

**SKRIPSI**  
**ANALISA FREKUENSI FORMANT PADA LIMA HURUF HIDUP**  
**BAHASA INDONESIA DIALEK JAWA SURAKARTA DENGAN**  
**PERMODELAN TABUNG AKUSTIK SEDERHANA**

**MARSUDI**  
**M.0200035**

Sebagai salah satu syarat memperoleh derajat Sarjana Sains  
pada jurusan fisika



**Jurusan Fisika**  
**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan**  
**Universitas Sebelas Maret**  
**Surakarta**  
**2006**

**SKRIPSI**  
**ANALISA FREKUENSI FORMANT PADA LIMA HURUF HIDUP**  
**BAHASA INDONESIA DIALEK JAWA SURAKARTA DENGAN**  
**PERMODELAN TABUNG AKUSTIK SEDERHANA**

**Marsudi**  
**M.0200035**

Dinyatakan lulus ujian skripsi oleh tim penguji  
pada hari Jum'at, 22 Desember 2006

**Tim Penguji**

<b>Drs. Iwan Yahya, M.Si.</b>	<b>( Ketua )</b>	.....
<b>Artono Dwijo Sutomo, S.Si., M.Si.</b>	<b>( Sekretaris )</b>	.....
<b>Ir. Ari Handono Ramelan, M.Sc., Ph.D.</b>	<b>( Penguji )</b>	.....
<b>Viska Inda Variani, S.Si., M.Si.</b>	<b>( Penguji )</b>	.....

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
memperoleh gelar sarjana sains

Mengetahui,

**Dekan**

**Ketua Jurusan Fisika**

**Drs. H. Marsusi, M.S.**  
**NIP. 130906776**

**Drs. Harjana, M.Si., Ph.D.**  
**NIP. 131570309**

## **Motto**

*Dan Aku tidak menciptakan jin dan manusia melainkan supaya mereka menyembah-Ku.  
(Adz Dzariyaat 56)*

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah*, segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala. Atas semua limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ **Analisa Frekuensi Formant Pada Lima Huruf Hidup Bahasa Indonesia Dialek Jawa Surakarta dengan Permodelan Tabung Akustik Sederhana** “. Salam dan shalawat senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad ShalaAllahu ‘Alaihi wa Salam, keluarganya, sahabat, dan orang-orang istiqomah di jalannya hingga akhir jaman.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk kelulusan tingkat sarjana strata satu pada jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Sebelas Maret Surakarta..

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan beribu terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian serta ide-ide penyelesaian Tugas Akhir ini, diantaranya :

1. Bapak Drs Iwan Yahya, M.Si. sebagai Pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membina dan memberikan bimbingan kepada penulis.
2. Bapak Artono D.S, S.Si, M.Si. sebagai Pembimbing II dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Ari Handono Ramelan, M.Sc, Ph.D. dan Ibu Viska Inda Variani, S.Si, M.Si., sebagai penguji yang memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Ketua Jurusan Fisika, Drs. Harjana, M.si, Ph.D.
5. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam universitas Sebelas Maret Surakarta, Drs. Marsusi, M.S.
6. Seluruh Dosen Jurusan Fisika, terima kasih atas bimbingannya selama ini.
7. Seluruh Staf dan karyawan laboratorium MIPA Pusat, Sub Lab Fisika Universitas Sebelas Maret Surakarta, terima kasih atas bantuannya.
8. Bapak, Ibu, Kakak, dan Adikku, terima kasih atas dukungan selama ini.
9. Naufal, terima kasih atas semua pinjaman cd program, ampiran kostnya, serta obrolan – obrolannya.
10. Tarman, Sriyadi, Affandi, Ismar, dan teman – teman fisika 2000 kebersamaan selama ini telah memberikan pelajaran hidup yang berharga.
11. Teman-teman di pojok Perpus SKI 2001/2002, dan D.U SKI 2002/2003 ( Ahmad, Latif, Ikwi, Triono,... ).
12. Teman-teman di YDI Daar El Dzikr, tetap istiqomah dalam berdakwah di atas manhaj salaf. Semoga sekolah yang kita bangun mampu menghasilkan insan-insan yang kokoh di manhaj ini. Amiin

13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam tulisan ini.

Semoga segala bentuk bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan pahala yang lebih baik disisi Allah.

Tak ada gading yang tak retak, begitu juga dengan karya tulis ini yang masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu saran dan kritik untuk perbaikan sangat penulis harapkan. Akhirnya, semoga karya tulis ini bermanfaat dan dapat memberi sumbangan kemajuan bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Indonesia khususnya.

Surakarta, Desember 2006  
Penulis

## DAFTAR ISI

Judul	i
Pengesahan	ii
Pernyataan	iii
Motto	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Lampiran	xi
Daftar Notasi	xii
Intisari	xiii
Abstract	xiv
Bab I Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah	4
I.4. Tujuan Penelitian	4
I.5. Manfaat Penelitian	5
I.6. Sistematika Penelitian	5
Bab II Dasar Teori	7
II.1. Gelombang Bunyi	7
II.2. Gelombang Tegak	8
II.3. Resonansi	9
II.4. Resonansi Pada Tabung Akustik	11
II.5. Suara Manusia	13
II.6. Bentuk Model <i>Vocal Tract</i>	16
II.6.1 Model Tabung Akustik Sederhana	16
II.6.2 Model Kelly-Lochbaum dengan Tabung Berjenjang	17
II.6.3 Model Kelly-Lochbaum dengan Tabung Kerucut	18
II.7. Resonansi Pada <i>Vocal Tract</i>	19
II.8. Bahasa Indonesia	20
Bab III Metodologi Penelitian	21
III.1. Alat dan Bahan	21
III.1.1. Alat	21
III.1.2. Bahan	21
III.2. Rancangan Penelitian	22
III.3. Cara Kerja	23
III.3.1. Pengambilan Data	23
III.3.2. Pencuplikan dan Segmentasi	23
III.3.3. Pengukuran Formant	24
III.3.4. Uji <i>Paired Sample t</i>	25

III.3.5. Pengolahan Data dengan Grafik	26
Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan	27
IV.1. Frekuensi Formant Pada Spektrum Suara	27
IV.2. Perubahan <i>Vocal Tract</i>	29
IV.3. Uji <i>Paired Sample t</i>	32
IV.4. Analisa Grafik	35
Bab V Penutup	40
V.1. Kesimpulan	40
V.2. Saran	42
Daftar Pustaka	43
Lampiran	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Resonator Kratzenstein	2
Gambar 2.1. Kurva Resonansi	11
Gambar 2.2. a. Menggambarkan gelombang tegak tabung tertutup b. Menggambarkan gelombang tegak tabung terbuka	12
Gambar 2.3. Keadaan pita suara a. Pita suara tertutup b. Pita suara diantara dua keadaan ekstrim c. Pita suara dalam keadaan tertutup	15
Gambar 2.4. <i>Vocal tract</i> pada manusia	15
Gambar 2.5. Model tabung akustik tertutup	17
Gambar 2.6. Model Kelly-Lochbaum dengan tabung berjenjang	18
Gambar 2.7. Model Kelly-Lochbaum menggunakan kerucut	19
Gambar 3.1. Bagan alir prosedur penelitian	22
Gambar 3.2. Kelompok ucap yang terdiri satuan ucap huruf hidup /a/, /i/, /u/, /e/, dan /o/ dengan Cooledit 2000	24
Gambar 4.1. Spektrum suara salah satu huruf hidup /a/	28
Gambar 4.2. Frekuensi formant pada pengucapan huruf hidup /a/ dengan menggunakan Praat 4.3.30	29
Gambar 4.3. Plot frekuensi formant dari 25 data frekuensi formant anak-anak	35
Gambar 4.4. Plot frekuensi formant dari 25 data frekuensi formant orang dewasa	36
Gambar 4.5. Plot formant dari 25 data frekuensi formant anak-anak	36
Gambar 4.5. Plot formant dari 25 data frekuensi formant orang dewasa	37
Gambar 4.7. Pola pengucapan lima huruf hidup bahasa Indonesia pada anak-anak	38
Gambar 4.8. Pola pengucapan lima huruf hidup bahasa Indonesia pada orang dewasa	39



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Rata – rata nilai frekuensi formant pada anak	30
Tabel 4.2. Rata – rata nilai frekuensi formant pada orang dewasa	30
Tabel 4.3. Hasil uji <i>paired sample t</i> anak–anak dan dewasa	33
Tabel 5.1. Hasil rata-rata pengukuran frekuensi formant	41

## DAFTAR LAMPIRAN

Data frekuensi formant dewasa	45
Data frekuensi formant anak – anak	47

## DAFTAR NOTASI

$f$	= Frekuensi , Hz
$f_0$	= Frekuensi alami , Hz
$f_1$	= Frekuensi formant pertama , Hz
$f_2$	= Frekuensi formant kedua , Hz
$\lambda$	= Panjang gelombang , m
$L$	= Panjang tabung , m
$t$	= Uji <i>Paired Sample t</i>
$v$	= Kecepatan bunyi di udara , ms <sup>-2</sup>

## INTISARI

### **Analisa Frekuensi Formant Pada lima Huruf Bahasa Indonesia Dialek Surakarta Dengan Permodelan Tabung Akustik Sederhana**

Oleh  
Marsudi  
M.0200035

Telah dilakukan pengukuran frekuensi formant pertama dan kedua pada bunyi ucap lima huruf hidup bahasa Indonesia dialek Jawa Surakarta dengan permodelan tabung akustik sederhana pada anak laki-laki usia 10 sampai 11 tahun dan laki-laki dewasa usia 23 sampai 28 tahun. Pengambilan sampel dilakukan dengan merekam kelompok bunyi ucap yang terdiri /a/, /i/, /u/, /e/, dan /o/ dengan jarak 5 sampai 10 cm antara alat rekam dengan bibir subyek. Pencuplikan dilakukan dengan sampling rate 8000 Hz dan resolusi 16 bit. Setelah dilakukan segmentasi dan penapisan kemudian dilakukan pengukuran frekuensi formant menggunakan Praat 4.3.30. Hasil uji *paired sample t* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada keseluruhan frekuensi formant pertama antara anak-anak dan orang dewasa. Adapun pada frekuensi formant kedua pasangan uji yang populasi rata-rata frekuensi formantnya sama adalah pasangan uji huruf hidup /a/ dan /e/, /i/ dan /e/, /i/ dan /o/ untuk anak-anak, dan pasangan uji /a/ dan /i/, /e/ dan /i/ untuk orang dewasa. Selibuhnya memiliki rata-rata frekuensi formant yang berbeda. Nilai frekuensi formant baik pertama maupun kedua pada anak-anak lebih tinggi daripada orang dewasa.

