

IMPLEMENTASI METODE FORENSIK SUARA PRIA MENGUNAKAN TEKNIK VOICE RECOGNIZE UNTUK ANALISIS KEMIRIPAN SUARA PADA MEDIA ALATA REKAM TELEPON SELULAR

Hasbi Septiansyah ¹⁾, Bekticahyo Hidayanto S.Si., M.Kom ²⁾

Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: hasbiseptiansyah@yahoo.co.id¹⁾, bekticahyo@gmail.com²⁾,

ABSTRAK

Jumlah tindak kejahatan setiap tahun secara konsisten meningkat. Tahun 2009 Mabes Polri melaporkan sebanyak 278.537 orang pelaku tindak pidana, sebanyak 270.844 orang (97,2%) adalah laki-laki dan 7.683 orang lainnya (2,8%) adalah perempuan. Selama periode 2007-2009, jumlah perempuan pelaku tindak pidana masih tetap berkisar di bawah 3 persen, sehingga diperkirakan periode 2009-2014 sebanyak >85% pelaku tindak kriminalitas masih di dominasi oleh laki-laki. Pada kasus-kasus tertentu, rekaman suara pembicaraan merupakan barang bukti digital yang memiliki peranan sangat penting untuk memberikan fakta-fakta yang diperlukan dalam proses penyidikan dan juga menunjukkan keterlibatan seseorang dengan kasus yang sedang di investigasi.

Bukti rekaman suara dapat menunjukkan identitas dari orang yang suaranya terekam pada barang bukti tersebut dengan cara melakukan pemeriksaan forensika audio untuk voice recognition dengan metode komparasi, yaitu membandingkan suara barang bukti dengan suara yang direkam sebagai pembanding. Teori voice recognition tersebut menganalisis statistik pitch, formant, bandwidth dan spectrogram. Jika hasil voice recognition menunjukkan bahwa suara percakapan yang ada di dalam barang bukti sama identik dengan suara pelaku, maka dapat disimpulkan bahwa suara percakapan yang ada di dalam rekaman barang bukti adalah suara milik pelaku sehingga alat rekam suara tersebut dapat digunakan sebagai bukti yang kuat di pengadilan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah dapat diketahui suara pembanding mana yang identik dengan suara barang bukti berdasarkan nilai *Pitch*, *Formant* dan *Spectrogram*. Teknik forensika digital dalam penelitian eksperimen menggunakan bantuan aplikasi Praat adalah hasil analisis untuk perbandingan kemiripan suara dari simulasi kasus yang sudah dibuat sebelumnya.

Keyword: : *Forensika digital, audio forensic, voice recognition, suara pria.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi multimedia saat ini semakin memudahkan aktivitas manusia dalam keseharian termasuk bagaimana teknologi mampu menyimpan audio secara digital. Penyimpanan audio secara digital biasanya digunakan untuk keperluan wawancara atau edukasi dengan menggunakan alat yang biasa digunakan untuk media penyimpanan adalah voice recorder atau menggunakan aplikasi serupa yang terdapat pada telepon selular.

Kejahatan dan kriminalitas berkembang pesat baik secara jumlah ataupun jenisnya. Kejahatan berkembang seiring dengan kemajuan zaman, terutama terjadi di negara-negara berkembang. Menurut laporan statistik kriminal 2012, selama periode 2009-2011, berdasarkan laporan registrasi Mabes Polri, jumlah kejadian kejahatan atau tindak kriminalitas di Indonesia berfluktuasi. Mabes Polri memperlihatkan jumlah kejadian kejahatan pada tahun 2009 sebanyak 344.942 kasus, menurun menjadi sebanyak 332.490 kasus pada tahun 2010 dan meningkat lagi pada tahun 2011 menjadi 347.605 kasus [1]. Sebanyak 278.537 orang pelaku tindak pidana yang dilaporkan mabes polri pada tahun 2009, sebanyak 270.844 orang (97,2%) adalah laki-laki dan sebanyak 7.683 orang lainnya (2,8%) adalah perempuan. Selama periode tahun 2007-2009, jumlah perempuan pelaku tindak pidana masih tetap berkisar di bawah 3 persen. Namun meskipun demikian, selama periode tersebut jumlah pelaku tindak pidana secara konsisten terus meningkat [2].

