

Analisis Rekaman Suara *Magic Call* Pada Provider Seluler Dengan Rekaman Suara Asli

M. Zulpahmi^{*1}, Yudi Prayudi², Ahmad Luthfi³

¹Program Studi Informatika – Program Magister, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

^{2,3}Jurusan Informatika, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

e-mail: ^{*1}20917043@students.uui.ac.id, ²prayudi@uui.ac.id, ³ahmad.luthfi@uui.ac.id

Abstrak

Magic call merupakan layanan modifikasi perubah suara dari provider yang memungkinkan untuk mengubah suara asli pada saat menelpon. Hal ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik tingkat kemiripan rekaman suara magic call pada provider Telkomsel dan XL dengan rekaman suara asli untuk keperluan audio forensik. Rekaman suara magic call Telkomsel dan XL menggunakan 4 sampel rekaman suara yang terdiri dari 2 perempuan dan 2 laki-laki menggunakan suara asli. Data yang dihasilkan dianalisis dengan menggunakan teknik analisis pitch, formant serta spectrogram yang kemudian diekstrak menggunakan tools praat dan gnumeric. Temuan ini menunjukkan bahwa keempat rekaman suara dari 2 perempuan dan 2 laki-laki dari magic call yang dibandingkan dengan rekaman suara asli menunjukkan hasil yang tidak identik. Hal ini dapat dilihat dari tabel hasil analisis yang menunjukkan 13 kata dari hasil rekaman suara magic call pada provider Telkomsel dan XL dengan rekaman suara asli memiliki nilai tidak identik yang sangat tinggi dibandingkan dengan nilai identik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rekaman suara magic call pada provider Telkomsel dan XL tidak identik dengan suara asli.

Kata kunci— Audio Forensik, Rekaman Suara, Provider, Magic Call.

Abstract

Magic call is a voice changer modification service from the provider that allows you to change the original voice when calling. This study was conducted to analyze the characteristics of the similarity level of magic call voice recordings on Telkomsel and XL providers with original voice recordings for forensic audio purposes. The voice recordings of magic call Telkomsel and XL use 4 voice recording samples consisting of 2 women and 2 men using their original voices. The data were analyzed using pitch, formant, and spectrogram analysis techniques. The data were then extracted using praat and gnumeric tools. The findings in this study showed that the four-voice recordings of 2 women and 2 men from magic call were compared with the original voice recordings showing non-identical results. This can be seen from the analysis results table which shows that 13 words from the sound recordings have very high non-identical values compared to identical values. It can be concluded that the magic call on Telkomsel and XL providers are not identical.

Keywords— Forensic Audio, Sound Recording, Provider, Magic Call.

1. PENDAHULUAN

Indonesia yang terdiri dari 34 provinsi memiliki jumlah penduduk sekitar 270.203.917 jiwa berdasarkan keterangan dari badan pusat statistik (BPS)[1] yang telah merilis hasil sensus penduduk pada tahun 2020. Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir terdapat peningkatan jumlah penduduk sebanyak 32 juta lebih atau sekitar 3,5 juta jiwa setiap tahun. Melihat jumlah

penduduk yang cukup banyak tersebut cukup memicu laju perkembangan angka pengguna *Smartphone* di Indonesia [2].

Magic call merupakan layanan modifikasi atau perubah suara seseorang yang terdapat pada *provider* Telkomsel dan XL yang memungkinkan untuk mengubah suara asli mereka pada saat menelpon. Di dalam layanan terdapat 4 pilihan suara seperti suara raja, suara anak-anak, suara wanita dan kartun [3]. Indonesia sebagai negara hukum telah banyak melakukan kodifikasi produk 634 hukum. Dengan berkembang pesatnya *smartphone* di Indonesia cukup mengkhawatirkan terjadinya tindak pidana oleh karena itu dibuat UU ITE. Dengan adanya UU ITE dapat memudahkan layanan pengaduan hukum kepada masyarakat dan penegak hukum. Salah satu bukti digital yang dapat membuktikan kasus suatu perkara pidana yaitu rekaman suara telepon, sebagaimana yang dijelaskan dalam UU ITE pasal 1 No.19 tahun 2016 [4].

