

**TUGAS AKHIR**

**MENGGAMBAR RUANGAN DENGAN MENGGUNAKAN  
MUSIK**



**SOVIA HARIYANI HANE UNTUNG**

**NPM: 2013720001**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2018**

**FINAL PROJECT**

**SPACE DRAWING USING MUSIC**



**SOVIA HARIYANI HANE UNTUNG**

**NPM: 2013720001**

**DEPARTMENT OF PHYSICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**



**MENGGAMBAR RUANGAN DENGAN MENGGUNAKAN  
MUSIK**

**SOVIA HARIYANI HANE UNTUNG**

**NPM: 2013720001**

**Bandung, 12 Januari 2018**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D.**  
Ketua Tim Penguji

**Pembimbing Pendamping**

**Janto Vincent Sulungbudi, S.Si.**  
Anggota Tim Penguji

**Reinard Primulando, Ph.D.**

**Janto Vincent Sulungbudi, S.Si.**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi**

**Philips Nicolas Gunawidjaja, Ph.D.**



## PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul:

### MENGGAMBAR RUANGAN DENGAN MENGGUNAKAN MUSIK

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 12 Januari 2018



Sovia Hariyani Hanc Untung  
NPM: 2013720001

## ABSTRAK

Dalam kehidupan sehari-hari, bunyi sudah banyak dimanfaatkan untuk membantu pekerjaan manusia. Salah satunya adalah untuk mengukur jarak. Bunyi merupakan contoh gelombang, sehingga bunyi dapat bersuperposisi tegak lurus dengan bunyi lain yang dapat membentuk *Lissajous curve*. *Lissajous curve* terjadi ketika gelombang pertama yang datang dari arah horizontal dan gelombang kedua yang datang dari arah vertikal bertemu dalam medium yang sama. Oleh karena itu, prinsip *Lissajous curve* ini dapat digunakan untuk menghasilkan gambar apapun sesuai kebutuhan. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk menggambar sebuah ruangan dengan menggunakan musik, ukuran ruangan dapat diketahui dengan memanfaatkan korelasi silang. Selanjutnya, dibutuhkan nilai kedua *channel* musik dan nilai koordinat gambar ruangan yang didapat dengan menggunakan *readbitmap*. Kemudian, *range* nilai koordinat gambar diubah menjadi *range* nilai kedua *channel* gelombang musik. Sehingga, dibuatlah program untuk mengubah nilai *channel* kiri musik dengan nilai koordinat  $y$  gambar, ketika nilai *channel* kanan musik sama atau masuk dalam *range* atau batasan dari nilai koordinat  $x$  gambar. Setelah itu, gelombang musik diplot dan menghasilkan gambar. Gambar yang dihasilkan kurang sempurna karena tidak semua nilai *channel* kanan sama dengan koordinat  $x$ . Hasil akhir dari program ini kemudian divisualisasikan dengan menggunakan osiloskop. Selanjutnya, solusi grafik *inverse problems* menggambar ruangan dengan menggunakan musik dapat dicari dengan melakukan superposisi gelombang.

**Kata-kata kunci:** gelombang, korelasi silang, konvolusi, *lissajous curve*, *inverse problems*

## ABSTRACT

In everyday life, the sound has been widely used to help human work. One is to measure the distance. Sound is an example of a wave, so that the sound can be posed perpendicular to another sound that can form a Lissajous curve. Lissajous curve occurs when the first wave coming from the horizontal direction and the second wave coming from the vertical direction meet in the same medium. Therefore, this Lissajous curve principle can be used to produce any image as needed. The purpose of this final project is to draw a room using music, room size can be known by utilizing cross correlation. Furthermore, it takes the value of both music channels and the coordinate value of the room images obtained by using readbitmap. Then, the image coordinate range is converted to the second value range of the music wave channel. Thus, a program was created to change the value of the left channel of the music to the image y coordinate value, when the music channel's right value is the same or entered within the range or border of the image x coordinate value. After that, the music waves are plotted and produced images. The resulting image is less than perfect because not all right channel values are equal to x coordinates. The end result of the program is then visualized using an oscilloscope. Furthermore, graphic solutions inverse problems of drawing space by using music can be searched by doing wave superposition.