Ilmu forensika digital secara definisi merupakan kombinasi dari disiplin ilmu hukum dan pengetahuan komputer dalam mengumpulkan dan menganalisis data dari sistem komputer, jaringan, komunikasi nirkabel dan perangkat penyimpanan digital untuk kemudian digunakan sebagai barang bukti dalam penyelesaian masalah pada ranah hukum [3]. Dalam penerapannya, ilmu forensika digital seringkali membantu pihak berwajib dalam mengungkap kasus kejahatan terkait tersangka yang bersangkutan melalui barang bukti yang telah dikumpulkan. Ilmu forensika suara berfokus pada upaya untuk analisis kesesuaian atau orisinalitas dari materi konten suara tersebut dengan konten aslinya [4] untuk kemudian diuji reliabilitas dan validitasnya.

Dengan meningkatnya perkembangan teknologi, semakin meningkat pula penyalahgunaannya. Salah satunya adalah dengan ditemukannya beberapa kasus penyimpangan hukum yang disertai barang bukti berupa media perekam suara. Hal ini mengindikasikan bahwa ada kemungkinan ke depan audio digital akan lebih banyak digunakan menjadi barang bukti pada kasus di ranah hukum. Pertimbangan ranah hukum dalam menggunakan barang bukti dalam bentuk digital files, termasuk audio, adalah kemampuan barang bukti digital dalam mengelola dampak yang berkaitan dengan resiko pada proses hukum. Resiko yang dimaksud salah satunya adalah penggunaan saksi yang tidak diketahui dengan pasti kebenaran ucapannya sekalipun telah disumpah untuk berkata benar. Dengan menggunakan barang bukti digital yang telah diuji dan dianalisis akan mampu

mendukung disiplinnya tindakan serta ketepatan dugaan serta membantu dalam keakuratan pengambilan keputusan. Untuk itu, penting bagi pihak-pihak penegak hukum terkait untuk memahami dan menguasai teknik forensika digital mengingat kemungkinan meningkatnya penggunaan rekaman suara/ multimedia baik dari segi varian, kuantitas dan kualitasnya.

Salah satu teknik forensik digital adalah *Voice Recognition*, yaitu teknik forensika digital untuk mengidentifikasi rekaman suara. Orang-orang yang melakukan percakapan dapat diketahui identitasnya melalui pemeriksaan *audio forensic* untuk *voice recognition* dengan metode komparasi, yaitu membandingkan suara di dalam rekaman barang bukti (*unknown samples*) dengan suara yang direkam sebagai pembanding (*known samples*). Jika hasil *voice recognition* menunjukkan bahwa suara *unknown samples* identik dengan suara *known samples*, maka suara percakapan dalam rekaman barang bukti dapat disimpulkan berasal dari pemilik suara pembanding.

Penelitian kali ini akan memberikan skenario contoh penerapan teknik forensika digital suara *voice recognize* dalam membandingkan suara yang ada di barang bukti dan suara tersangka pada media telepon selular dengan studi kasus suara pria. Sehingga diharapkan luaran dari penelitian ini dapat menjadi referensi atau bahan pengayaan bagi pihak penegak hukum serta akademisi yang hendak melanjutkan penelitian terkait forensika digital. Dalam melakukan identifikasi pada penelitian ini digunakan sebuah aplikasi Praat untuk membantu proses komparasi audio dari pihak *Known Samples* dan *Unknown Samples*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Forensika Digital

Forensika digital/forensika komputer adalah kombinasi disiplin ilmu hukum dan pengetahuan komputer dalam mengumpulkan dan menganalisa data dari sistem komputer, jaringan, komunikasi nirkabel, dan perangkat penyimpanan sedemikian sehingga dapat dibawa sebagai barang bukti di dalam penegakan hukum [3].