Sebelumnya telah dilakukan pengujian yang mengimplementasikan dengan metode forensik yang menggunakan analisis *pitch*, *formant*, dan *spectrogram*. Metode ini digunakan guna menganalisis suara lewat perekam suara telepon genggam pada area yang berbeda. Hasil metode forensik yang digunakan menunjukkan bahwa kalau hasil yang hampir mirip dengan suara pelaku ketika berada pada kondisi sepi. Sementara jika kondisi lingkungan sedang ramai maka akan sulit untuk didapatkan kemiripannya[5].

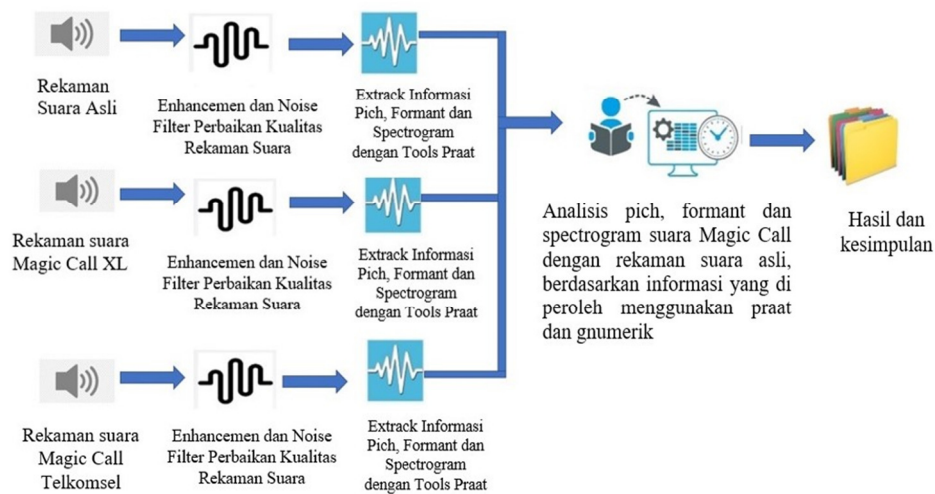
Menemukan bahwa dengan mengkombinasikan antara metode *speech processing* dengan metode *itakura saito distance* dan metode jaringan syaraf tiruan atau dikenal dengan *backpropagation neural network* akan menghasilkan nilai yang lebih tinggi atau efisien dalam menemukan rekaman suara yang tidak identik antara suara pembanding dengan suara asli [6]. Perbandingan tingkat kemiripan antara identifikasi *live voice* dan *artificial voice* menggunakan sistem yang dibangun menggunakan metode ekstraksi MFCC dalam hasil analisisnya kurang efektif karena dipengaruhi oleh akurasi penentuan parameter yang dimana akurasi yang diperoleh sebesar 33,33% sehingga hasilnya menunjukkan kedua suara memiliki karakteristik yang sangat berbeda dari nadanya[7].

Kesesuaian sumber audio yang terdiri dari 20 kata digunakan sebagai barang bukti yang FBI sebut sebagai subjek penelitian. Metode pendekatan yang digunakan dalam analisis ini yakni analisis statistik *pitch*, *formant*, *bandwidth* dan *graphical distribution* serta *spectrogram* dengan menggunakan 3 tools yakni *DC Live forensik*, *praat* dan *gnumerik*. Hal ini membuktikan adanya kesamaan antara bukti audio digital dengan sampling audio yang direkam[8] Hasil lain melaporkan bahwa rekaman suara dalam masalah pengubah suara dapat dianalisis dengan rekaman suara asli hanya menggunakan pendekatan *formant*, *graphical distribution* dan *spektogram*. [9].

Data yang dikeluarkan APJII, menunjukkan bahwa operator terfavorit di Indonesia yakni Telkomsel dengan 41.94%, XL 20.44%, Indosat, 17.78%, Tri, 14.08%, Smartfren, 5,76%, menunjukkan bahwa *provider* terfavorit di Indonesia yaitu Telkomsel dan XL, [10] karena dari beberapa literatur review diatas, terkait dengan analisis karakteristik tingkat kemiripan rekaman suara *magic call* pada *provider* Telkomsel dan XL dengan rekaman suara asli belum ada yang menganalisis dengan teknik audio forensik untuk itu Penelitian ini diharapkan mampu dijadikan pedoman dalam penelitian selanjutnya dalam menganalisis audio yang berkaitan dengan *magic call*.