**Keywords:** waves, cross correlation, convolution, lissajous curve, inverse problems

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkatNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Menggambar Ruang dengan Menggunakan Musik" dengan baik dan lancar. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Sains di Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberi bimbingan dan arahan yang berguna bagi penulisan ini. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Bapak Philips Gunawidjaja, Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing dan mengarahkan penulis.
- Bapak Janto Sulungbudi, selaku pembimbing serta yang telah membimbing dan mengarahkan penulis.
- Kedua orang tua penulis yang telah membiayai hidup penulis dan selalu mendukung penulis.
- Adik-adik penulis, Nina, Aldo dan Andi yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis.
- Dosen Fisika Unpar: Prof Beni, Pak Rusli, Pak Paulus, Ibu Silvy, Pak Reinard, Pak Haryanto, Ibu Risti, Pak Kian Ming, Ibu Flaviana, Ibu Elok, dan Ibu Farica yang telah mengajarkan banyak hal dan pengalaman di Ilmu Fisika pada penulis.
- Dekanat FTIS Unpar
- Staf TU dan karyawan FTIS Unpar
- Meutia Wulansatiti, Fahmi Maulana dan Yusak Airori yang selalu mendukung penulis dalam keadaan apapun.
- Ibu Risti, Pak Reinard dan laboran.
- Mahasiswa Fisika Unpar angkatan 2011-2016.
- Teman-teman SMAN 1 Atambua angkatan 2010.
- Teman-teman di Eco Camp khususnya Ksatria Shambala angkatan 17.2.
- Teman-teman APM Batch 2.

Bandung, Januari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xvii</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan Penulisan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah Penulisan . . . . .	2
1.5 Sistematika Penulisan . . . . .	2
<b>2 DASAR TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Getaran . . . . .	5
2.2 Gelombang . . . . .	7
2.3 Superposisi Gelombang . . . . .	7
2.4 Superposisi Tegak Lurus . . . . .	8
2.5 Pemantulan Gelombang . . . . .	9
2.6 Korelasi Silang . . . . .	10
2.7 <i>Reverberation</i> . . . . .	11
2.7.1 Konvolusi . . . . .	11
2.8 Respons Impuls . . . . .	12
2.9 Bitmap . . . . .	13
2.10 Metode Penyelesaian Masalah . . . . .	14
<b>3 METODE PENELITIAN</b>	<b>15</b>
3.1 Tahapan Penelitian . . . . .	15
3.2 Prosedur Penelitian . . . . .	16
3.2.1 Program untuk Mengukur Jarak . . . . .	16
3.2.2 Program Kedua : Menggambar ruangan dengan menggunakan musik. . . . .	20
3.2.3 Program Ketiga : Mencari solusi dari <i>inverse problems</i> . . . . .	22
<b>4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil . . . . .	25
4.2 Pembahasan . . . . .	26
4.2.1 Pembahasan Program Pertama . . . . .	26
4.2.2 Pembahasan Program Kedua . . . . .	26
4.2.3 Pembahasan Program Ketiga . . . . .	27
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>29</b>
5.1 Kesimpulan . . . . .	29
5.2 Saran . . . . .	29