2.1.1. Forensika Digital Audio

Teori dasar untuk identifikasi suara bersandar pada premis bahwa setiap suara individual karakteristik cukup untuk membedakannya dari orang lain melalui analisis *voiceprint*. Menurut Azhar [5] Ada dua faktor umum yang terlibat dalam proses suara manusia. Faktor pertama dalam menentukan keunikan suara terletak pada ukuran rongga vokal, seperti rongga tenggorokan, hidung dan mulut, dan bentuk, panjang dan ketegangan pita suara individu yang terletak di laring. Rongga vokal yang resonator, seperti pipa organ, yang memperkuat beberapa nada yang dihasilkan oleh pita suara, yang menghasilkan format atau batang *voiceprint*. Kemungkinan bahwa dua orang akan memiliki semua rongga vokal mereka ukuran yang sama dan konfigurasi dan digabungkan identik muncul sangat terencil.

Faktor kedua dalam menentukan keunikan suara terletak pada cara yang artikulator-artikulator atau otot pidato dimanipulasi selama berbicara. Artikulator-artikulator termasuk bibir, gigi, lidah, langit-langit lunak dan otot-otot rahang yang saling dikendalikan menghasilkan pidato

dimengerti. pidato dimengerti dikembangkan oleh proses pembelajaran acak meniru orang lain yang berkomunikasi.

2.1.2. Prosedur Forensika Audio

Pada proses pengidentifikasian suara dengan menggunakan pembanding, terdapat prosedur guna menstrukturkan proses pengidentifikasian. Prosedur tersebut sebagai berikut:

1. Langkah pertama adalah *acquisition* yaitu mengumpulkan bukti dan komponen audio yang berkaitan dengan forensika.
2. Selanjutnya adalah melakukan *audio enhancement* yaitu merupakan proses pematangan dari audio yang digunakan
3. Proses ketiga adalah *decoding*. Proses ini adalah pembuatan transkrip rekaman.
4. Langkah terakhir dalam prosedur forensika audio adalah *voice recognition*.

2.1.3. Teknik Voice Recognize

Teknik yang digunakan dalam forensik audio pada penelitian ini adalah dengan menggunakan *voice recognition*. Teknik ini menganalisis *pitch*, *formant*, *bandwith* dan *spectogram*. Berdasarkan standar analisis yang dibuat oleh *Federal Bureau of Investigation*, untuk menentukan kemiripan suara *suspect* dan suara pembanding ialah dengan menemukan kecocokan minimal 20 kata suara antara *suspect* dengan suara pembanding [5]. Berikut gambaran dari analisis tersebut:

a. Analisis Statistik Pitch

Salah satu parameter dari sinyal suara adalah frekuensi fundamental. Frekuensi fundamental dalam istilah instrumen musik dikenal sebagai *pitch* atau nilai frekuensi dari suatu jenis nada. *Pitch* adalah hasil dari frekuensi getar pita suara [3]. Semakin cepat getaran pita suara semakin tinggi pula nadanya, begitu pula sebaliknya. Masing-masing orang memiliki *pitch* yang khas (*habitual pitch*) yang sangat dipengaruhi oleh aspek fisiologis laring manusia. Pada kondisi percakapan normal, tingkat *habitual pitch* berkisar pada 50-250 Hz untuk laki-laki dan 120-500 Hz untuk perempuan [2]. Analisis *pitch* dapat digunakan untuk melakukan *voice recognition* terhadap suara seseorang, yaitu melalui analisis statistik terhadap minimum *pitch*, maksimum *pitch* dan rata-rata *pitch*.

b. Analisis Forman

Formant adalah frekuensi-frekuensi resonansi dari filter, yaitu *vocal tract* (*articulator*) yang meneruskan dan memfilter buni keluaran (*output*) berupa kata-kata yang memiliki makna. Secara umum, frekuensi-frekuensi *formant* bersifat tidak terbatas namun, untuk mengidentifikasi seseorang paling tidak ada 3 *formant* yang dianalisis yaitu *Formant 1* (F1), *Formant 2* (F2) dan *Formant* (F3).