Kata Kunci: frekuensi formant, huruf hidup, Praat 4.3.30, uji *paired sample t*

## ABSTRACT

### Analyse The Formant Frequency Of Five Indonesian Vowels Dialectally Java Surakarta With The Simple Acoustic Tube Model

By

Marsudi  
M.0200035

It has been conducted the measurement of the first and second formant frequency at five Indonesian vowels dialectally Java Surakarta with the simple acoustic tube model of 10 until 11 years and 23 until 28 years old male subjects. The sample was recorded with distance 5 until 10 cm among appliance recorder with subjects lips and composed group say of /a/, /i/, /u/, /e/, and /o/. Then, it digitized with the sampling rate 8000 Hz and 16 bit of resolution. After segmentation and pre-emphasizing by using Praat 4.3.30, then the result analyzed the paired sample t test procedure. The result shows that an overall differences for the first formant frequency of child and adult. A similarities pattern for the second formant frequency of the couple which mean population for the vowel /a/ and /e/, /i/ and /e/, /i/ and /o/ for a child, while of the vowel /a/ and /i/, /e/ and /i/ for the adults. The rest of subject shows that the mean population formant frequency is different. The overall value of formant frequency of a child is higher than those of adult.

Keywords : *formant frequency, vowels, Praat 4.3.30, paired sample t test*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

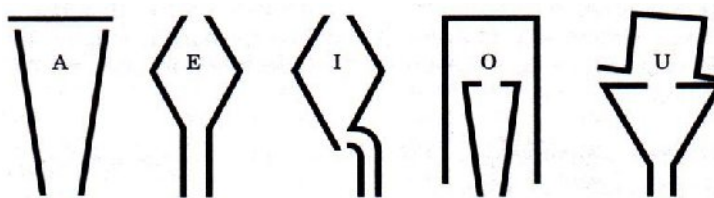
Teknologi adalah aplikasi praktis suatu pengetahuan, khususnya dalam suatu bidang tertentu. Teknologi berkembang semakin cepat dari waktu ke waktu karena penemuan satu teknologi baru dapat mempercepat penemuan teknologi berikutnya. Salah satu teknologi yang mengalami kemajuan pesat adalah teknologi komputer.

Perkembangan teknologi komputer masa depan memungkinkan komputer dapat menerima masukan dalam bentuk suara juga dapat menyajikan hasil komputasi dalam bentuk ucapan (Arry Akhmad Arman, 2004). Berdasarkan pernyataan tersebut maka komunikasi manusia dengan komputer akan seperti layaknya manusia berkomunikasi langsung antar manusia menggunakan ucapan atau suara.

Penelitian tentang ucapan dimulai dengan penelitian-penelitian untuk melakukan pemahaman tentang sinyal ucapan. Pada tahun 1779, *Imperial Academy of St. Petersburg* menyelenggarakan suatu kompetisi dengan tujuan untuk mengetahui hal-hal berikut :

1. Karakteristik apa yang menyebabkan pengucapan dari suara huruf hidup /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ berbeda satu sama lain ?
2. Apakah dapat dibuat sebuah instrumen seperti pipa suatu organ yang dapat menghasilkan suara seperti bunyi huruf hidup ?

Seorang peneliti dari Rusia yang bernama Christian Gottlieb Kratzenstein memenangkan kompetisi tersebut dengan membuat satu set resonator akustik yang mensimulasikan mulut manusia. Resonator Kratzenstein terdiri dari 5 bentuk tabung, masing-masing untuk mensimulasikan satu bunyi huruf hidup yang ditunjukkan pada gambar 1.1.



Gambar 1.1. Resonator Kratzenstein

Pengucapan suara manusia yang berbeda-beda merupakan akibat perubahan bentuk *vocal tract*. *Vocal tract* yang terdiri dari pangkal tenggorokan, rongga hidung, dan rongga mulut membentuk sebuah tabung resonansi akan mengalami perubahan bentuk seiring dengan pergerakan alat artikulasi yang terdiri dari langit-langit tulang belakang, lidah, dan rahang dengan suara ucapan yang ditimbulkan. Perubahan bentuk *vocal tract* dapat ditandai dengan perubahan frekuensi resonansi (frekuensi formant) untuk tiap-tiap suara ucapan yang ditimbulkan.

Penelitian tentang perubahan frekuensi resonansi dalam pengucapan bahasa Indonesia masih jarang dilakukan, sedangkan bahasa Indonesia merupakan bahasa *lingua franca* pada kepulauan Indonesia yang dihuni lebih dari 200 juta penduduk. Penelitian yang dilakukan oleh Podesva dan Niken Adisasmito Smith tahun 1999 tentang akustik huruf hidup pada suku Bugis dan suku Batak Toba

terbatas pada kedua bahasa daerah suku tersebut yang menunjukkan bahwa daerah distribusi fekuensi formant untuk huruf hidup /u/ dan /o/ pada kedua bahasa saling tumpang tindih pada distribusi elips. Berdasarkan penelitian tersebut, maka penelitian tentang karakteristik frekuensi formant pada pengucapan huruf hidup bahasa Indonesia dialek Jawa Surakarta ini dilakukan.

## **I.2. Rumusan Masalah**

Saluran suara manusia membentuk sebuah tabung resonansi yang bila udara lewat di dalamnya maka akan bergetar pada frekuensi–frekuensi diskrit tertentu. Ketika mengucapkan satu kata, udara yang berasal dari paru–paru akan menggetarkan pita suara yang kemudian melewati daerah *vocal tract* yang akan membentuk udara menjadi suara sesuai respon dari otak. Dalam pembentukan suara yang berbeda–beda tersebut bentuk *vocal tract* juga mengalami perubahan bentuk menyesuaikan dengan jenis suara ucap yang akan dikeluarkan. Perubahan bentuk *vocal tract* memberikan besarnya frekuensi formant tiap suara ucap berbeda–beda.

Perubahan frekuensi tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan beberapa *software* yang secara khusus dikembangkan untuk analisis ucapan (*speech analysis*). Salah satunya adalah Praat 4.3.30 yang digunakan dalam penelitian ini karena pertimbangan kelengkapan fasilitas analisisnya.



### **I.3. Batasan Masalah**

Analisa yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan beberapa batasan berikut :

1. Model tabung akustik sederhana. Dengan model tersebut maka struktur *vocal tract* disederhanakan menyerupai sebuah tabung berdiameter tetap dengan salah satu ujungnya tertutup.
2. Bunyi ucap huruf hidup monophthong yaitu /a/ seperti pada kata ada, /i/ seperti pada kata ini, /u/ seperti pada kata ungu, /e/ seperti pada kata enak, /o/ seperti pada kata orang.
3. Subyek perhitungan adalah anak laki-laki usia 10 tahun sampai 11 tahun dan orang dewasa laki-laki usia 23 sampai 28 tahun yang berbahasa Indonesia dengan dialek Jawa Surakarta.
4. Parameter yang dihitung adalah frekuensi formant pada formant pertama dan formant kedua.
5. Untuk menentukan rata-rata frekuensi formant pertama dan kedua menggunakan software Praat 4.3.30.

### **I.4. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mencari karakteristik frekuensi formant pada pengucapan huruf hidup pada anak-anak dan orang dewasa yang menggunakan bahasa Indonesia dengan dialek Jawa Surakarta berdasarkan permodelan tabung akustik sederhana.

### **I.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap perkembangan sintesis ucapan dan pengenalan ucapan dalam bahasa Indonesia. Lebih jauh lagi dapat menjadi dasar pengembangan basis data untuk teknologi *Text to Speech* (TTS) dalam bahasa Indonesia.

### **I.6. Sistematika Penulisan**

Untuk memperjelas dan mempermudah penyusunan laporan tugas akhir ini, maka secara ringkas sistematika penulisannya disusun dalam 5 bab yang meliputi :

- BAB I       Pendahuluan, menjelaskan tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- BAB II       Dasar teori, berisi tinjauan pustaka yang berkaitan dengan judul penelitian yaitu tentang resonansi dan *phonation* yaitu tentang proses menghasilkan suara pada manusia.
- BAB III      Metodologi penelitian, pada bab ini dijelaskan tentang metode penelitian yang dipakai, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, rancangan diagram alir penelitian serta cara kerja.
- BAB IV      Hasil dan pembahasan, pada bab ini dilaporkan tentang hasil penelitian yaitu frekuensi formant pada lima huruf hidup bahasa Indonesia dengan dialek Jawa Surakarta, uji *paired sample t* untuk

menganalisa perbedaan frekuensi formant masing–masing huruf hidup, analisa gambar sebaran data frekuensi formant, dan pola pengucapan huruf hidup.

**BAB V** Penutup, berisi kesimpulan dari semua proses penelitian yang telah dilakukan disertai beberapa saran untuk perbaikan penelitian selanjutnya. Kemudian lembar akhir laporan tugas akhir ini ditutup dengan daftar pustaka dan lampiran.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **II.1. Gelombang Bunyi**

Gelombang bunyi dapat dipandang sebagai sensasi berupa gangguan yang menjalar ke telinga, sehingga selaput kendang telinga bergetar. Getaran ini diubah menjadi denyut listrik yang dilaporkan ke otak lewat syaraf pendengaran, dan selanjutnya dimaknai sebagai bunyi.