DAFTAR REFERENSI	31
A PROGRAM	33
B KODE PROGRAM	35
C KODE PROGRAM	37
D KODE PROGRAM	39
E KODE PROGRAM	41

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Sebuah drum yang bergetar membuat molekul-molekul udara di sekitarnya mengalami rapatan dan regangan [1]. . . . .	5
2.2	Garpu tala yang diketuk akan menghasilkan getaran [2]. . . . .	6
2.3	(a) Gelombang transversal: arah getar tegak lurus dengan arah rambatnya. (b) Gelombang longitudinal: arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatnya. . . . .	7
2.4	Penjumlahan gelombang A dan gelombang B yang berfrekuensi sama akan menghasilkan gelombang C yang berfrekuensi sama [2]. . . . .	7
2.5	Garpu tala dipukul dalam arah $x$ dan $y$ maka ujungnya seperti bergerak dalam lingkaran [2]. . . . .	8
2.6	<i>Delay</i> fasor oleh $\tau$ sekon [2]. . . . .	9
2.7	<i>Delay</i> fasor oleh $\tau$ sekon [2]. . . . .	12
2.8	Besar respons dari filter <i>feedforward</i> sederhana [2]. . . . .	13
2.9	Alur penyelesaian masalah. . . . .	14
3.1	Alur Penelitian. . . . .	15
3.2	Grafik dari sinyal <i>mtlb</i> yang asli. . . . .	16
3.3	Grafik dari sinyal <i>mtlb</i> yang sudah ditambahkan dengan <i>echo</i> . . . . .	17
3.4	Grafik hasil korelasi antara bunyi <i>mtlb</i> (Gambar 3.9) dengan bunyi <i>mtlb</i> yang sudah ditambah dengan <i>echo</i> (Gambar 3.3). . . . .	17
3.5	<i>Basement</i> tempat suara direkam. . . . .	18
3.6	Grafik rekaman <i>record1</i> yang direkam di <i>basement</i> (Gambar 3.5). . . . .	18
3.7	Hasil korelasi diri dari rekaman <i>record1</i> . . . . .	18
3.8	Grafik <i>record1.wav</i> yang digunakan untuk mengonvolusi sinyal suara <i>mtlb</i> . . . . .	19
3.9	Grafik dari bunyi asli <i>mtlb</i> pada perangkat lunak MatLab. . . . .	20
3.10	Persegi panjang yang merupakan model bentuk ruangan. . . . .	20
3.11	Hasil dari plot ulang baris dan kolom dari gambar 3.10. . . . .	21
3.12	Bentuk ruangan yang digambar dengan menggunakan musik <i>record1.wav</i> . . . . .	22
3.13	Bentuk ruangan yang muncul pada layar osiloskop. . . . .	22
3.14	Grafik solusi <i>inverse problems</i> dari program menggambar ruangan persegi panjang dengan menggunakan musik <i>record1.wav</i> . . . . .	23
4.1	Grafik dari bunyi Matlab yang sudah ditambahkan dengan <i>echo</i> . . . . .	25
4.2	Grafik solusi <i>inverse problems</i> dari program menggambar ruangan persegi panjang dengan menggunakan musik <i>record1.wav</i> . . . . .	25
A.1	Tampilan perangkat Matlab untuk memulai suatu program. . . . .	33

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Setiap orang pasti pernah mengeluarkan suara dan jika ditelusuri, suara yang dihasilkan orang tersebut berbeda, ketika bernyanyi di padang rumput yang luas dibandingkan dengan ketika dalam ruangan yang kedap suara. Mengapa demikian? Hal ini terjadi karena ruangan dapat mengubah suara. Ketika seseorang berteriak di dalam sebuah ruangan, maka yang terdengar adalah suara asli dan suara pantulan dari teriakan orang tersebut. Suara orang tersebut dipantulkan karena mengenai penghalang seperti dinding, atap, dan lantai dari ruangan.

Di dalam kehidupan sehari-hari, pantulan suara dapat dimanfaatkan untuk mengukur jarak. Sebagai contoh, seorang anak yang sedang berjalan di padang rumput yang luas, ketika melihat sebuah tebing dan ingin mengukur jarak antara posisinya dengan tebing, maka dia dapat berteriak dan mendengar kembali pantulan suaranya. Dengan menghitung selang waktu saat dia berteriak sampai dia mulai mendengar kembali pantulan suaranya, dia dapat menghitung jaraknya dengan tebing.

Selain sebagai pengukur jarak, gelombang suara juga dapat digunakan untuk menggambar berbagai bentuk apapun seperti yang dilakukan oleh Jerobeam Fenderson. Gambar Jerobeam Fenderson dihasilkan dengan menggunakan superposisi tegak lurus yang sering dikenal dengan *Lissajous curve*.

