

**ELEMEN SONIK KRISTAL DENGAN *SECONDARY SCATTERING* TIPE  
PERMUKAAN LILITAN BERONGGA**



**Disusun Oleh:**  
**PUTRIANA HUSNUL KHATIMAH**  
**M0211060**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI FISIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**  
**AGUSTUS, 2017**

**ELEMEN SONIK KRISTAL DENGAN *SECONDARY SCATTERING* TIPE  
PERMUKAAN LILITAN BERONGGA**



**Disusun Oleh:  
PUTRIANA HUSNUL KHATIMAH  
M0211060**

**SKRIPSI**

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

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
AGUSTUS, 2017**


**HALAMAN PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**ELEMEN SONIK KRISTAL DENGAN *SECONDARY SCATTERING* TIPE  
PERMUKAAN LILITAN BERONGGA**

**Oleh:  
PUTRIANA HUSNUL KHATIMAH  
M0211060**

**Telah disetujui oleh**

**Pembimbing I**



**Drs. Iwan Yahya, M.Si.  
NIP. 195907251986011001**

**Tanggal** 3 Juli 2017 .....

**Pembimbing II**



**Ubaidillah, S.T., M.Sc., Ph.D  
NIP. 198408252010121004**

**Tanggal** 3 Juli 2017 .....

### HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Elemen Sonik Kristal Dengan *Secondary Scattering* Tipe Permukaan Lilitan Berongga

Yang ditulis oleh Putriana Husni Khatimah

Nama : M0211060

NIM :

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Kamis

Tanggal : 3 Agustus 2017

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji

Budi Legowo, S.Si, M.Si  
NIP. 19730510 199903 1 002



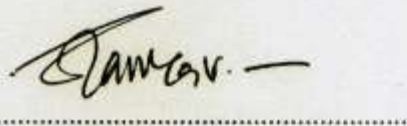
2. Sekretaris Penguji

Dr. Agus Supriyanto, S.Si.M.Si  
NIP. 19690826 199903 1 001



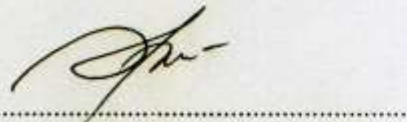
3. Anggota Penguji I

Drs. Iwan Yahya, M.Si  
NIP. 19590725 198601 1 001



4. Anggota Penguji II

Ubaidillah, S.T., M.Sc., Ph.D  
NIP. 19840825 201012 1 004



Disahkan pada tanggal 22-09-2017

Kepala Program Studi Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Fabru Nurosyid, S.Si, M.Si  
NIP. 19721013 200003 1 002

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual dari penelitian saya dengan judul “Elemen Sonik Kristal dengan *Secondary Scattering* Tipe Permukaan Lilitan Berongga” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi ini tidak berisi materi penelitian orang lain maupun telah dipublikasikan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi Negeri lainnya kecuali yang tertulis dalam daftar pustaka dalam Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis dibagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 07-07-2017

Putriana Husnul Khatimah

## **HALAMAN MOTTO**

Stultus nil celat; quod habet sub corde revelat.

(Abad Pertengahan)

Hakuna Matata.

(The Lion King)

Bermimpilah seakan kau akan hidup selamanya, hiduplah seakan kau akan mati  
hari ini.

(James Dean)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Tadabur cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Muhammad SAW.

Karya ini aku persembahkan kepada :

Yang sangat tercinta ibuku, ibuku, ibuku (Ngaisah) dan Bapakku (Nasihin Aziz) sebagai tanda bakti, hormat dan terimakasih yang tiada terhingga atas dukungan, sumber semangat, dan do'a yang tiada henti-hentinya.

Untuk Kakak – kakak dan adikku, Putriana Indah Lestari, Putriana Nur Hidayati, Taufiq Nazhar Habibie, Hafizh Nazhar Pahlevi, atas dukngan dan motivasinya untuk selalu berjuang.

Untuk teman-teman iARG atas kebersamaannya dalam mendukung dan membantu saya dalam mengambil data dan menyusun karya ini.

Dan teman-teman yang akan membaca karya ini

## HALAMAN ABSTRAK

### **Elemen Sonik Kristal dengan *Secondary Scattering* Tipe Lilitan Berongga**

Putriana Husnul Khatimah

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Sebelas Maret

Sifat transmisi dari elemen sonik kristal tipe baru dengan permukaan tabung tipe lilitan berongga dilaporkan dalam makalah ini. Tabung plastik diameter enam puluh milimeter digunakan untuk membentuk konfigurasi sonik kristal 5 x 3. Setiap scatterer memiliki celah vertikal dua milimeter di atas permukaan. Digunakan selang plastik transparan sebagai *secondary scatterer* yang dililit searah jarum jam pada setiap tabung. Sepasang mikrofon seperempat inci yang digunakan untuk mengukur spektrum intensitas yang dihitung dari gelombang yang ditransmisikan dengan menggunakan teknik pemindaian. Ditemukan bahwa *self-collimation* terjadi pada semua frekuensi dan disebarkan ke arah yang spesifik sesuai dengan orientasi scatterer resonansi sekunder. Temuan baru ini sangat menjanjikan untuk berbagai aplikasi, termasuk pengembangan dioda akustik dan *tunable* lensa akustik.