Tujuan dari menganalisis *formant* adalah untuk menentukan frekuensi natural yang kompleks dari vokal yang ada selama adanya produksi suara tersebut. [4].

c. Analisis Spectogram

Spectogram adalah bentuk visualisasi dari masing-masing nilai *forman* yang dilengkapi dengan tingkat energi yang bervariasi terhadap waktu. Tingkat energi ini dikenal dengan istilah *formant bandwith*. Nantinya pada kasus-kasus yang bersifat pemalsuan suara dengan teknik *pitch shift* atau

pelaku berusaha untuk menghilangkan karakter suara aslinya. Maka formant bandwidth dapat digunakan untuk memetakan atau mengidentifikasi suara aslinya, dikarenakan spektrogram memuat hal-hal yang bersifat detail dalam hal pola khas formant dan bandwidth [2]. Spektrogram oleh beberapa ahli juga dikenal dengan istilah sidik jari suara (voice fingerprint). Tapi ada beberapa ahli juga yang tidak setuju dengan istilah tersebut dikarenakan segala sesuatu yang diistilahkan dengan 'sidik jari' haruslah unik dan sulit untuk dirubah, sedangkan spektrogram dapat dirubah atau berbeda untuk pengucapan kata yang sama walaupun berasal dari orang yang sama. Spektrogram perlu dianalisis karena menampilkan visualisasi detail dari formant berikut bandwidth-nya sehingga membentuk pola-pola pengucapan kata-kata yang khas untuk masing-masing nilai formant [2].

2.1.4. Aplikasi Praat

Praat merupakan program komputer yang digunakan untuk analisis, sintesis dan manipulasi suara. Aplikasi ini dikembangkan sejak tahun 1992 oleh Paul Boersma dan David Weenink di Institut of Phoenix Sciences di university of Amsterdam. Ada beberapa versi yang dikeluarkan dengan penyesuaian untuk beberapa sistem operasi yang umum digunakan yaitu Mac, Windows dan Linux. Sejak 2001, sudah terdaftar 5000 user di 99 negara yang menggunakan Praat.

Aplikasi Praat mampu merekam suara dari mikrofon atau perangkat audio lainnya, selain itu aplikasi ini juga dapat membaca suara dari inputan file atau disk. dengan Praat, maka user mampu melihat kedalam audio tersebut. Gambar berikut menunjukkan hasil dari gelombang suara suatu audio yang diolah di dalam Praat.

2.2. Teori Suara

Manusia dapat berkomunikasi dengan manusia lainnya dengan suara. Berawal dari gagasan yang ingin disampaikan, lalu dirubah menjadi struktur linguistik dengan memilih kata atau frasa yang secara tepat dapat mewakili dan membawakannya dengan tata bahasa yang dimengerti antara pengucap dan pendengar [10].

Gender	Tipe Suara	Range Vokal	Frekuensi	Frekuensi Fundamental
			Range Vokal (Hz)	(Hz)
Pria	Tenor	C3 – C5	130.813 - 523.251	16.35
	Bariton	F2 – F4	87.3071 - 349.228	21.80
	Bass	E2 – E4	82.4069 - 329.628	20.60
Wanita	Soprano	C4 – A5	261.626 - 1046.50	16.35
	Mezzo-Soprano	A3 – A5	220.000 - 880.000	27.50
	Alto	F3 – F5	174.614 - 698.456	21.80

2.2.1. Komponen Suara

Proses generation dan filtering merupakan penyebab dari timbulnya suara manusia. Pada proses generationi suara diproduksi dari pita suara yang berada pada laring manusia. Hasil tersebut dinamakan suara periodik. Tahapan berikutnya yaitu filtering dimana hasil suara periodik tersebut disaring oleh gigi, lidah, bibir dan langit-langit mulut sehingga menghasilkan bunyi luaran yang disebut dengan bunyi vokal dan atau bunyi konsonan. Bunyi bunyi tersebut adalah bahan untuk penyusunan kata sehingga dapat memberikan arti.