2. METODE PENELITIAN

Dalam tahapan dari metode analisis statistik yang di implementasikan pada gambar 1:



Gambar 1. Alur Analisis Rekaman Suara

Adapun langkah-langkah dalam menerapkan metode analisis statistik pich sebagai berikut:

2.1. Rekaman Suara

Terdapat 3 jenis rekaman suara yang akan dianalisis yaitu rekaman suara yang telah diubah dengan layanan *magic call* dari *provider* Telkomsel dan dari *provider* XL dengan suara asli. Suara rekaman terdiri dari masing-masing 13 kata. Menggunakan *handphone redmi 9t*, versi android 10 qkq1.200830.002.

Tools digunakan untuk menganalisis karakteristik tingkat kemiripan suara suara *magic call* pada *provider* Telkomsel dan XL dengan suara asli ini yaitu:

- Tools praat* adalah *tools* yang digunakan untuk mencari perbandingan suara antara rekaman suara *magic call* pada *provider* Telkomsel dan XL dengan suara asli.
- Tools gnumeric spreadsheet* adalah *tools* yang digunakan membandingkan hasil dari nilai analisis rekaman suara per-kata pada rekaman suara *magic call* pada *provider* Telkomsel dan XL dengan suara rekaman asli. Jadi hasil nilai tersebut akan dimasukkan pada *gnumeric* guna menghitung nilai *likelihood ratio*, anova dan juga nilai sebaran *formant*.

2.2. Proses Enhancement dan Noise Filter

Pada tahapan ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas dari suatu rekaman suara yang bertujuan untuk mendapatkan suara yang bersih setelah dibersihkan suara dari *noise* sebelum dilakukannya analisis, hal ini semata-mata bertujuan untuk mendapatkan hasil yang lebih bersih dan baik[11].

2.3. Ekstrak Informasi Pitch, Formant dan Spectrogram

Pada tahapan ini diawali dengan proses ekstraksi setiap kata untuk mendapatkan hasil atau nilai pada rekaman suara. Dengan demikian bisa diketahui nilai *formant*, *pitch* dan juga *spectrogram*-nya, yang kemudian akan digunakan untuk keperluan analisis pada tahap berikutnya.

2.4. Analisis

Deskripsi analisis yang digunakan mengacu pada *audio forensic theory and analysis* yang ditulis [12] oleh pusat laboratorium forensik polri bidang fisika dan komputer forensik, yaitu:

2.4.1. Analisis Statistik Pitch.

Pada proses tahapan analisis ini dapat digunakan cara melihat hasil kalkulasi dari perbedaan nilai *pitch* yang ada pada rekaman *magic call* pada *provider* Telkomsel dan rekaman *magic call* pada *provider* XL dengan rekaman suara asli. dan pada tahap ini dapat menggunakan *tools prat* untuk mendapatkan perbandingan nilai *min*, *max* dan *mean pitch* karakter masing-masing suara. Hasil perbedaan nilai pada statistik *pitch* tersebut dapat membantu dalam analisa tingkat kemiripan dari suatu rekaman suara[13].

2.4.2. Analisis Statistik Formant dan Bandwidth

Pada proses tahapan analisis statistik *formant* dan *bandwidth* perlu diolah menggunakan aplikasi *gnumerik*, adapun analisis statistik *formant* dan *bandwidth* dibagi menjadi dua jenis analisis, yaitu:

a) Analisis Anova

Pada tahap ini dilakukan analisis berdasarkan *anova* yang mengkalkulasikan nilai F1, F2, F3 dan F4, serta dari hasil perubahan rekaman suara layanan *magic call* pada *provider* Telkomsel dan XL dengan suara asli. Hasil analisis *anova* menunjukkan bahwa perbedaan antara masing-masing pembentuk pada kedua kelompok. Hal ini ditunjukkan dengan rasio kritis F terhadap F dan nilai *probabilitas* P. Jika nilai rasio F lebih kecil dari kekritisasi F, dan nilai *probabilitas* P lebih besar dari 0,5, kita dapat menyimpulkan bahwa frasa yang dianalisis memiliki kesamaan. Artinya, ada tingkat kepercayaan 95% antara suara rekaman panggilan suara *magic call* dengan suara aslinya.[14].

b) Analisis Likelihood Ratio

Analisis ratio kemungkinan memiliki kelebihan tersendiri dibandingkan analisis bandwidth atau analisis statistik formant yang lebih rinci. Hal ini dapat dilakukan dengan mempertimbangkan probabilitas p ketika menentukan nilai formant yang akan digunakan sebagai hipotesis perlawanan atau resistensi jika $LR > 1$, yang mendukung p ($E | H$) seperti pada formula (1) dibawah ini:

$$p(E|Hd) = 1 - p(E|Hp) \quad (1)$$

Keterangan:

$p(E|Hp)$ adalah hipotesis tuntutan (*prosecution*), yaitu known dan unknown. Sampeles berasal dari orang yang sama.