Kata kunci: Sonik Kristal, *Self-Collimation*, *Secondary Scatterer*



## **HALAMAN ABSTRACT**

### **Sonic Crystal Element with The Secondary Coiled Hollow Type Scattering Surface**

Putriana Husnul Khatimah

Physic Department, Faculty of Mathematic and Natural Sciences,  
Sebelas Maret University

The transmission properties of a new type of sonic crystal element with the coiled hollow tube cover reported in this paper. A sixty-millimeter internal diameter plastic tube was used to form 5 x 3 elements sonic crystal configuration. Each scatterer has a two-millimeter width vertical slit over the body. The secondary resonant scatterer was a transparent plastic hose that wounded in anti-clockwise turn on each scatterer. A pair of quarter-inch microphone used for measuring the calculated intensity spectra of the transmitted wave by using scanning technique. It found that self-collimation occurred on all frequencies and propagated to the specific direction according to the orientation of wounded secondary resonant scatterer. This new finding is very promising for many different applications, including the development of acoustic diode and tunable acoustic lenses.

Keyword: Sonic Crystal, Self-Collimation, Secondary Scattering

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan segala rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini.

Skripsi yang penulis susun sebagian dari syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains. Skripsi ini diberi judul “Elemen Sonik Kristal dengan *Secondary Scattering* Tipe Permukaan Lilitan Berongga”. terselesaikannya skripsi ini merupakan salah satu capaian bagi penulis.

Skripsi ini merupakan akhir dari kehidupan mahasiswa S1 Universitas Sebelas Maret Surakarta. Selama menjadi mahasiswa S1 Universitas Sebelas Maret Surakarta, penulis telah banyak mendapatkan pelajaran baik itu yang terprogram oleh kurikulum maupun dari organisasi. Penulis banyak belajar mengenai membagi waktu, memimpin tim dan berbicara didepan umum yang sebelumnya penulis tidak mampu melakukannya.

Kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan kehidupan mahasiswa S1 Fisika FMIPA UNS dan Skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih. Ucapan terimakasih khusus penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Iwan Yahya selaku Dosen Pembimbing I atas saran dan masukan positif untuk menunjang kesuksesan penulis selama proses studi hingga memperoleh gelar sarjana.
2. Bapak Ubaidillah selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, bantuan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Kedua orang tua penulis Bapak Achmad Choirul Anam dan Ibu Kasmiyati, serta abang penulis Achmad Riza Cholati yang selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis.
4. Keluarga laboratorium iARG dan ASC (Mba Restu, Mba Dian, Mba Eqi, Endang, Nina, Ana, Intan, Julius, Aris, Tito, Hanief, Syakir, Abid, Teguh) yang telah membantu, memberikan semangat, dan ide-ide kepada penulis.
5. Keluarga besar Group Band kumpulan para pecinta jajan dan jalan – jalan (Kemas, Ikhwan, Luqman, Tito, Agung, Hanief, Laudy, Aziz,

Poundra, Haekal, Fahmy, Eka, Okta, Mara, Nana, Nadia, Tina, Zakiah, dan Puspa) Terimakasih atas kesetiannya menemani dan menanti.

6. Dimas yang sudah menulis nama penulis di dalam kata pengantar skripsinya. Terimakasih.
7. Keluarga besar Fisika angkatan 2011 (Physic Batch'11) yang memberikan semangat, motivasi dan kasih sayang yang diberikan kepada penulis.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu demi satu yang selalu mendukung penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Surakarta, 07-07-2017

Penulis  
Putriana Husnul Khatimah

## HALAMAN PUBLIKASI

Sebagian skripsi berjudul “Preliminary Laboratory Investigation on the Self-Collimation of Sonic Crystal with Hollow Type Secondary Resonant Scatterer” akan dipublikasikan pada **The 2nd International Joint Conference on Advanced Engineering and Technology (IJCAET 2017)**, Bali, 24-26 Agustus 2017.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN PESETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>HALAMAN ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>HALAMAN <i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>x</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>HALAMAN PUBLIKASI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Gelombang Bunyi .....	5
2.2. Koefisien Refleksi dan Transmisi Gelombang Bunyi.....	6
2.3. Koefisien Absorpsi.....	9
2.4. Hamburan (Sattering).....	10
2.5. Sonik Kristal .....	11
2.6. Intensitas Bunyi.....	12
2.7. Atenuasi Bunyi.....	13
2.8. Medan Bunyi.....	13