Pada suara, terdapat beberapa komponen penyusunan yang berguna untuk proses identifikasi suara seseorang. Komponen tersebut adalah pitch, formant, dan spektrogram.

2.2.2. Suara Pria

Remaja merupakan periode kritis (fase pubertas) dari anak menjadi dewasa. Pada fase pubertas terjadi perubahan fisik sehingga pada akhirnya seorang anak akan terjadi perubahan hormonal, fisik, psikologis maupun sosial yang berlangsung secara sekuensial. Anak laki-laki mengalami kematangan seksual pada umur 9-10 tahun sampai dengan 17-18 tahun, sedangkan pada wanita terjadi pada umur 8-9 tahun sampai dengan 15-16 tahun [6]. Perubahan yang sangat jelas terlihat adalah perubahan pita suara pada pria yang menjadi pembeda antara pria dengan wanita saat usia remaja. Pada remaja Perbedaan yang sangat signifikan antara suara laki-laki dan wanita adalah jumlah peak [7].

2.3. Media Rekam Telepon Seluler

Telepon selular jaman sekarang sudah menggunakan teknologi yang canggih dan memiliki fitur yang lengkap sesuai kebutuhan pengguna. Salah satunya adalah *voice recorder*. *Voice recorder* sudah menjadi fitur yang pasti ada di hampir semua platform. *Voice recorder* sudah dirasakan fungsinya untuk keperluan banyak hal pada keseharian seperti merekam presentasi dosen ketika berada di dalam kelas, merekam hasil wawancara, merekam jalannya rapat atau seminar hingga digunakan untuk keperluan entertaining secara individu.

Voice recorder di tiap platform memiliki format yang berbeda, format luaran yang ada pada *voice recorder* pada telkom selular umumnya adalah :

a. AAC (Advance Audio Coding)

AAC adalah format file audio terkompresi yang umumnya memiliki kualitas suara yang lebih baik dari format MP3 dalam hal bitrate terutama pada bitrate di bawah 100 kbit/s. Format AAC yang juga bagian standar dari MPEG (Motion Picture Expert Group) merupakan format audio terkompresi yang digunakan dalam Apple iPod, iPhone dan iTunes. Sample rate AAC yakni 96 Khz atau dua kali dari rate MP3 yang hanya 44 Khz [9].

b. FLAC (Free Lossless Audio Codec)

FLAC adalah singkatan dari Free Lossless Audio Codec, yang berarti kompresi data yang dihasilkan hampir sama dengan kualitas audio aslinya. Berbeda dengan format MP3 atau Ogg Vorbis-menggunakan metode Lossy dalam melakukan kompresi data-yang berarti kualitas audio dari file yang dihasilkan akan berbeda jauh dari kualitas aslinya dan terkesan asal asalan.

c. MPEG Layer 3 (MP3)

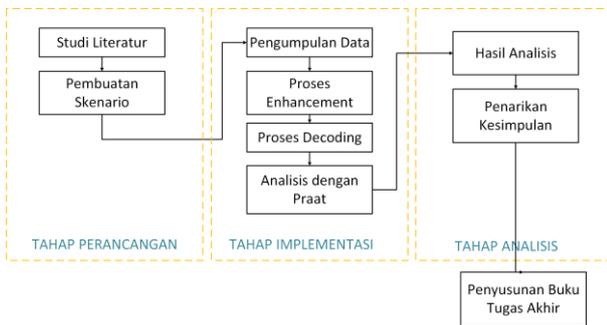
MPEG-1 Audio Layer 3 atau lebih dikenal sebagai MP3 adalah salah satu format berkas pengodean suara yang memiliki kompresi yang baik (meskipun bersifat lossy) sehingga ukuran berkas bisa memungkinkan menjadi lebih kecil.

d. WMA (Windows Media Audio)

Format yang dikembangkan Microsoft ini disukai para vendor musik online karena dukungannya terhadap Digital Rights Management (DRM).