$p(E|Hd)$ adalah hipotesis perlawanan (*defense*), yaitu known dan unknown. Sampeles berasal dari orang yang berbeda.

$p(E|Hp)$ berasal dari p-value anova.

Besaran LR dilanjutkan dengan *verbal statement* yang membantu menjelaskan seberapa kuat nilai LR tersebut, adapun tingkatan dari *verbal statement* ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2 dibawah ini:

Tabel 1. Verbal Statement Hipotesis Tuntutan

LR	LR (Log)	Verbal Statement	Keterangan
>10.000	>4	<i>Very strong evidence to support</i>	Mendukung hipotesis tuntutan $P(E Hp)$
1.000-10.000	3-4	<i>Strong evidence to support</i>	
100-1.000	2-3	<i>Moderately strong evidence to support</i>	
10-100	1-2	<i>Moderate evidence to support</i>	
1-10	0-1	<i>Limited evidence to support</i>	

Tabel 2. Verbal Statement Mendukung Hipotesis Perlawanan

LR	LR (Log)	Verbal Statement	Keterangan
1-0.1	0-(-1)	<i>Limited evidence against</i>	Mendukung hipotesis perlawanan $P(E H_d)$
0.1-0.01	-1 – (-2)	<i>Moderate evidence against</i>	
0.01-0.00	-2 – (-3)	<i>Moderately strong evidence against</i>	
0.001-0.0001	-3 – (-4)	<i>Strong evidence against</i>	
<0.0001	> (-4)	<i>Very strong evidence against</i>	

Tabel 1 dan tabel 2 dapat diketahui bahwa hipotesis penuntutan atau perlawanan bisa mendapatkan dukungan apabila $LR > 1$, jadi ketika semakin besar nilai LR maka akan semakin baik dan kuat juga untuk *verbal statement*-nya.

2.5. Analisis Graphical Distribution

Analisis *graphical distribution* ini bertujuan untuk menggambarkan nilai-nilai *formant* dari masing-masing nilai forman. oleh karena itu kemungkinan ada perbedaan nilai *formant* yang dimodifikasi antara *magic call* dari *provider* Telkomsel dan *magic call* dari *provider* XL dengan suara asli berupa perbandingan F1 vs F2 dan F2 vs F3[15].

2.6. Analysis Spectrogram

Pada tahap ini digunakan pola umum yang khas yang diucapkan dalam pola tertentu di setiap forman dari setiap kata yang dianalisis. Oleh karena itu, dapat dilihat tingkat energi masing-masing forman. Apabila pengucapan suatu kata menunjukkan tidak ada hasil yang cukup berbeda antara *magic call* dengan rekaman asli. Untuk itu dapat disimpulkan bahwa kata-kata ini memiliki spectrogram yang sama[16].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dari hasil 2 rekaman suara laki-laki dan 2 rekaman suara perempuan berbeda yang terdiri dari rekaman suara *magic call* dari *provider* Telkomsel dan XL dengan rekaman suara asli. Kata yang diucapkan pada rekaman suara tersebut terdiri dari 13 kata yang berbunyi “Halo selamat anda mendapatkan hadiah dari perusahaan kami berupa mobil avanza satu buah”. Dari hasil analisis tersaji pada tabel 3 sampai tabel 10 di bawah ini:

Tabel 3. Hasil Voice Recognition Magic Call dari Provider Telkomsel Aldi (*High Pich* dan *Low Pich*) Dengan Suara Asli.

	Imputan Kata	Identic		Tidak Identic	
		T.sel (High)	T.sel (Low)	T.sel (High)	T.sel (Low)
<i>Analisis pich</i>	13	0	0	13	13
<i>Analisis avova</i>	13	5	11	8	2
<i>Analisis likehoot ratio</i>	13	10	5	3	8
<i>Analisis grahical distribution</i>	13	2	3	11	10
<i>Analisis spectrogram</i>	13	6	6	7	7

Tabel 3 menunjukkan bahwa hasil *deskripsi hasil analisis magic call* dari provider Telkomsel Aldi *high pich dan low pich* dengan rekaman suara asli menunjukkan hasil yang tidak identik dikarenakan nilai dari tabel tidak identik lebih tinggi dari nilai tabel identik.