2.8.1 <i>Near Field</i> .....	14
2.8.2 <i>Far Field</i> .....	14
2.9. Pengukuran Intensitas Bunyi dengan Metode <i>Scanning</i> .....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>17</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	17
3.2. Alat dan Bahan .....	17
3.2.1. Alat yang digunakan .....	17
3.2.2. Bahan yang digunakan .....	17
3.3. Prosedur Penelitian.....	18
3.3.1. Persiapan alat dan bahan .....	18
3.3.2. Pembuatan Sampel .....	19
3.3.3. Pengujian .....	19
3.3.4. Analisa dan Pembahasan .....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>22</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>34</b>
5.1. Kesimpulan .....	34
5.2. Saran.....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>37</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Tabel jumlah pengambilan data .....	21
------------	-------------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1.	Interaksi gelombang pada batas permukaan medium	6
Gambar 2.2.	Perambatan gelombang melalui bidang batas dua medium .....	7
Gambar 2.3.	Skema hamburan bunyi .....	10
Gambar 2.4.	Skema sonik kristal .....	11
Gambar 2.5.	Ilustrasi Skema Struktur Kristal (a) satu dimensi, (b) dua dimensi, dan (c) tiga dimensi .....	11
Gambar 2.6.	Teknik pengukuran gradien tekanan .....	15
Gambar 3.1.	<i>Flowcart</i> Prosedur Penelitian .....	18
Gambar 3.2.	Variasi Tabung .....	19
Gambar 3.3.	Titik <i>Scanning Plane</i> .....	21
Gambar 4.1.	Pengujian sampel <i>basic</i> frekuensi 125 Hz .....	23
Gambar 4.2.	Pengujian sampel <i>basic</i> frekuensi 1000 Hz .....	23
Gambar 4.3.	Pengujian sampel <i>basic</i> frekuensi 4000 Hz .....	24
Gambar 4.4.	Pengujian sampel <i>basic</i> frekuensi 6300 Hz .....	25
Gambar 4.5.	Pengujian sampel lilitan frekuensi 125 Hz .....	26
Gambar 4.6.	Pengujian sampel lilitan frekuensi 1000 Hz .....	27
Gambar 4.7.	Pengujian sampel lilitan frekuensi 4000 Hz .....	27
Gambar 4.8.	Pengujian sampel lilitan frekuensi 6300 Hz .....	28
Gambar 4.9.	Tampang lintang frekuensi 125 Hz (a) sisi B x = 5, (b) sisi B y = 4, (c) sisi L x= 3, (d) sisi L y = 4, (e) sisi R x = 3, dan (f) sisi R y =4 .....	28
Gambar 4.10.	Tampang lintang frekuensi 1000 Hz (a) sisi B x = 5, (b) sisi B y = 4, (c) sisi L x= 3, (d) sisi L y = 4, (e) sisi R x = 3, dan (f) sisi R y =4 .....	30
Gambar 4.11.	Tampang lintang frekuensi 4000 Hz (a) sisi B x = 5, (b) sisi B y = 4, (c) sisi L x= 3, (d) sisi L y = 4,	



	(e) sisi R x = 3, dan (f) sisi R y =4 .....	31
Gambar 4.12.	Tampang lintang frekuensi 6300 Hz (a) sisi B x = 5, (b) sisi B y = 4, (c) sisi L x= 3, (d) sisi L y = 4, (e) sisi R x = 3, dan (f) sisi R y =4 .....	32

## DAFTAR SIMBOL

$P_0, P$	: Tekanan	$Pa, N/m^2$
$\rho_0, \rho$	: Kerapatan	$kg/m^3$
$v$	: Volume	$m^3$
$I$	: Intensitas gelombang bunyi	$J/s.m^2, Watt/m^2$
$R$	: Koefisien refleksi	-
$\alpha$	: Koefisien serap	-
$T$	: Koefisien transmisi	-
$S$	: Koefisien hamburan	-
$Z$	: Impedansi akustik	$Kg/m^4s$
$u$	: Kecepatan partikel medium	$m/s$
$c$	: Kecepatan gelombang bunyi	$m/s$
$j$	: Bilangan imajier $\sqrt{-1}$	-
$t$	: Waktu	$s$
$\omega$	: Kecepatan sudut	$rad/s$
$W$	: Kuat bunyi	dB
$F$	: Gaya	N
$m$	: Massa	kg
$a$	: Percepatan	$m/s^2$
$Z_0$	: Impedansi akustik di udara	$Kg/m^4s$
$k$	: Bilangan gelombang ( $\omega/c$ )	-