3. METODE PENELITIAN

Skema metodologi pengerjaan tugas akhir yang digunakan oleh peneliti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Metodologi Penelitian

3.1. Tahap Perancangan

Tahap ini merupakan persiapan sebelum melakukan penilaian kematangan, yang terbagi menjadi tiga sub tahap yaitu:

3.1.1 Pembuatan Skenario

Pada penelitian ini, dibutuhkan sebuah skenario sederhana yang melibatkan penggunaan media perekam audio. Pada skenario ini selain mendapatkan barang bukti digital berupa rekaman menggunakan media telepon selular akan dibuat pula suara perbandingan (suara suspect) menggunakan media voice recorder sebagai media penyimpanannya. Skenario dibuat semirip mungkin dengan kondisi lapangan yang sesungguhnya. Sebelum membuat skenario baiknya ciptakan terlebih dahulu lingkungan eksperimennya. Lingkungan eksperimen yang dibuat adalah

- Eksperimen dilakukan di tempat terbuka atau tertutup.
- Perekaman suara barang bukti dilakukan dengan diam-diam tanpa diketahui oleh lawan bicara.
- Media alat rekam yang digunakan adalah telepon selular.
- Dialog yang dilakukan tidak dibuat-buat, harus dilakukan senatural mungkin.

Berikut skenario yang dibuat :

Temui orang yang sekiranya suaranya akan direkam sebagai barang bukti, bila perlu buat janji. Siapkan telepon selular yang memiliki fitur voice recorder. Aktifkan voice recorder sebelum percakapan dimulai. Letakkan media selular ditempat yang sekiranya dapat merekam pembicaraan dengan jelas dan ditempat yang tidak disadari oleh lawan bicara, penggunaan headset dapat dilakukan bila diperlukan. Lakukan percakapan senatural mungkin agar lawan bicara tidak curiga. Akan lebih efektif bila lawan bicara dibuat bercerita atau berbicara panjang lebar, secara otomatis kata kata yang direkam akan lebih dari 30 kata.

3.2. Tahap Implementasi

Tahapan kedua ini merupakan tahap implementasi dari perangkat yang dihasilkan pada tahap perancangan.

3.2.1 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, dilakukan pengumpulan data terkait penelitian yang akan dilakukan. Data tersebut didapatkan untuk mendukung penggunaan suara pria bagi penelitian forensika digital audio ini. Penulis membutuhkan data pendukung untuk menjadikan latar belakang penelitian studi forensika audio yang spesifik kepada suara pria. Tahapan ini akan menjalankan skenario yang telah dibuat sebanyak 2 kali dan dilakukan dengan lingkungan eksperimen yang sudah ditentukan. Penjalanan skenario yang pertama dilakukan untuk pengumpulan data sebagai barang bukti, pengumpulan data untuk suara perbandingan dilakukan beberapa selang waktu kemudian dengan menjalankan skenario untuk yang kedua kalinya.

Skenario yang kedua dijalankan dengan teknis yang agak sedikit berbeda. Suara subject atau suspect yang direkam bisa dilakukan dengan sepengetahuan subject atau suspect. Jika subject atau suspect ketika dalam proses pengambilan data mengalami kebingungan, maka peneliti dapat memberikan teks yang berisi 30 kata untuk dibaca oleh subject atau suspect. Pengambilan data yang kedua dilakukan sebanyak 10 kali sesuai dengan rumusan masalah yang telah dibuat.

3.2.2 Process Enhancement

Sesuai dengan tujuan proses enhancement digunakan untuk memantapkan suara hasil rekaman dengan cara membersihkan noise menggunakan aplikasi komputer. Pada tahapan ini, hasil rekaman dari barang bukti serta rekaman suara perbandingan akan dilakukan pembersihan dari noise sehingga dapat mempermudah proses decoding dan analisis.

3.2.3 Process Decoding

Pada tahapan ini akan dilakukan proses penulisan transkrip dari hasil rekaman. Yang dimaksud dengan transkrip adalah catatan hasil pembicaraan pada rekaman lengkap dengan waktu pembicaraan dengan format jam:menit:detik sesuai dengan apa yang sedang diucapkan. Adakalanya pada saat proses penulisan transkrip rekaman masih terdapat noise sehingga menyebabkan suara tidak jelas terdengar, maka pada transkrip diberikan keterangan bahwa suara tidak jelas terdengar.

