si., M. Sc., Ph.D., selaku pembimbing skripsi I.
2. Ubaidillah, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku pembimbing skripsi II.
3. Drs. Iwan Yahya, M.Si., selaku ketua riset iARG UNS.
4. Dr. Nuryani, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku pembimbing akademik.
5. Segenap dosen dan staff program studi Fisika, terima kasih atas dukungan dan bimbingannya sehingga penulis dapat mempelajari ilmu yang telah diberikan dengan baik.
6. Bapak Agung Purnama dan Ibuk Ari Setyowati serta adikku tersayang Arfi Cahya Maharani yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
7. Keluarga besar Simbah Marjuni dan Simbah Guntur yang telah memberikan banyak motivasi dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan lancar.
8. Teman – teman CFC Fisika 2012 yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan kepada penulis mulai dari awal kuliah hingga lulus.

9. Teman – teman laboratorium akustik-iARG UNS yang telah memberikan bantuan yang sangat besar kepada penulis dalam proses pengerjaan Skripsi.
10. Riya Al Mustaqimah yang selalu memberikan dukungan dan tekanan agar penulis segera menyelesaikan studi.
11. Marching Band Sebelas Maret, terutama angkatan 27 yang telah memberikan banyak pengalaman, doa, dukungan dan keluarga baru selama di UNS.
12. Drs. Tunjung Wahadi Sutirta, M.Si., selaku pembina MB UNS yang telah memberikan pembelajaran mengenai *softskill* dan keorganisasian selama di UNS.
13. Teman – teman kos shafa kamila yang telah dengan teganya meninggalkan lulus terlebih dahulu, terima kasih atas doa dan dukungannya.
14. Teman – teman Alumni KKN Made, terima kasih telah menjadi *mood booster* paling ampuh selama ini.
15. Teman – teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan manfaat dan sumbangan ilmu pengetahuan.

Surakarta, Maret 2017

Penulis

PUBLIKASI

No	Judul	Penulis	Jenis Publikasi
1	On the use of Coupled Cavity Helmholtz Resonator Inclusion for Improving Absorption Performance of Wooden Sound Diffuser Element	Intan Cahya Romadhona, Iwan Yahya, Harjana, dan Ubaidillah	Proceeding, in Engineering Physics International Conference (EPIC) 2016, Published by Elsevier.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN ABSTRAK	viii
HALAMAN ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
HALAMAN PUBLIKASI	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR GRAFIK	xviii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR SIMBOL	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang Masalah	1
1.2.Batasan Masalah	3
1.3.Perumusan Masalah.....	4
1.4.Tujuan Penelitian.....	4
1.5.Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Gelombang Bunyi.....	6
2.2 Resonator Helmholtz	11
2.3 Impedansi Akustik	12
2.4 Intensitas Bunyi.....	14
2.5 Pemantulan Bunyi	15
2.6 Serapan Bunyi	16
2.7. Interaksi Gelombang dengan Permukaan.....	17

2.7. Fungsi Pindah (<i>Transfer Function</i>).....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.3. Metode Penelitian	21
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan	21
3.3.2. Pembuatan Sampel.....	21
3.3.2.1. Sampel Resonator Helmholtz Satu Leher	23
3.3.2.2. Sampel Resonator Helmholtz Dua Leher	24
3.3.2.3. Sampel Dua Resonator Helmholtz.....	25
3.3.3. <i>Setup</i> Alat.....	27
3.3.4. Pengujian Sampel	27
3.3.5. Data	28
3.3.6. Analisa	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Elektro-Akustik pada Resonator Helmholtz Elemen <i>Diffuser</i>	29
4.1.1. Elemen <i>Diffuser</i> dengan Tambahan Resonator Helmholtz Satu Leher	29
4.1.2. Elemen <i>Diffuser</i> dengan Tambahan Resonator Helmholtz Dua Leher	29
4.1.3. Elemen <i>Diffuser</i> dengan Tambahan Dua Resonator Helmholtz	30
4.1.4. Sampel Elemen <i>Diffuser</i> dengan Resonator Helmholtz Satu Leher	31
4.1.5. Sampel Elemen <i>Diffuser</i> dengan Resonator Helmholtz Dua Leher	32
4.1.6. Sampel Elemen <i>Diffuser</i> dengan Dua Resonator Helmholtz....	33