Gelombang bunyi adalah gelombang mekanis longitudinal. Gelombang bunyi tersebut dapat menjalar di dalam benda padat, benda cair, dan gas. Medium gelombang bunyi ini adalah molekul yang membentuk bahan medium mekanik, karena adanya gangguan gelombang bunyi partikel-partikel bahan yang mentransmisikan sebuah gelombang tersebut berosilasi dalam arah penjalaran gelombang.

Gelombang longitudinal yang menjalar sepanjang sebuah tabung yang berisi gas akan direfleksikan di ujung-ujung tabung tersebut. Interferensi antara gelombang-gelombang yang menjalar di dalam arah yang berlawanan akan menghasilkan gelombang tegak.

Jika ujung tabung tersebut tertutup, maka gelombang yang direfleksikan mempunyai perbedaan fase dengan gelombang datang sebesar  $180^0$ . Hasil ini merupakan konsekuensi dari pergeseran elemen-elemen volume yang sangat kecil di ujung tertutup harus selalu sama dengan nol. Maka, sebuah ujung tertutup adalah sebuah titik simpul pergeseran.

Jika ujung tabung tersebut terbuka maka elemen–elemen volume di ujung tersebut akan bebas bergerak. Akan tetapi, sifat refleksi di ujung tersebut bergantung pada apakah tabung tersebut lebar atau sempit dibandingkan terhadap panjang gelombang, maka gelombang yang direfleksikan mempunyai fase yang hampir sama dengan gelombang yang datang. Berdasarkan hal tersebut, maka ujung terbuka tersebut merupakan titik perut pergeseran.

## II.2. Gelombang Tegak

Gelombang tegak akan terjadi jika superposisi sebuah gelombang datang dan sebuah gelombang yang direfleksikan, yang merupakan jumlah dua gelombang yang berjalan di dalam arah–arah yang berlawanan.

Ditinjau dua gelombang yang memiliki frekuensi dan kelajuan yang sama namun merambat dalam arah yang berlawanan berturut–turut seperti yang disajikan dalam persamaan (2.1) dan (2.2).

$$y_1 = y_m \sin ( kx - \omega t ) \quad (2.1)$$

$$y_2 = y_m \sin ( kx + \omega t ) \quad (2.2)$$

maka resultannya dapat dituliskan sebagai

$$y = 2y_m \sin kx \cos \omega t \quad (2.3)$$

yang merupakan persamaan sebuah gelombang tegak.

Amplitudo dari persamaan (2.3),  $2y_m \sin kx$ , mempunyai nilai maksimum sebesar  $2y_m$  pada titik–titik dimana dipenuhi kondisi

$$kx = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \dots$$

$$\text{atau} \quad x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}, \dots \quad (2.4)$$

Titik–titik ini dinamakan titik perut, yang satu sama lain dari titik berurutan berjarak setengah panjang gelombang.

Adapun nilai minimum untuk persamaan (2.3) terjadi pada kedudukan dimana

$$kx = \pi, 2\pi, 3\pi, \dots$$

$$\text{atau} \quad x = \frac{\lambda}{2}, \lambda, \frac{3\lambda}{2}, \dots \quad (2.5)$$

Titik–titik ini disebut dengan titik simpul, yang satu sama lain dari titik berurutan adalah setengah panjang gelombang.

### II.3. Resonansi

Jika sebuah sistem yang mampu berosilasi dipengaruhi oleh sederet denyut periodik yang sama atau yang hampir sama dengan salah satu frekuensi alami dari osilasi tersebut, maka sistem tersebut akan berosilasi dengan amplitudo yang relatif besar. Peristiwa ini disebut dengan resonansi.

Sebuah sistem akan bergetar pada frekuensi alaminya. Namun demikian sebuah sistem sering tidak semata–mata berosilasi pada frekuensi alaminya tetapi dapat juga karena gaya eksternal yang dikenakan padanya berosilasi pada frekuensi tertentu.

Sebagai contoh ketika sebuah masa pada pegas ditarik ke belakang dan ke depan dengan frekuensi  $f$ , massa kemudian bergetar pada frekuensi  $f$  sesuai

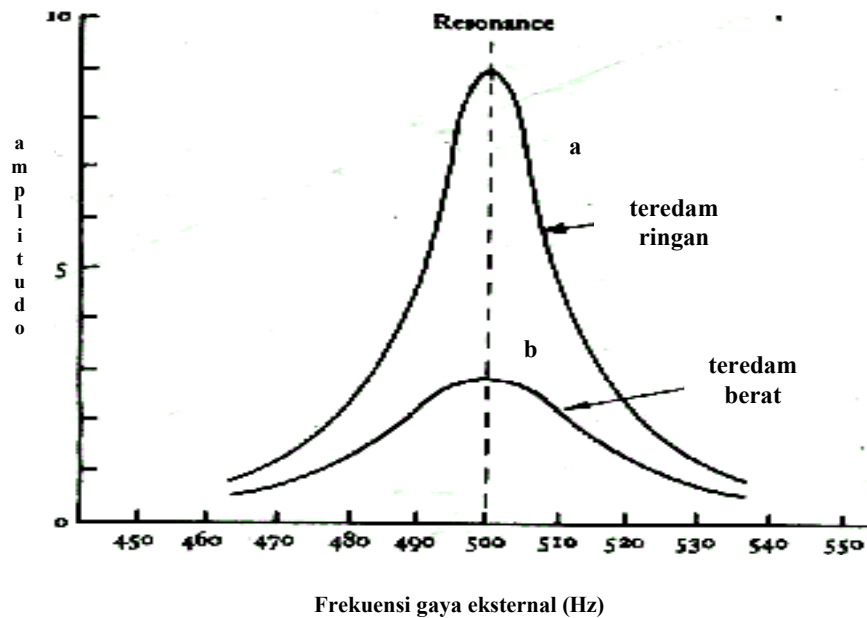
dengan gaya eksternalnya yang mana frekuensi ini berbeda dengan frekuensi alami  $f_0$  pegas yang dinyatakan dengan persamaan

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2.6)$$

Dengan demikian energi yang dipindahkan ke dalam sistem yang bergetar dengan gaya eksternal mempunyai amplitudo yang bergantung pada perbedaan antara  $f$  dan  $f_0$ , dan mempunyai nilai maksimum bila frekuensi gaya eksternal sama dengan frekuensi alami system,  $f = f_0$ . Energi yang ditransfer kepada sistem akan sebanding dengan kuadrat amplitudo.

$$E = \frac{1}{2} kA^2 \quad (2.7)$$

Peristiwa resonansi dari sistem yang dimaksud disajikan dalam gambar (2.1). Kurva (a) menggambarkan redaman ringan dan kurva (b) menggambarkan redaman berat. Amplitudo dapat menjadi besar bila frekuensi penggerak  $f$  mendekati frekuensi alami,  $f \approx f_0$ , sepanjang redaman tidak terlalu berat. Jika redaman ringan, kenaikan amplitudo menjadi sangat besar ketika  $f = f_0$ . Frekuensi getaran alami  $f_0$  pada sistem tersebut disebut frekuensi resonansi.



Gambar 2.1. Kurva resonansi

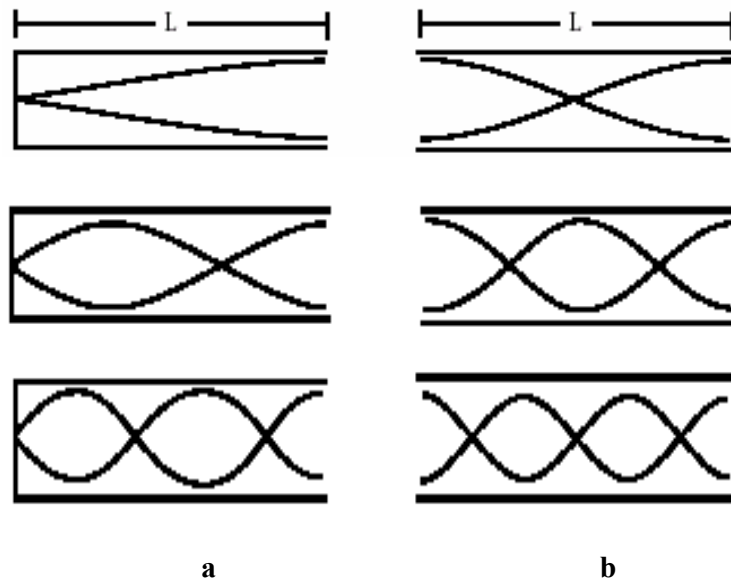
#### II.4. Resonansi Pada Tabung Akustik

Udara di dalam suatu rongga, dapat dipandang sebagai seutas tali yang terikat kedua ujungnya, yang hanya dapat bergetar pada frekuensi–frekuensi diskrit tertentu yang merupakan ciri rongga. Seutas tali yang terikat pada kedua ujungnya bergetar hanya dengan frekuensi–frekuensi yang bersangkutan dengan gelombang–gelombang tegak pada tali. Dengan analogi yang sama, maka hanya gelombang–gelombang tegak dengan panjang gelombang dan frekuensi tertentu saja dapat terjadi di dalam suatu rongga.

Gelombang dalam rongga akustik dapat digambarkan sebagai aliran atau pergeseran udara. Pada kasus tabung tertutup, maka ujung tabung harus merupakan simpul pergeseran karena udara tidak bebas untuk bergerak, sebaliknya pada ujung tabung yang terbuka menjadi perut karena udara dapat



bergerak bebas. Perilaku udara dalam tabung getar merupakan bentuk gelombang tegak longitudinal.



**Gambar 2.2. a. menggambarkan gelombang tegak tabung tertutup**  
**b. menggambarkan gelombang tegak tabung terbuka**

Untuk tabung tertutup, terdapat simpul pergeseran pada ujung tertutup dan perut pada ujung terbuka. Karena jarak antar simpul terdekat adalah  $\frac{1}{4}\lambda$ , maka frekuensi dasar dalam tabung tertutup bersesuaian dengan seperempat panjang gelombang sepanjang atau  $\lambda = 4L$ , dengan frekuensi dasar adalah  $f$

$$= \frac{v}{4L}.$$

Untuk tabung terbuka, maka perut pergeseran terdapat pada kedua ujungnya. Pada keadaan demikian harus terdapat sekurang-kurangnya satu simpul dalam tabung terbuka agar terbentuk pola gelombang tegak di dalamnya. Simpul tunggal bersesuaian dengan frekuensi dasar tabung, jarak antar simpul terdekat atau dua perut adalah  $\frac{1}{2}\lambda$ , sehingga  $\lambda = 2L$ , dengan frekuensi dasar adalah  $f = \frac{v}{2L}$ .