3.3. Tahap Hasil dan Pembahasan

3.3.1 Proses Analisis Menggunakan Praat

Proses analisis ini menggunakan inputan berupa pitch, formant bandwidth, spectrogram serta transkrip yang sudah dibuat sebelumnya. Praat merupakan aplikasi yang digunakan dalam pencarian informasi dari perbandingan antara rekaman suara suspect dan rekaman suara perbandingan. Pada tahapan proses analisis ini akan dilakukan pencarian kesamaan suara suspect dengan suara perbandingan berdasarkan inputan. Apabila ditemukan minimal 20 kata yang memiliki kesamaan, maka kedua suara rekaman tersebut dapat dikatakan identik.

3.3.2 Hasil Analisis dan Penarikan Simpulan

Setelah melalui tahapan analisis, maka akan dilakukan proses pengelolaan hasil serta penarikan kesimpulannya. Hasil analisis yang bisa ditarik berdasarkan inputan ada 4 macam. Pertama adalah hasil analisis statistic pitch yang dilakukan dengan melihat perhitungan dari perbandingan kedua rekaman. Hasil perhitungan tersebut akan

dibandingkan dengan nilai minimum, maksimum dan rata-rata nilai pitch. Kedua adalah hasil analisis statistik formant. Ketiga adalah analisis pada graphical distribution berdasarkan nilai masing-masing formant yang dianalisis dengan mengoreksi perhitungan nilai statistik Anova. Dan hasil analisis terakhir adalah pada spectrogram yang digunakan untuk melihat pola umum yang diucapkan pada kata serta masing-masing formant dari suku kata.

Dengan melihat hasil analisis yang sudah dilakukan, maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan apakah suara suspect secara benar identik dengan suara pembandingan yang diduga terlibat dengan kasus yang sedang diteliti.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Menggunakan Praat

Praat digunakan untuk mencari nilai *Pitch*, *Formant* dan *Spectrogram*. Berikut hasil analisis menggunakan praat.

4.1.1. Hasil Pitch

Nilai *Pitch* yang dicari adalah *minimum*, *maximum*, *mean* dan *standart deviation*. Berikut salah satu contoh nilai pitch barang bukti dengan suara subject yang identik :

Sini		
Nilai Pitch	Barang Bukti	Suara Subjek
<i>Minimum (Hz)</i>	116.7036499	117.8795114
<i>Maximum (Hz)</i>	143.4630126	140.960547
<i>Mean (Hz)</i>	129.7521904	129.4691164
<i>Standard Deviation (Hz)</i>	8.893137927	7.416453873

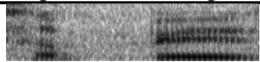
4.1.2. Hasil Formant

Forman yang digunakan adalah *Formant 1*, *Formant 2* dan *Formant 3*. Berikut salah satu contoh nilai *formant* yang identik :

Barang Bukti - Akbar Zota				
Kata	Parameter	Formant 1	Formant 2	Formant 3
Ada	<i>Nilai Formant</i>	1.00333	0.004784	6.358581
	<i>P-value</i>	0.319133	0.945007	0.013401
	<i>Nilai Formant critical</i>	2.760866	2.760866	2.760866
	<i>Keterangan</i>	<i>Accepted</i>	<i>Accepted</i>	<i>Rejected</i>

4.1.3. Hasil Spectrogram

Berikut perbandingan *Spectrogram* per kata dari suara subject dengan suara barang bukti.