4.2 Koefisien Serap Bunyi Sampel Elemen <i>Diffuser</i>	34
4.2.1.Sampel Elemen <i>Diffuser</i> dengan Resonator Helmholtz Satu Leher.....	34
4.2.2. Sampel Elemen <i>Diffuser</i> dengan Resonator Helmholtz Dua Leher.....	36
4.2.3. Perbandingan Sampel Elemen <i>Diffuser</i> Resonator Helmholtz Satu Leher dan Dua Leher.....	37
4.2.4. Sampel Elemen <i>Diffuser</i> diameter 4cm dengan Dua Resonator Helmholtz	38
4.2.5. Sampel Elemen <i>Diffuser</i> diameter 6 cm dengan Dua Resonator Helmholtz	40
4.2.6. Sampel Elemen <i>Diffuser</i> Diameter 8 cm dengan Dua Resonator Helmholtz	42
4.2.7. Perbandingan Sampel Elemen <i>Diffuser</i> Diameter 4 cm, 6 cm, dan 8 cm Dua Resonator Helmholtz	44
4.3 Hubungan antara Impedansi dengan Koefisien Serap Bunyi	46
BAB V PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gerak gelombang sederhana pada diagram horisontal sumbu x menggambarkan waktu	6
Gambar 2.2 Gelombang longitudinal dalam gas	9
Gambar 2.3 Resonator Helmholtz	11
Gambar 2.4 Analogi Helmholtz dengan pegas	11
Gambar 2.5 Analogi akustik, elektronik, dan mekanik dari resonator Helmholtz ..	12
Gambar 2.6 Analogi sistem akustik dengan elektronik	13
Gambar 2.7 Perambatan gelombang melalui bidang batas dan medium	18
Gambar 2.8 Peristiwa hamburan gelombang bunyi	18
Gambar 3.1 Skema sampel berbahan kayu bulat dengan rongga bergandeng	21
Gambar 3.2 Diagram alur metode penelitian	22
Gambar 3.3 Skema sampel elemen <i>diffuser</i> dengan penambahan resonator Helmholtz satu leher	23
Gambar 3.4 Skema sampel elemen <i>diffuser</i> dengan penambahan resonator Helmholtz dua leher	24
Gambar 3.5 Skema sampel elemen <i>diffuser</i> dengan penambahan dua resonator Helmholtz dengan rongga belakang (a) 2 cm (b) 3 cm (c) 4 cm	25
Gambar 3.6 <i>Setup</i> alat pengujian metode tabung impedansi dua mikrofon	27
Gambar 3.7 Sampel pengujian tabung impedansi diameter kayu 4 cm, 6 cm, dan 8 cm	28
Gambar 4.1 Analogi elektroakustik pada elemen <i>diffuser</i> dengan resonator Helmholtz satu leher	29
Gambar 4.2 Analogi elektroakustik pada elemen <i>diffuser</i> dengan resonator Helmholtz dua leher	30
Gambar 4.3 Analogi elektroakustik pada elemen <i>diffuser</i> dengan dua resonator Helmholtz	31
Gambar 4.4 Analogi elektroakustik pada sampel elemen <i>diffuser</i> dengan resonator Helmholtz satu leher	31
Gambar 4.5 Analogi elektroakustik pada sampel elemen <i>diffuser</i> dengan resonator Helmholtz dua leher	32

Gambar 4.6	Analogi elektroakustik pada sampel elemen <i>diffuser</i> dengan dua resonator Helmholtz.....	33
Gambar 4.7	Kolom kosong disekeliling elemen kayu yang ditunjuk oleh tanda panah	37