## II.5. Suara Manusia

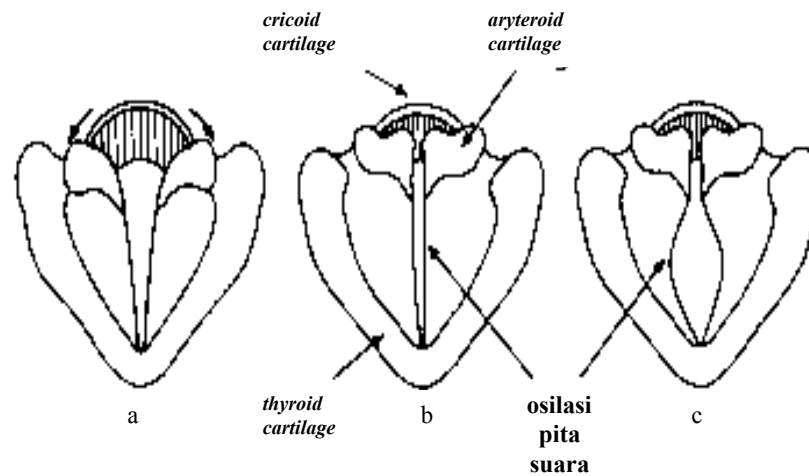
Bunyi dapat dibedakan dalam tiga aspek. Pertama, harus terdapat sumber bunyi, sebagaimana dalam beberapa gelombang, sumber gelombang bunyi adalah sesuatu yang bergetar. Kedua, energi yang dipindahkan dari sumber dalam bentuk gelombang bunyi longitudinal. Ketiga, bunyi dideteksi oleh telinga atau suatu alat penerima bunyi. Salah satu sumber bunyi yang dapat memenuhi tiga aspek diatas adalah suara manusia yang dihasilkan oleh bergetarnya pita suara.

*Phonation* secara umum adalah proses menghasilkan suara oleh manusia yang disebabkan oleh bergetarnya pita suara. *Phonation* diproduksi oleh sistem suara manusia yang terdiri dari paru-paru, pangkal tenggorokan, dan *vocal tract*. Paru-paru menyediakan udara yang selanjutnya akan digunakan oleh pangkal tenggorokan untuk menghasilkan bunyi dasar. Kemudian *vocal tract* mengatur bunyi dasar tersebut untuk menghasilkan bunyi yang berbeda.

Titik awal proses menghasilkan suara dimulai dari paru-paru yang menyediakan bahan bakar untuk kinerja sistem suara. Paru-paru dapat dipandang sebagai balon. Untuk memompanya manusia memiliki otot, diafragma, dan tulang

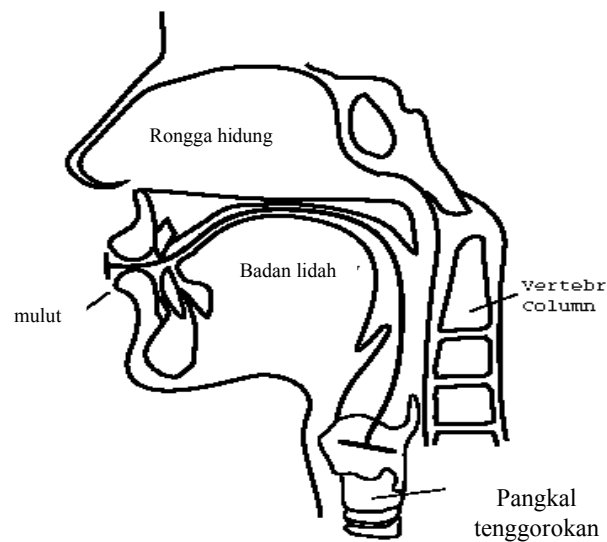
iga yang menekan paru-paru sehingga udara dihirup oleh mulut, hidung, dan saluran udara. Ketika otot pernafasan berelaksasi, elastisitas dari paru-paru menekan udara keluar. Tekanan tambahan juga di dapat dari otot abdominal dan otot tulang iga.

Pangkal tenggorokan yang sangat berperan dalam menghasilkan suara merupakan sistem yang terdiri dari tulang dan otot yang berlokasi di tenggorokan. Dua otot yang terpenting dalam proses menghasilkan suara adalah pita suara. Dua otot tersebut terletak saling berlawanan dan bergerak dengan cara membuka dan menutup jalan udara. Ketika pita suara tersebut tertutup rapat tidak ada udara yang lewat dan tidak ada suara yang dihasilkan. Ketika dalam keadaan longgar udara dapat secara bebas masuk tanpa menghasilkan suara, yang mana disebut dengan proses pernafasan secara normal. Ketika pita suara di antara kedua kejadian ekstrim di atas dapat menghasilkan suara. Dengan penambahan tekanan udara dari paru-paru kemudian menekan sebagian dari pita suara yang dikombinasikan dengan otot-otot yang lain dan gaya Bernoulli yang disebabkan aliran udara menyebabkan tekanan balik menekan kembali pita suara. Putaran ini berulang sendiri dengan frekuensi sesuai dengan variasi kerapatan dari tekanan udara yang kita kenal dengan bunyi.



**Gambar 2.3.** Keadaan pita suara a. pita suara tertutup b. pita suara diantara dua keadaan ekstrim c. pita suara dalam keadaan terbuka

Ketika udara mengalir dari paru-paru menuju pangkal tenggorokan akan menggetarkan pita suara kemudian melewati bagian atas tenggorokan (*supralaryngeal*) yang merupakan bagian terakhir pemrosesan suara manusia sebelum keluar dari mulut yang disebut *vocal tract*.



**Gambar 2.4.** *Vocal tract* pada manusia

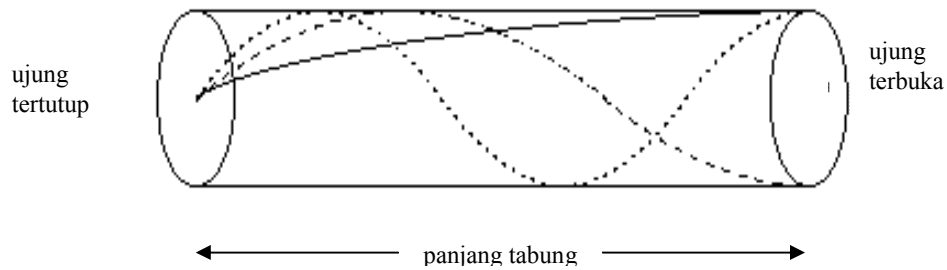
*Vocal tract* dapat dipandang sebagai sebuah tabung resonansi dalam produksi suara manusia terdiri dari pangkal tenggorokan, rongga hidung, dan rongga mulut. Bentuk dari *vocal tract* dipengaruhi oleh langit-langit mulut bagian belakang, lidah, bibir, dan rahang yang disebut sebagai alat artikulasi. Sedang proses dari pembentukan *vocal tract* untuk menghasilkan suara yang berbeda-beda disebut dengan proses artikulasi.

## **II.6. Bentuk Model *Vocal Tract***

*Vocal tract* sebagai tempat pembentukan suara manusia memerlukan permodelan bentuk untuk mempermudah perhitungan matematis pada produksi suara manusia. Beberapa model dari *vocal tract* tersebut disajikan di bawah ini.

### **II.6.1. Model Tabung Akustik Sederhana**

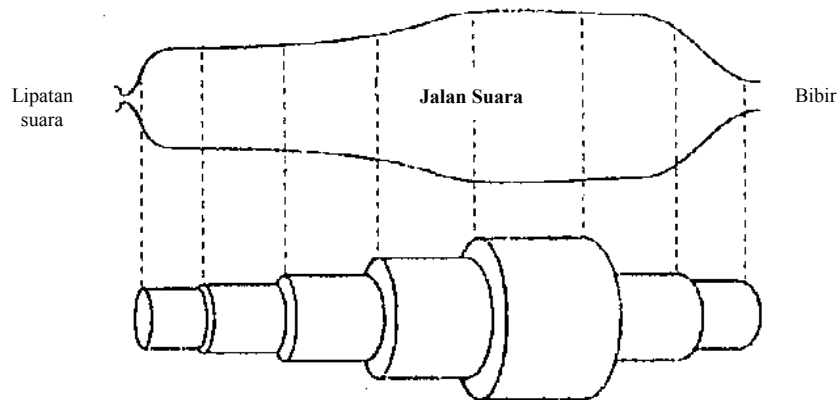
Salah satu model sederhana untuk menggambarkan *vocal tract* adalah tabung akustik (Kim, 2003). Tabung tersebut tertutup pada salah satu ujungnya untuk menggambarkan bagian pita suara dan terbuka pada ujung lainnya untuk menggambarkan bagian mulut. Pada ujung yang tertutup kecepatan volume dari udara harus nol mengakibatkan amplitudo pada titik tersebut terletak pada titik kesetimbangan. Sehingga gelombang suara dengan panjang gelombang tertentu akan mencapai amplitudo maksimum pada ujung tabung yang terbuka. Model tabung akustik tertutup inilah yang digunakan pada penelitian ini.



**Gambar 2.5. Model tabung akustik tertutup**

### II.6.2. Model *Kelly-Lochbaum* dengan Tabung Berjenjang

Model *Kelly-Lochbaum* (KL) mengimplementasikan aproksimasi pemotongan polynomial mendekati nol untuk bentuk tabung beragam. Hal ini diilustrasikan pada gambar (2.6). Masing–masing bagian tabung dari sistem yang diaproksimasikan mempunyai panjang yang dihasilkan oleh interval sampling dan kecepatan suara. Sebagian energi gelombang pada setiap sambungan tabung dengan diameter berbeda pada gambar tersebut akan diteruskan dan sebagian lagi akan dipantulkan. Perilaku gelombang dalam tabung tersebut dapat dijelaskan dengan pandu gelombang dimana panjang gelombang atau frekuensi tertentu saja yang dapat merambat.