Tabel 4. Hasil *Voice Recognition Magic Call* dari *Provider XL Aldi (High Pitch dan Low Pich)* Dengan Asli.

	Imputan Kata	Identik		Tidak Identik	
		XL (High)	XL (Low)	XL (High)	XL (Low)
<i>Analisis pich</i>	13	0	0	13	13
<i>Analisis avova</i>	13	7	13	6	0
<i>Analisis likehoot ratio</i>	13	9	10	4	3
<i>Analisis grahical distribution</i>	13	3	8	10	5
<i>Analisis spectrogram</i>	13	0	0	13	13

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil *deskripsi hasil analisis magic call* dari *provider XL Aldi high pich dan low pich* dengan rekaman suara asli menunjukkan hasil yang tidak identik dikarenakan nilai dari tabel tidak identik lebih tinggi dari nilai tabel identik.

Tabel 5. Hasil *Voice Recognition Magic Call* dari *Provider Telkomsel Alfa (High Pitch dan Low Pich)* Dengan Suara Asli

	Imputan Kata	Identik		Tidak Identik	
		T.sel (High)	T.sel (Low)	T.sel (High)	T.sel (Low)
<i>Analisis pich</i>	13	0	0	13	13
<i>Analisis avova</i>	13	6	8	7	5
<i>Analisis likehoot ratio</i>	13	7	10	6	3
<i>Analisis grahical distribution</i>	13	0	2	13	11
<i>Analisis spectrogram</i>	13	8	8	5	5

Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil *deskripsi hasil analisis magic call* dari *provider Telkomsel Alfa high pich dan low pich* dengan rekaman suara asli menunjukkan hasil yang tidak identik dikarenakan nilai dari tabel tidak identik lebih tinggi dari nilai tabel identik.

Tabel 6. Hasil *Voice Recognition Magic Call* Dari *Provider XL Alfa (High Pich Dan Low Pich)* Dengan Suara Asli

	Imputan Kata	Identik		Tidak Identik	
		XL (High)	XL (Low)	XL (High)	XL (Low)
<i>Analisis pich</i>	13	0	0	13	13
<i>Analisis avova</i>	13	10	13	3	0
<i>Analisis likehoot ratio</i>	13	9	5	4	8
<i>Analisis grahical distribution</i>	13	2	4	11	9
<i>Analisis spectrogram</i>	13	0	0	13	13

Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil *deskripsi hasil analisis magic call* dari *provider XL Alfa high pich dan low pich* dengan rekaman suara asli menunjukkan hasil yang tidak identik dikarenakan nilai dari tabel tidak identik lebih tinggi dari nilai tabel identik.

Tabel 7. Hasil Voice Recognition Magic Call dari Provider Telkomsel Oliv (High Pitch dan Low Pich) Dengan Suara Asli.

	Imputan Kata	Identik		Tidak Identik	
		T.sel (High)	T.sel (Low)	T.sel (High)	T.sel (Low)
<i>Analisis pich</i>	13	0	1	13	13
<i>Analisis avova</i>	13	6	6	7	7
<i>Analisis likehoot ratio</i>	13	10	10	3	3
<i>Analisis grahical distribution</i>	13	2	3	11	10
<i>Analisis spectogram</i>	13	2	2	11	11

Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil *deskripsi hasil anlisis magic call* dari provider Telkomsel Oliv *high pich* dan *low pich* dengan rekaman suara asli menunjukkan hasil yang tidak identik dikarenakan nilai dari tabel tidak identik lebih tinggi dari nilai tabel identik.

Tabel 8. Hasil Voice Recognition Magic Call Dari Provider XL Oliv (High Pich dan Low Pich) Dengan Suara Asli.

	Imputan Kata	Identik		Tidak Identik	
		T.sel (High)	T.sel (Low)	T.sel (High)	T.sel (Low)
<i>Analisis pich</i>	13	0	0	13	13
<i>Analisis avova</i>	13	7	7	6	6
<i>Analisis likehoot ratio</i>	13	10	8	3	5
<i>Analisis grahical distribution</i>	13	3	3	10	10
<i>Analisis spectogram</i>	13	1	1	12	12

Tabel 8 menunjukkan bahwa hasil *deskripsi hasil anlisis magic call* dari provider XL Oliv *high pich* dan *low pich* dengan rekaman suara asli menunjukkan hasil yang tidak identik dikarenakan nilai dari tabel tidak identik lebih tinggi dari nilai tabel identik.