Sepi		
------	---	---

4.2 Penarikan Kesimpulan

Dari pengamatan yang sudah dilakukan berdasarkan :

1. pengamatan *Pitch* berdasarkan nilai minimum, maksimum, rata-rata dan juga standar deviasi dari masing-masing subjek yang dibandingkan dengan barang bukti,

2. perbandingan nilai statistik ANOVA dari ketiga formant dari tiap subjek dan juga barang bukti
3. pengamatan kecenderungan kemiripan pola yang didapatkan dari tiap-tiap subjek pelaku terhadap barang bukti

dapat disimpulkan bahwa pada tiap-tiap naskah subjek pelaku memang memiliki kecenderungan nilai perbandingan yang mendekati terhadap barang bukti, berikut adalah daftar subjek pelaku

Suara Barang Bukti	Suara <i>Suspect</i> yang mendekati
Barang Bukti 1	Akbar Zota
Barang Bukti 2	M. Aditya
Barang Bukti 3	Razi M.
Barang Bukti 4	Hermono
Barang Bukti 5	Joko

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya serta mengacu pada rumusan masalah, berikut ini kesimpulan yang dapat diberikan:

1. skenario yang digunakan berupa 5 naskah dengan masing-masing naskah memiliki minimal jumlah kata sebanyak 20 kata dan diterapkan pada 15 *subject* dengan varian umur yang berbeda.
2. Suara masing-masing *subject* diidentifikasi kesamaan dan kecenderungan kemiripan terhadap barang bukti
3. Dari hasil eksperimen, didapatkan bahwa percobaan satu dan dua identik berdasarkan 3 faktor penilaian yaitu pitch, formant dan spektogram.
4. Dari eksperimen yang telah dilakukan, beberapa kondisi yang mempengaruhi kemiripan suara antara lain intonasi (yang mempengaruhi pitch), aksentuasi atau logat yang menentukan formant serta energi pengucapan artikulasi kata yang menentukan spektogram
5. Pada dasarnya masing-masing indikator memiliki peran yang sama dalam hal mengukur keidentikan suatu audio dengan audio lainnya. Hanya saja yang membedakan adalah faktor yang akan diukur tanpa melemahkan fungsi dari indikator yang lain.

6. KETERBATASAN DAN PENELITIAN LANJUTAN

Berikut ini saran yang dapat dijadikan pertimbangan berdasarkan kesimpulan dan hasil analisis yang telah dilakukan :

Dalam teknik *voice recognize* terdapat beberapa indikator yang menentukan keidentikan suara, lakukan penelitian dengan menggunakan indikator selain *Pitch*, *Formant* dan *Spectrogram*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hariadi Sopryadi M.T. (2011, September) [ww.mdp.ac.id](http://www.mdp.ac.id). [Online].
<http://www.mdp.ac.id/materi/2013-2014-1/SP355/021010/SP355-021010-872-1.pdf>
- [2] M. Nuh AL-Azhar, *Digital Forensic : Panduan Praktis Investigasi Komputer*. Jakarta: Salemba Infotek, 2012.
- [3] Anni Yuliasuti, "Pengenalan Voiced dan Unvoiced dengan Analisis Pitch," Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2011.
- [4] B. S. Atal And Suzanne L. Hanauer, "Speech Analysis and Synthesis by Linear Prediction of the Speech Wave," Bell Telephone Laboratories, New Jersey, 1971.
- [5] Will Styler. (2013, 22) The Society for the Prevention of Cruelty to Vowels. [Online].
<http://savethevowels.org/praat>
- [6] Jose R.L Batubara, "Adolescent Development (Perkembangan Remaja)," Departemen Ilmu Kesehatan Anak, FKUI/RSCM, Jakarta, 2010.
- [7] Binyamin Widi Prasetya, Budi Santoso, and Joko Purwadi, "Identifikasi Suara Pria Dan Wanita Berdasarkan Frekuensi Suara," Informatics Department, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, 200
- [9] Rudi Hardiansyah. (2013, Maret) if-unsika. [Online].
http://if-unsika-2010095.blogspot.com/2013/03/analisa-file-format-audio-multimedia_24.html
- [10] Elank Devil's. (2013, Maret) if-unsika. [Online].
<http://if-unsika-09-050.blogspot.com/2013/03/analisa-perbandingan-audio-aac-flac-ogg.html>