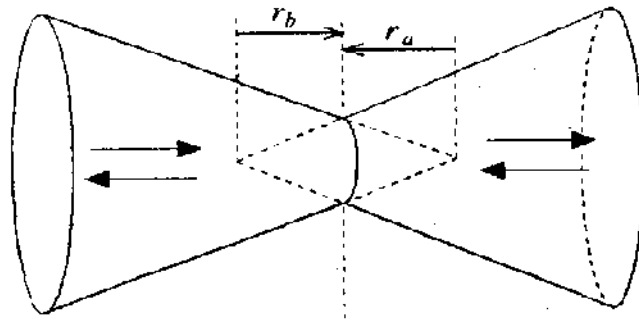
Gambar 2.6. Model *Kelly-Lochbaum* dengan tabung berjenjang

### II.6.3. Model *Kelly-Lochbaum* dengan Tabung Kerucut

Model *Kelly-Lochbaum* dengan silinder berjenjang mempunyai keterbatasan yaitu :

1. Panjang total dari *vocal tract* dikuantisasi menurut interval sampling dan hal ini tidak dapat diubah dengan halus.
2. Panjang bagian tabung harus sama.

Berbagai cara dicoba untuk mengatasi masalah tersebut di atas. Salah satunya adalah merubah tabung berjenjang dengan tabung kerucut yang dipotong ujungnya. Aproksimasi pemotongan merupakan polinomial order pertama. Model ini merupakan kombinasi dari sambungan fraksi tunda dan bagian tabung silender. Model *vocal tract* ini lebih mudah dikontrol dan lebih akurat dibanding model *Kelly-Lochbaum* dengan tabung berjenjang dan lebih sesuai untuk artikulasi pada sintesis ucapan (Valimaki dan Karjalainen,1994).



Gambar 2.7. Model Kelly-Lochbaum menggunakan kerucut

## II.7. Resonansi pada *Vocal Tract*

Resonansi pada *vocal tract* disebut dengan formants sementara frekuensinya disebut frekuensi formant. Setiap konfigurasi dari bentuk *vocal tract* mempunyai karakteristik dari frekuensi formant yang berbeda-beda (Denes, 1968).

Ketika langit-langit mulut diangkat menutup rongga hidung, *vocal tract* membentuk tabung mulai dari pangkal tenggorokan hingga ke mulut. Ketika langit-langit mulut di turunkan rongga hidung dan rongga mulut menjadi satu sehingga terjadi bentuk yang lain dari *vocal tract*. Awal dari *vocal tract* semula berupa sebuah tabung dimulai dari dasar kerongkongan namun terbagi menjadi dua pada bagian lunak langit-langit mulut, dimana satu mengarah ke rongga hidung dan yang lainnya menuju rongga mulut.

Tabung dari *vocal tract* mempunyai penampang lintang yang bervariasi. Sehingga nilai dari frekuensi formant tidak seperti pada tabung yang seragam



bentuknya. Frekuensi formant yang terendah disebut formant pertama (f1), yang lebih tinggi dari f1 disebut formant kedua (f2) dan seterusnya.

## II.8. Bahasa Indonesia

Bahasa Indonesia merupakan bahasa resmi Negara Republik Indonesia, namun demikian hanya sebagian kecil penduduk Indonesia yang benar-benar menggunakannya sebagai bahasa ibu. Sebagian besar menggunakan bahasa Indonesia sebagai bahasa kedua.

Bahasa Indonesia dikembangkan dari salah satu dialek bahasa Melayu, sebuah bahasa Austronesia atau Melayu Polinesia yang digunakan sebagai *lingua franca* di kepulauan Indonesia selama berabad-abad.

Dalam bahasa Indonesia terdapat enam suara huruf hidup yaitu /a/, /e/, /i/, /o/, /u/, dan *schwa* yang juga ditulis dalam huruf /è/, tiga diftong (ai, au, oi). Fonem konsonatiknya adalah p, b, t, d, k, c, j, h, ng, ny, m, n, s, w, l, dan y. Disamping itu konsonan lain yang hanya muncul dalam kata serapan yaitu f, v, sy, z, dan kh. Dalam penelitian ini akan diteliti lima suara huruf hidup yaitu /a/, /e/, /i/, /o/, dan /u/.

Pengucapan bahasa Indonesia juga tergantung dialek-dialek yang dikembangkan dari masing-masing bahasa daerah. Terdapat lebih dari 300 bahasa daerah di Indonesia. Orang yang sehari-hari berbahasa Madura akan mengucap bahasa Indonesia dengan dialek Madura memiliki pengucapan berbeda dengan orang yang menggunakan bahasa Jawa Surakarta sebagai bahasa sehari-harinya.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **III.1. Alat dan Bahan**

##### **III.1.1 Alat**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Seperangkat komputer
2. *AX Digital MP3 Player* ( alat rekam )
3. Cool Edit 2000 ( *software* pengolah data )
4. Praat 4.3.30 ( *software* pengolah data )
5. SPSS Versi 11 ( *software* pengolah data )
6. PlotFormant dan R 2.3.1 ( *software* pengolah data )

##### **III.1.2. Bahan**

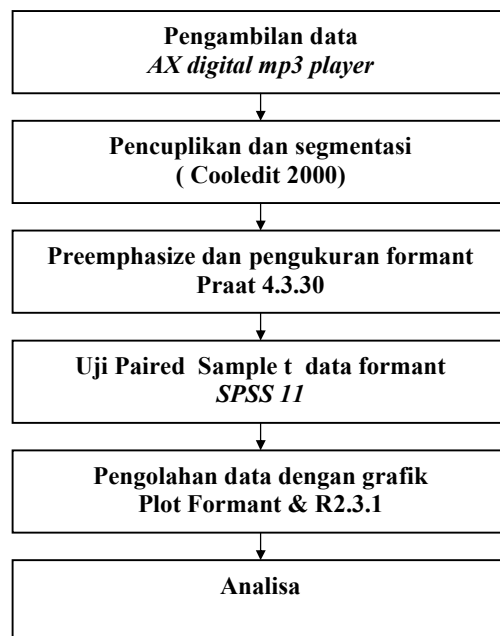
Obyek penelitian ini adalah suara ucap huruf hidup monophthong lima anak usia antara 10 sampai 11 tahun dan lima orang dewasa usia 23 sampai 28 tahun yang bedomisili di Kelurahan Bulu, Kecamatan Bulu, Kabupaten Sukoharjo. Tiap subyek diambil lima kali pengucapan kelompok ucap huruf hidup yang terdiri satuan bunyi ucap huruf hidup /a/, /i/, /u/, /e/, dan /o/.

Dalam kesehariannya subyek penelitian menggunakan bahasa Jawa Surakarta sebagai bahasa pengantar pergaulannya, namun pada saat-saat tertentu mereka menggunakan bahasa Indonesia dalam bahasa pengantarnya.

Pertimbangan untuk memilih subyek yang berusia 10 sampai 11 tahun untuk anak-anak dan 23 sampai 28 tahun untuk orang dewasa karena kesempurnaan dalam pengucapan huruf hidup dan konsonan dicapai pada usia kurang lebih 8 tahun 6 bulan (Bowen, 1998). Berdasarkan data tersebut, maka pada usia subyek, pengucapan huruf hidup sudah dapat dibedakan jelas.

### III.2. Rancangan Penelitian

Rancangan dan prosedur penelitian dapat digambarkan dalam diagram alir di sebagaimana disajikan dalam diagram (3.1). Prosedur kerja yang dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa bentuk *vocal tract* dimodelkan sebagai sebuah tabung akustik sederhana dengan salah satu ujungnya tertutup sebagaimana yang telah dijelaskan dalam sub bab (II.6.1) di depan.



Gambar 3.1. Bagan alir prosedur penelitian

### **III.3. Cara Kerja**

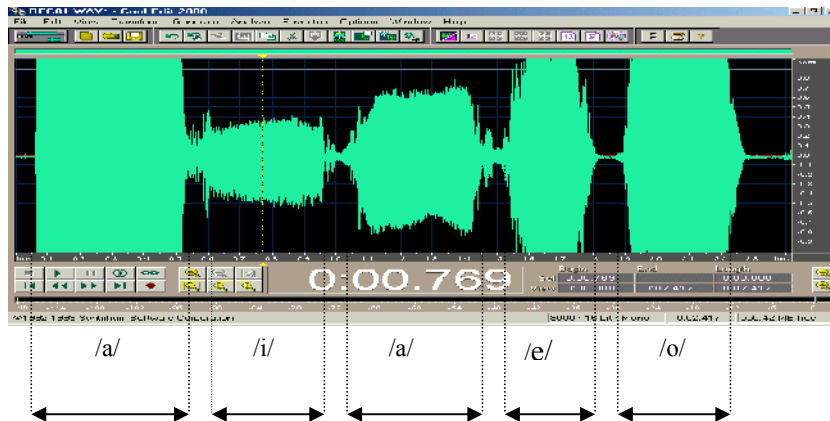
#### **III.3.1. Pengambilan data**

Pada penelitian ini bunyi ucap huruf hidup monophthong dari anak usia 10 sampai 11 tahun dan orang dewasa usia 23 sampai 28 tahun direkam secara langsung menggunakan *AX digital mp3 player* dengan jarak antara 5 sampai 10 cm dari mulut subyek.

Hasil perekaman tersimpan dalam file berekstensi \*.wav yang selanjutnya diekstrak ke komputer menggunakan *software* Cooledit 2000 melalui penghubung USB ( *Universal Serial Bus* ).

#### **III.3.2. Pencuplikan dan Segmentasi**

Hasil perekaman yang telah tersimpan dalam file berekstensi \*.wav kemudian dicuplik menggunakan *sampling rate* 8000 hz dengan resolusi 16 bit. Selanjutnya dari kelompok ucap tersebut disegmentasi atau dipisah sesuai dengan satuan ucap huruf hidup yang kemudian disimpan dalam bentuk file tersendiri dengan terlebih dahulu dikonversi dari file Microsoft ADPCM (\*.wav) menjadi windows PCM (\*.wav) menggunakan *software* Cooledit 2000.