Gelombang juga dapat dimanfaatkan pada *reverberation* yang digunakan para pemusik sebelum tampil, sehingga musik yang dimainkan dapat menjadi lebih baik. *Reverberation* adalah sebuah proses untuk membuat sebuah musik seolah-olah dimainkan dalam ruangan tersebut. Proses *reverberation* ini menggunakan prinsip konvolusi, yang menggabungkan beberapa sumber suara. Rekaman suara ini sebelumnya diolah terlebih dahulu dengan menggunakan prinsip korelasi silang pada Matlab untuk mendapatkan selang waktu antara suara asli dan suara pantul. Hal ini dilakukan, karena telinga manusia tidak dapat membedakan suara asli dengan suara pantul ketika sebuah musik dimainkan dalam sebuah ruangan. Selang waktu antara suara asli dan suara pantul ini yang digunakan untuk mencari ukuran ruangan.

Pada tugas akhir ini, prinsip konvolusi digabungkan dengan prinsip *Lissajous curve* untuk menggambar bentuk ruangan yang sesuai dengan ukurannya dengan memanfaatkan korelasi sebuah musik. Musik yang digunakan dikonvolusi dengan sebuah rekaman suara untuk menghasilkan musik baru, sehingga seolah-olah musik ini dimainkan di dalam ruangan tempat suara direkam. Ruang rekaman ini kemudian digambar dengan melakukan superposisi tegak lurus antara gelombang musik

dengan sebuah gelombang lain yang belum diketahui bentuknya.

Pada proses penggambaran ruangan, terdapat permasalahan yang menarik yaitu mencari bentuk gelombang lain yang disuperposisi tegak lurus dengan gelombang musik untuk membentuk gambar ruangan. Permasalahan ini disebut dengan *inverse problems* yang akan memiliki solusi lebih dari satu. [3]. Bidang *inverse problems* pertama kali dikenalkan oleh seorang fisikawan yang berasal dari Soviet - Armenia yang bernama Viktor Ambartsumian [4]. *Inverse problems* sangat dibutuhkan karena dapat membangun kreativitas.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, muncul permasalahan yaitu :

1. Bagaimana mencari ukuran ruangan dengan menggunakan suara pantulan?
2. Bagaimana menggambar bentuk ruangan dengan menggunakan gelombang musik?
3. Bagaimana menyelesaikan *inverse problems* pada superposisi tegak lurus dua buah gelombang?

## 1.3 Tujuan Penulisan

Adapun penulisan tugas akhir bertujuan untuk :

1. Menggunakan prinsip korelasi bunyi pantul untuk mencari ukuran ruangan.
2. Menggunakan prinsip Lissajous *curve* untuk menggambar bentuk ruangan dengan menggunakan gelombang musik.
3. Mencari grafik gelombang lain yang ketika disuperposisikan dengan gelombang musik akan menghasilkan bentuk ruangan.

## 1.4 Batasan Masalah Penulisan

Adapun batasan masalah penulisan dan penelitian ini adalah :

1. Frekuensi suara yang digunakan adalah frekuensi audiosonik (20 Hz - 20 kHz).
2. Model ruangan berbentuk persegi panjang.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. Bab 1 Pendahuluan  
Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah penulisan, dan sistematika penulisan.

2. Bab 2 Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang getaran, gelombang, superposisi gelombang, *Lissajous curve*, pemantulan gelombang, korelasi silang, *reverberation*, respons impuls, *bitmap* dan metode penyelesaian masalah.

3. Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini memaparkan tentang tahapan penelitian dan prosedur penelitian. Di dalam prosedur penelitian ini, terdapat cara dan pemrograman yang dilakukan untuk mencari ukuran ruangan, menggambar bentuk ruangan dengan menggunakan musik dan menyelesaikan *inverse problem* pada penjumlahan gelombang musik untuk menggambar bentuk ruangan.

4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini memaparkan hasil dan membahas tentang bagaimana program-program pada prosedur penelitian dapat dilakukan.

5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari hasil dan pembahasan pada bab 4 dan disertai saran-saran yang diberikan untuk kelanjutan pengembangan tugas akhir ini.