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Koefisien serap bunyi pada sampel elemen <i>diffuser</i> diameter elemen 4 cm, 6 cm, dan 8 cm dengan resonator Helmholtz satu leher.....	34
Grafik 4.2 Koefisien serap bunyi pada sampel elemen <i>diffuser</i> diameter elemen 4 cm, 6 cm, dan 8 cm dengan resonator Helmholtz dua leher	36
Grafik 4.3 Perbandingan nilai koefisien serap bunyi pada sampel elemen <i>diffuser</i> resonator Helmholtz dengan satu leher dan dua leher.....	37
Grafik 4.4 Koefisien serap bunyi pada sampel elemen <i>diffuser</i> diameter elemen 4 cm dengan dua resonator Helmholtz.....	38
Grafik 4.5 Perbandingan hasil koefisien serap bunyi antara sampel elemen <i>diffuser</i> diameter 4 cm dengan resonator Helmholtz dua leher dan dua resonator Helmholtz	39
Grafik 4.6 Koefisien serap bunyi pada sampel elemen <i>diffuser</i> diameter elemen 6 cm dengan dua resonator Helmholtz.....	40
Grafik 4.7 Perbandingan hasil koefisien serap bunyi antara sampel elemen <i>diffuser</i> diameter 6 cm dengan resonator Helmholtz dua leher dan dua resonator Helmholtz	41
Grafik 4.8 Koefisien serap bunyi pada sampel elemen <i>diffuser</i> diameter elemen 8 cm dengan dua resonator Helmholtz.....	42
Grafik 4.9 Perbandingan hasil koefisien serap bunyi antara sampel elemen <i>diffuser</i> diameter 8 cm dengan resonator Helmholtz dua leher dan dua resonator Helmholtz	43
Grafik 4.10 Perbandingan hasil koefisien serap bunyi pada sampel elemen <i>diffuser</i> 4 cm, 6 cm, dan 8 cm dua resonator Helmholtz.....	44
Grafik 4.11 Koefisien serap bunyi pada elemen 6 cm dengan penambahan dua resonator Helmholtz	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Koefisien serap bunyi dari kayu jati bulat kering kedalaman 2 cm	17
Tabel 3.1 Daftar variasi sampel elemen <i>diffuser</i> resonator Helmholtz satu leher...	23
Tabel 3.2 Daftar variasi sampel elemen <i>diffuser</i> resonator Helmholtz dua leher ...	24
Tabel 3.3 Daftar variasi sampel elemen <i>diffuser</i> dua resonator Helmholtz	26
Tabel 4.1 Perbandingan nilai koefisien serap bunyi pada kayu jati normal dan dengan tambahan resonator Helmholtz	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Koefisien serap bunyi.....	53
Lampiran 2. Perhitungan Persamaan Impedansi... ..	54

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Satuan
f : frekuensi gelombang bunyi	Hz
T : periode gelombang bunyi	s
c : cepat rambat gelombang bunyi	m/s
λ : panjang gelombang	m
P : tekanan	Pa
V : volum	m^3
ρ : massa jenis	kg/m^3
m : massa	kg
δ : dilatasi	
k : kondensasi	
B : modulus Bulk	
F : gaya	N
a : percepatan gerak	m/s^2
A : luas permukaan	m^2
S : luas permukaan leher resonator	m^2
l : panjang leher resonator	m
Z : impedansi gelombang	kg/m^2s
R_0 : resistansi	kg/m^4s
X_0 : reaktansi	
L : induktansi	kg/m^4
C : kapasitansi	m^4s^2/kg
C_s : konstanta kekakuan	
R : koefisien pemantulan	
T : koefisien transmisi	
α : koefisien serap bunyi	
w : lebar elemen penghambur bunyi	m
ω : frekuensi sudut	rad
j : imajiner	$\sqrt{-1}$