**Gambar 3.2. Contoh rekaman kelompok ucap yang terdiri dari satuan ucap huruf hidup /a/, /i/, /u/, /e/ dan /o/ dengan Cooledit 2000**

Gambar (3.2) adalah contoh tampilan dari hasil pencuplikan kelompok ucap menggunakan Cooledit 2000. Pemisahan atau segmentasi dari satuan ucap masing-masing huruf hidup dari kelompok ucap huruf hidup dengan memperhatikan adanya *delay* antara satuan ucap huruf hidup pada spektrum suara.

### III.3.3. Pengukuran Formant

Hasil dari segmentasi yang berupa satuan ucap huruf hidup monophthong yang telah diperoleh dengan Cooledit 2000 diolah lagi untuk pengukuran frekuensi formant menggunakan *software* Praat 4.3.30.

Dalam pengukuran frekuensi formant menggunakan Praat 4.3.30, sebelumnya satuan ucap huruf hidup terlebih dahulu dilakukan penapisan melalui fasilitas yang tersedia secara *build in* dalam *software* Praat 4.3.30.

Dari pengukuran frekuensi formant kemudian diambil frekuensi formant pertama dan frekuensi formant kedua untuk kepentingan analisis.

Dari hasil pengukuran frekuensi formant pertama dan frekuensi formant kedua diperoleh masing–masing 25 data pada frekuensi formant pertama dan frekuensi formant kedua pada masing–masing huruf hidup.

#### III.3.4. Uji *Paired Sample t*

Uji *paired sample t* digunakan untuk melakukan pengujian terhadap dua sample yang berhubungan yang berasal dari populasi yang memiliki rata–rata sama.

Adapun rumus *t* untuk uji *paired sample t* sebagai berikut

$$SE(\bar{d}) = \frac{s_d}{\sqrt{n}} \quad (3.1)$$

dimana  $s_d$  = standard deviasi beda pengamatan

$n$  = jumlah data

$SE(\bar{d})$  = standar error dari rata – rata beda pengamatan

$$t = \frac{\bar{d}}{SE(\bar{d})} \quad (3.2)$$

dengan

$\bar{d}$  = rata–rata beda pengamatan.

Dengan melakukan pengujian antara dua populasi rata-rata dari tiap satuan ucap huruf hidup pada frekuensi formant pertama dan frekuensi formant kedua

maka dapat diketahui tingkat perbedaan frekuensi formant masing–masing huruf hidup.

### **III.3.5. Pengolahan Data dengan Grafik**

Untuk pengolahan data dengan grafik memakai *software* PlotFormant yang dapat secara langsung memberikan grafik berdasar distribusi elips dengan sumbu minor dan sumbu mayor merupakan nilai standar deviasi pada data frekuensi formant pertama dan frekuensi formant kedua dan pusat elips merupakan koordinat dari frekuensi formant pertama dengan frekuensi formant kedua. Untuk menggambarkan pola dari bunyi ucap huruf hidup menggunakan *software* R 2.3.1 yang dapat di-*download* secara gratis melalui [www.r-project.org](http://www.r-project.org).

Analisa grafik ini diperlukan untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang sebaran frekuensi formant pada subyek yang diteliti.

## BAB IV

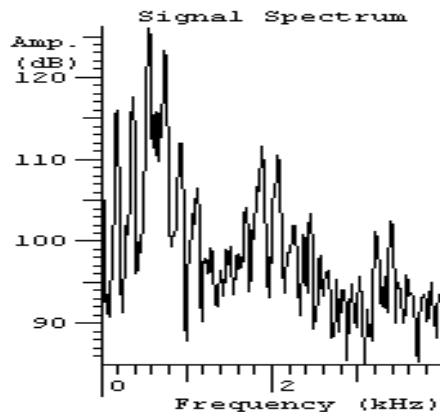
### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### IV.1. Frekuensi Formant Pada Spektrum Suara

Pengucapan suara manusia dimulai dari aliran udara yang berasal dari paru-paru yang menggetarkan pita suara. Getaran pita suara tersebut menghasilkan gelombang periodik dengan amplitudo hampir sama. Gelombang periodik tersebut menjadi sinyal masukan bagi *vocal tract* untuk menghasilkan bunyi yang berbeda-beda sesuai dengan respon dari otak dengan mengubah posisi dari alat artikulasi yang terdiri dari bibir, lidah, langit-langit bagian belakang, dan rahang.

Gelombang periodik menghasilkan spektrum harmonik yang akan mengalami perkuatan selektif akibat resonansi yang terjadi pada *vocal tract* sesuai dengan bunyi yang dihasilkan. Hal ini dapat ditunjukkan dalam spektrum suara seperti dalam gambar (4.1), berupa puncak-puncak gelombang yang merupakan hasil dari resonansi pada *vocal tract*. Frekuensi pada puncak-puncak gelombang tersebut disebut frekuensi formant.

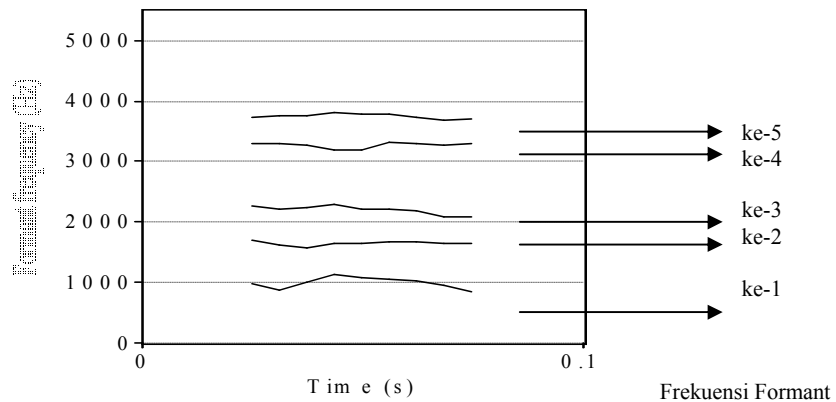




Gambar 4.1. Spektrum suara salah satu huruf hidup /a/

Bentuk gelombang periodik merupakan penjumlahan beberapa gelombang sinus sederhana, masing-masing dengan amplitudo, fase, dan frekuensi tertentu. Spektrum memberi suatu gambar distribusi amplitudo dan frekuensi sebagai fungsi waktu. Pada sumbu horisontal merupakan sumbu frekuensi sedangkan pada sumbu vertikal merupakan sumbu amplitudo. Untuk memberi sumbu dengan skala waktu maka diperlukan diagram tiga dimensi yaitu *spectrogram*. Dalam *spectrogram* sumbu horisontal merupakan sumbu waktu sedangkan pada sumbu vertikal merupakan sumbu frekuensi sedangkan amplitudonya digambarkan oleh bintik-bintik gelap terang. Bintik-bintik gelap terang yang membentuk pita horisontal (*dark spot*) pada *spectrogram* menggambarkan tentang frekuensi pada saat bentuk *vocal tract* memberi frekuensi resonansi pada suara ucap manusia yang disebut frekuensi formant. Pita horisontal yang menggambarkan frekuensi formant tersebut dari bawah ke atas disebut frekuensi formant pertama ( $f_1$ ), frekuensi formant kedua ( $f_2$ ) dan seterusnya. Pada Praat 4.3.30, pita horisontal

tersebut dapat digambarkan dengan garis horisontal seperti ditunjukkan pada gambar (4.2).



**Gambar 4.2.** Frekuensi formant pada pengucapan huruf *hidup* /a/ dengan menggunakan Praat 4.3.30

#### IV.2. Perubahan *Vocal Tract*

*Vocal tract* dapat dipandang sebagai tabung akustik yang mempunyai panjang tertentu yang berdiameter tetap atau penampang lintang seragam, dengan salah satu ujungnya tertutup yang merupakan bagian mulut, dan ujung lainnya terbuka yang merupakan bagian pangkal tenggorokan.

Mengacu kepada penelitian estimasi panjang *vocal tract* yang dilakukan oleh Fant tahun 1960 untuk bayi mempunyai panjang *vocal tract* antara 6 sampai 8 cm sedangkan pada orang dewasa laki-laki atau perempuan mempunyai panjang antara 15 sampai 18 cm (Vorperian dkk, 2005). Berdasarkan penelitian tersebut dapat diperoleh bahwa panjang *vocal tract* untuk anak-anak antara 6 sampai 18 cm.

Ketika panjang *vocal tract* anak-anak diambil pada panjang 12 cm dengan rumus  $f = \frac{v}{\lambda}$  dengan  $v$  adalah kecepatan bunyi di udara yang besarnya 340 m/detik<sup>2</sup> maka suatu tabung akustik tertutup dengan penampang lintang yang seragam akan mempunyai frekuensi resonansi pertama yaitu 708.33 Hz dan frekuensi resonansi kedua besarnya 2125 Hz sedangkan untuk orang dewasa diambil panjang 17 cm dihasilkan frekuensi resonansi pertama 500 Hz dan frekuensi resonansi kedua 1000 Hz.

**Tabel 4.1. Rata-rata nilai frekuensi formant pada anak**

	/a/		/i/		/u/		/e/		/o/	
	Rata rata	Sd	Rata-rata	Sd	Rata rata	Sd	Rata-rata	Sd	Rata-rata	Sd
F1	1162	125	556	106	657	144	778	88	842	94
F2	1572	81	1494	130	1212	35.	1547	145	1405	172

**Tabel 4.2. Rata-rata nilai frekuensi formant pada orang dewasa**

	/a/		/i/		/u/		/e/		/o/	
	Rata rata	Sd	Rata-rata	Sd	Rata rata	Sd	Rata-rata	Sd	Rata-rata	Sd
F1	946	130	409	72	492	84	542	69	607	86
F2	1381	113	1443	207	942	135	1484	142	1063	133

Hasil rata-rata pada frekuensi formant pertama (f1) dan frekuensi formant kedua (f2) pada tabel (4.1) dan tabel (4.2) menunjukkan pengucapan lima huruf hidup bahasa Indonesia dialek Jawa Surakarta terjadi perubahan tinggi rendah frekuensi formant pertama dan frekuensi formant kedua pada masing-masing huruf hidup. Juga terjadi perbedaan tinggi rendahnya frekuensi formant bila

dibandingkan dengan frekuensi resonansi pada tabung akustik dengan penampang lintang yang seragam pada panjang yang sama.

Berdasarkan data tersebut, menunjukkan terjadinya perubahan bentuk atau penampang lintang *vocal tract* untuk menghasilkan ucapan masing–masing huruf hidup yang mengakibatkan terjadinya variasi dari tinggi rendahnya frekuensi formant pada masing–masing huruf hidup pada anak–anak dan orang dewasa.

Sebagai contoh pada pengucapan huruf hidup /a/ pada orang dewasa, mulut membuka paling lebar. Hal ini mengakibatkan nilai rata–rata pada frekuensi formant pertama lebih tinggi daripada frekuensi formant pertama huruf hidup lainnya dan lebih tinggi dari frekuensi resonansi pada tabung akustik dengan penampang lintang seragam pada panjang 17 cm sedangkan nilai pada frekuensi formant kedua berbeda dengan frekuensi formant kedua huruf hidup lainnya namun lebih tinggi daripada frekuensi resonansi pada tabung akustik dengan penampang lintang seragam pada panjang 17 cm.

Pada pengucapan huruf hidup /i/ pada orang dewasa, mulut membuka agak sempit dibandingkan dengan pengucapan huruf hidup lainnya. Hal ini mengakibatkan nilai rata–rata pada frekuensi formant pertama lebih rendah daripada frekuensi formant pertama huruf hidup lainnya dan lebih rendah dari frekuensi resonansi pada tabung akustik dengan penampang lintang seragam pada panjang 17 cm sedangkan nilai pada frekuensi formant kedua tingginya hampir sama dengan frekuensi formant kedua tertinggi serta frekuensinya lebih tinggi daripada frekuensi resonansi kedua pada tabung akustik dengan penampang lintang seragam pada panjang 17 cm. Variasi nilai dari frekuensi formant ini juga

terjadi pada frekuensi formant pada pengucapan huruf hidup lainnya pada anak-anak maupun orang dewasa.

Berdasarkan tabel (4.1) dan (4.2) menunjukkan juga perbedaan tinggi rendahnya rata-rata frekuensi formant antara anak-anak dan orang dewasa. Nilai rata-rata frekuensi formant untuk pengucapan semua satuan bunyi hidup baik untuk frekuensi formant pertama dan frekuensi formant kedua untuk anak-anak lebih tinggi daripada orang dewasa. Hal tersebut akibat panjang *vocal tract* untuk anak-anak lebih pendek daripada panjang *vocal tract* untuk orang dewasa.

Hal ini dapat dianalogikan pada tabung akustik dengan penampang lintang seragam namun panjangnya berbeda dengan frekuensi resonansi yang terjadi lebih tinggi pada panjang tabung yang lebih pendek pada deret frekuensi resonansi yang sama.

#### IV.3. Uji *Paired Sample t*

Pengujian untuk mengetahui tingkat perbedaan antara populasi rata-rata frekuensi formant masing-masing huruf hidup digunakan *software* SPSS versi 11 yang merupakan *software* pengolah data statistik. Salah satu metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode uji *paired sample t*.

Dengan mendefinisikan hipotesa nol yang menyatakan bahwa populasi rata-rata dari dua populasi yang dibandingkan adalah sama bila mempunyai nilai signifikan lebih besar daripada nilai probabilitas  $(1 - \alpha)$  dengan  $\alpha$  adalah interval kepercayaan 95 % sedangkan hipotesa yang berlawanan dengan hipotesa nol ( $H_1$ )

adalah hipotesa yang menyatakan bahwa perbandingan rata-rata populasi adalah berbeda bila nilai signifikannya lebih kecil dari  $(1 - \alpha)$ .

Tabel (4.3) merupakan hasil uji *paired sample t* dengan interval kepercayaan 95 % dari sepuluh pasangan uji populasi rata-rata frekuensi formant huruf hidup.

Tabel 4.3. Hasil uji *paired sample t* anak-anak dan dewasa

Pasangan	Anak-anak				Dewasa			
	Formants pertama		Formant kedua		Formant pertama		Formant kedua	
	t	Sig	T	Sig	T	Sig	t	Sig
/a/ dan /e/	15.357	0.000	0.863	<b>0.397</b>	18.251	0.000	-2.751	0.011
/a/ dan /i/	30.390	0.000	2.610	0.015	26.051	0.000	-1.064	<b>0.298</b>
/a/ dan /o/	13.014	0.000	4.027	0.000	14.551	0.000	14.747	0.000
/a/ dan /u/	18.485	0.000	7.028	0.000	22.129	0.000	13.367	0.000
/e/ dan /i/	-15.642	0.000	-1.760	<b>0.091</b>	19.054	0.000	1.095	<b>0.284</b>
/e/ dan /o/	-2.724	0.012	3.720	0.001	-5.673	0.000	13.348	0.000
/e/ dan /u/	-3.647	0.001	-6.411	0.000	4.856	0.000	22.162	0.000
/i/ dan /o/	-11.444	0.000	1.931	<b>0.065</b>	-13.872	0.000	6.914	0.000
/i/ dan /u/	-3.217	0.004	5.386	0.000	-6.687	0.000	12.170	0.000
/o/ dan /u/	-7.287	0.000	-4.924	0.000	8.034	0.000	4.603	0.000

Dari hasil uji *paired sample t* pada tabel (4.3) menunjukkan bahwa pada frekuensi formant pertama untuk anak-anak dan orang dewasa mempunyai nilai

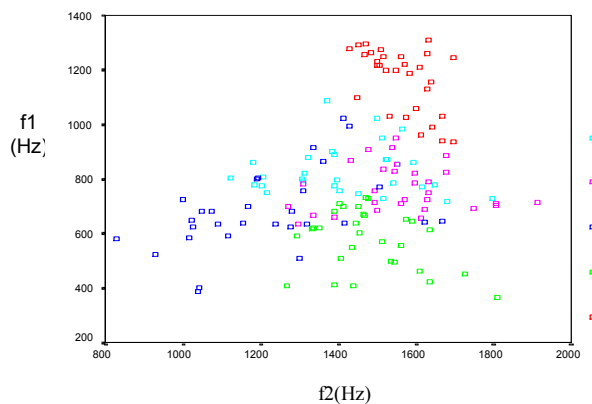
signifikan lebih kecil dari nilai 0.05. Berdasarkan data tersebut, maka perbandingan populasi rata-rata frekuensi formant pertama untuk anak-anak dan orang dewasa berbeda.

Uji *paired sample t* pada frekuensi formant kedua untuk anak-anak dan orang dewasa terjadi perbedaan. Pada anak-anak uji *paired sample t* antara populasi rata-rata frekuensi formant kedua diperoleh nilai signifikan yang lebih besar dari nilai 0.05 pada pasangan uji bunyi ucap /a/ dan /e/ dengan nilai signifikan 0.397, pasangan uji bunyi ucap /i/ dan /e/ dengan nilai signifikan 0.91 dan pasangan uji bunyi ucap /i/ dan /o/ dengan nilai signifikan 0.65. Berdasarkan data tersebut, maka ketiga pasangan uji mempunyai populasi rata-rata frekuensi formant kedua yang sama sedangkan selain ketiga pasangan uji tersebut, mempunyai populasi rata-rata pada frekuensi formant kedua yang berbeda karena nilai signifikannya lebih kecil dari 0.05.

Pada orang dewasa, uji *paired sample t* antara populasi rata-rata frekuensi formant kedua diperoleh nilai signifikan lebih dari 0.05 pada pasangan uji bunyi ucap /a/ dan /i/ dengan nilai signifikan 0.298 dan pasangan uji bunyi ucap /e/ dan /i/ dengan nilai signifikan 0.284. Berdasarkan data tersebut, maka kedua pasangan uji, mempunyai populasi rata-rata frekuensi formant kedua yang sama, sedangkan pasangan uji yang lain, mempunyai populasi rata-rata frekuensi formant kedua yang berbeda karena nilai signifikannya dibawah 0.05.

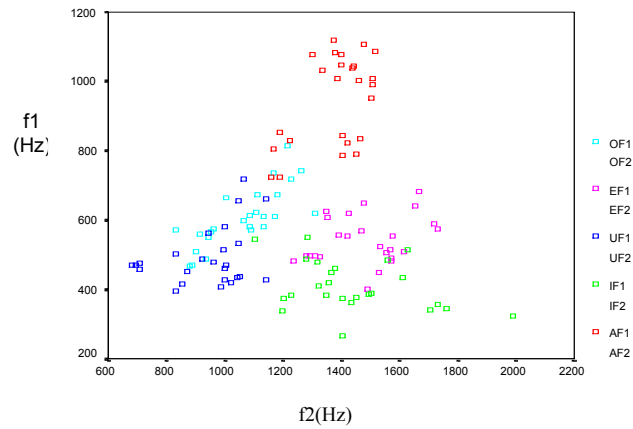
#### IV.4. Analisa Grafik

Dengan menggunakan SPSS versi 11 sebaran populasi rata-rata pada frekuensi formant pertama dan formant kedua dapat digambarkan dengan *scattering overlay*. Pada gambar (4.3) dan gambar (4.4) menunjukkan *scattering overlay* dari frekuensi formant anak-anak dan orang dewasa.. Untuk bunyi ucap huruf hidup /a/ sebarannya ditunjukkan warna merah, huruf hidup /i/ sebarannya ditunjukkan warna hijau, huruf hidup /u/ sebarannya ditunjukkan warna biru tua, huruf hidup /e/ sebarannya ditunjukkan warna merah muda, dan huruf hidup /o/ sebarannya ditunjukkan warna biru muda.



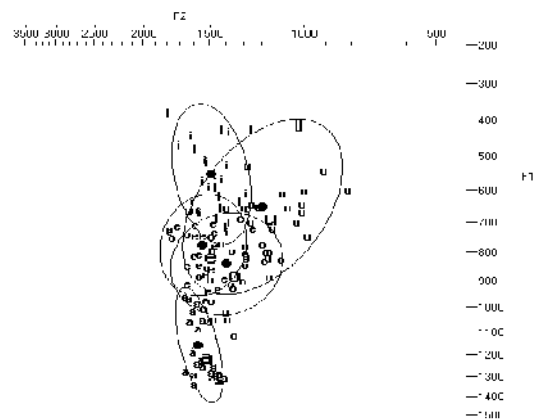
**Gambar 4.3. Plot frekuensi formant dari 25 data frekuensi formant anak-anak**





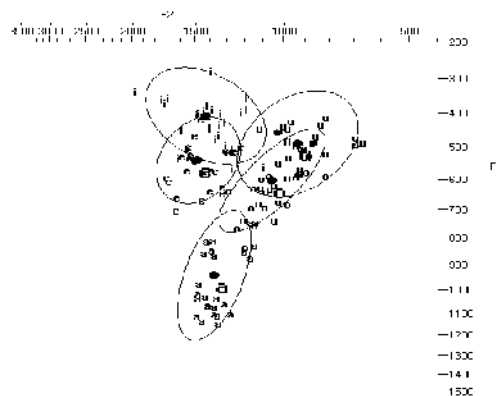
**Gambar 4.4. Plot frekuensi formant dari 25 data frekuensi formant orang dewasa**

Dengan menggunakan menu *PlotFormant* maka sebaran frekuensi formant bunyi ucap huruf hidup bahasa Indonesia dialek Jawa Surakarta dari lima anak laki-laki dan lima orang dewasa laki-laki dengan lima kali pengulangan dapat digambarkan dengan distribusi elips. Pusat elips merupakan koordinat rata-rata masing-masing frekuensi formant huruf hidup sedangkan panjang sumbu mayor dan sumbu minor merupakan nilai standar deviasi pada frekuensi formant pertama dan kedua.



**Gambar 4.5. Plot formant dari 25 data frekuensi formant anak-anak**

Gambar (4.5) menunjukkan daerah elips dari kelima huruf hidup bahasa Indonesia dengan dialek Jawa Surakarta pada anak-anak. Untuk huruf hidup /u/, /i/, /e/, dan /o/ mempunyai daerah tumpang tindih yang lebar sedangkan huruf /a/ dan /o/, /a/ dan /e/, daerah tumpang tindih lebih sempit.



**Gambar 4.6. Plot formant dari 25 data frekuensi formant orang dewasa**

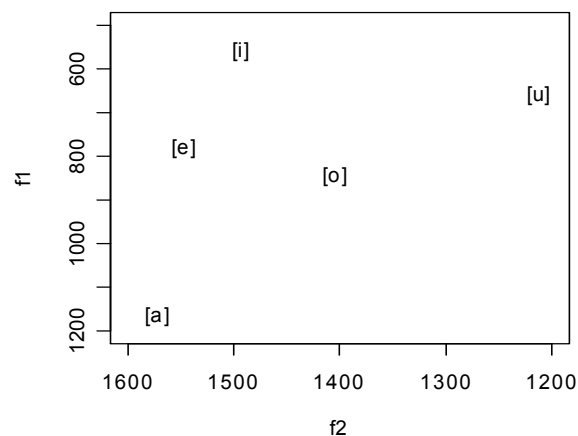
Gambar (4.6) menunjukkan daerah elips dari kelima huruf hidup bahasa Indonesia dengan dialek Jawa Surakarta pada orang dewasa. Untuk huruf hidup /u/ dan /o/ daerah tumpang tindihnya agak lebar. Untuk huruf hidup /i/ dan /e/ , /i/ dan /u/ serta /a/ dan /u/ daerah tumpang tindihnya lebih sempit.

Saling tumpang tindihnya daerah elips antar huruf hidup tersebut dipengaruhi oleh standar deviasi frekuensi dari pengucapan bunyi huruf hidup dari lima subyek. Untuk anak-anak saling tumpang tindihnya antara bunyi ucap terlihat besar karena pembentukan suara oleh anak-anak baru saja mengalami kesempurnaan pengucapan semua bunyi konsonan dan bunyi vokal pada usia

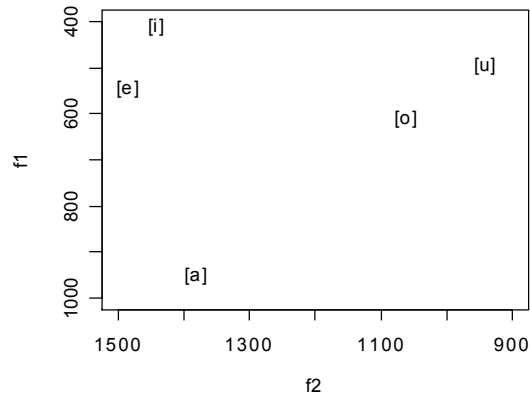
delapan tahun enam bulan, serta panjang *vocal tract* lebih pendek sehingga variasi dari bentuk *vocal tract* belum maksimal.

Adapun pada orang dewasa pada daerah bunyi ucap /u/ dan /o/ saja yang daerah tumpang tindihnya yang lebar, hal ini dikarenakan pada pembentukan huruf /u/ dan /o/ bentuk *vocal tract* hampir mempunyai kesamaan terutama pada bentuk bibir hal ini dapat dilihat kecilnya selisih pada nilai rata-rata hasil frekuensi formant (tabel 4.2) terutama pada nilai rata-rata frekuensi formant kedua serta pada sebaran *scattering overlay* populasi rata-rata frekuensi formant yang ditunjukkan pada gambar (4.2) dengan daerah populasi rata-rata frekuensi formantnya berdekatan atau sebagian ada yang tumpang tindih.

Untuk menggambarkan pola dari kelima huruf hidup bahasa Indonesia dialek Jawa Surakarta digunakan *software* R 2.3.1 dengan menggunakan rata-rata dari 25 data frekuensi formant pertama dan frekuensi formant kedua pada anak-anak dan orang dewasa.



**Gambar 4.7. Pola pengucapan lima huruf hidup bahasa Indonesia pada anak-anak**



**Gambar 4.8. Pola pengucapan lima huruf hidup bahasa Indonesia pada orang dewasa**

Gambar (4.7) dan (4.8) menunjukkan pola pengucapan lima huruf hidup bahasa Indonesia dialek Jawa Surakarta untuk anak-anak dan orang dewasa memiliki kemiripan pola pada susunan koordinatnya dengan tanpa melihat tinggi rendahnya frekuensi formant pada titik-titik koordinat ( $f_1 f_2$ ). Namun untuk huruf hidup /a/ mempunyai letak pola koordinat frekuensi formant kedua yang berbeda yang mengakibatkan pola pengucapan tidak sama persis.

## BAB V

### PENUTUP

#### V.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengucapan kelima huruf hidup monophthong bahasa Indonesia dialek Jawa Surakarta dengan permodelan tabung akustik sederhana pada lima anak yang berusia antara 10 sampai 11 tahun dan lima orang dewasa yang berusia antara 23 sampai 28 tahun dengan lima kali pengulangan menunjukkan terjadinya perubahan bentuk atau penampang lintang *vocal tract* yang mengakibatkan terjadinya perbedaan frekuensi formant pertama dan frekuensi formant kedua pada masing-masing huruf hidup.

Hasil uji *paired sample t* pada populasi rata-rata frekuensi formant pertama pada anak-anak dan orang dewasa, menunjukkan bahwa populasi rata-rata frekuensi formant pada seluruh pasangan uji huruf hidup berbeda. Pada frekuensi formant kedua pasangan uji yang mempunyai populasi rata-rata frekuensi formant sama adalah pasangan uji huruf hidup /a/ dan /e/, /i/ dan /e/, serta /i/ dan /o/ untuk anak – anak. Untuk orang dewasa pasangan uji /a/ dan /i/, /e/ dan /i/, sedangkan selain pasangan uji tersebut, mempunyai populasi rata-rata frekuensi formant kedua yang berbeda.

Terdapat perbedaan frekuensi formant antara anak-anak dan orang dewasa dimana frekuensi formant pada anak-anak nilainya lebih tinggi daripada frekuensi formant pada orang dewasa pada masing-masing huruf hidup pada frekuensi

formant pertama dan formant kedua. Hasil ini sesuai dengan perhitungan frekuensi resonansi tabung akustik sederhana yang tertutup salah satu ujungnya bahwa tabung akustik yang lebih pendek mempunyai frekuensi resonansi lebih tinggi daripada tabung akustik yang lebih panjang.

Pola pengucapan huruf hidup antara anak-anak dan orang dewasa mendekati sama dengan perbedaan pola koordinat terjadi pada pengucapan huruf hidup /a/.

Rata-rata frekuensi formant dari masing-masing huruf hidup adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.1. Hasil rata-rata pengukuran frekuensi formant**

Huruf Hidup	Rata-rata Frekuensi Formant		
		Anak-anak (Hz)	Orang Dewasa (Hz)
/a/	f1	1162±125	948±130
	f2	1572±81	1381±113
/i/	f1	556±106	409±72
	f2	1494±130	1443±207
/u/	f1	658±144	492±84
	f2	1212±35	942±135
/e/	f1	778±88	542±69
	f2	1547±145	1484±142
/o/	f1	842±94	607±86
	f2	1405±172	1063±133

## V.2. Saran

Untuk perbaikan penelitian selanjutnya, disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk aplikasi pada kalimat dari huruf hidup supaya diambil pada suku kata, dengan huruf hidup dilakukan tekanan maupun tidak dengan tekanan.
2. Perhitungan frekuensi formant juga dilakukan pada subyek perempuan, sebagaimana temuan dari penelitian Peterson dan Barney tahun 1952 menunjukkan frekuensi formant pada perempuan lebih tinggi daripada laki-laki (Fitch, 1997).