Tabel 9. Hasil Voice Recognition Magic Call dari Provider Telkomsel Iza (High Pitch dan Low Pich) Dengan Rekaman Asli.

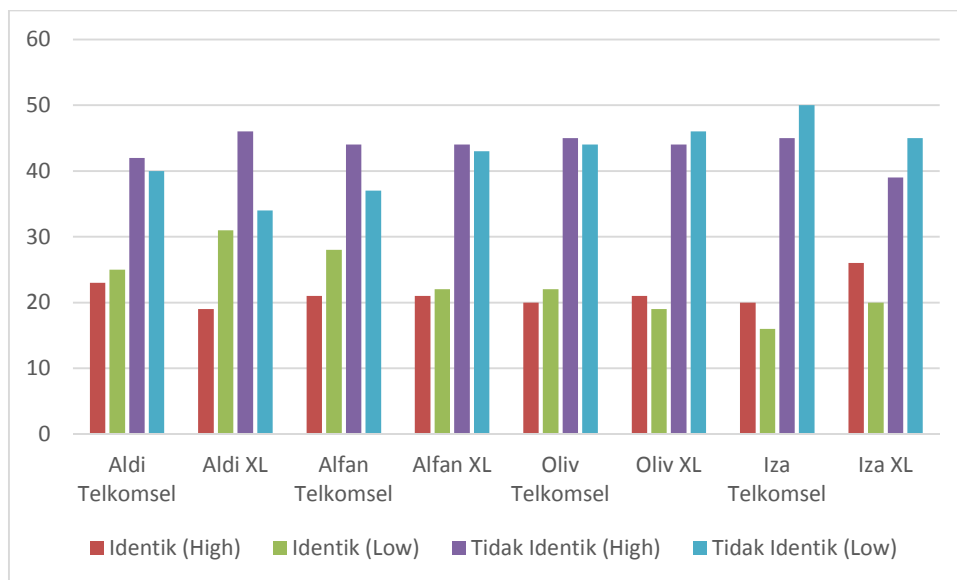
	Imputan Kata	Identik		Tidak Identik	
		T.sel (High)	T.sel (Low)	T.sel (High)	T.sel (Low)
<i>Analisis pich</i>	13	0	1	13	13
<i>Analisis avova</i>	13	5	4	8	9
<i>Analisis likehoot ratio</i>	13	13	11	0	2
<i>Analisis grahical distribution</i>	13	2	0	11	13
<i>Analisis spectogram</i>	13	0	0	13	13

Tabel 9 menunjukkan bahwa hasil *deskripsi hasil anlisis magic call* dari provider Telkomsel Iza *high pich* dan *low pich* dengan rekaman suara asli menunjukkan hasil yang tidak identik dikarenakan nilai dari tabel tidak identik lebih tinggi dari nilai tabel identik.

Tabel 10. Hasil *Voice Recognition Magic Call* dari *Provider XL Iza (High Pich dan Low Pich)* Dengan Suara Asli.

	Imputan Kata	Identic		Tidak Identic	
		T.sel (High)	T.sel (Low)	T.sel (High)	T.sel (Low)
<i>Analisis pich</i>	13	0	0	13	13
<i>Analisis avova</i>	13	9	12	4	1
<i>Analisis likehoot ratio</i>	13	12	8	1	5
<i>Analisis grahical distribution</i>	13	5	0	8	13
<i>Analisis spectogram</i>	13	0	0	13	13

Tabel 10 menunjukkan bahwa hasil *deskripsi hasil anlisis magic call* dari *provider XL Iza high pich dan low pich* dengan rekaman suara asli menunjukkan hasil yang tidak identik dikarenakan nilai dari tabel tidak identik lebih tinggi dari nilai tabel identik.



Gambar 2. Karakteristik Tingkat Kemiripan *Magic Call* pada *Provider Telkomsel dan XL* Dengan Suara Asli *High Pitch* Dengan *Low Pitch* Rekaman Suara.

Terkait dengan analisis karakteristik antara rekaman suara *magic call* pada *provider Telkomsel dan XL* dengan rekaman suara asli digunakan untuk merubah rekaman suara dengan meninggikan *pich (high pich)* dan merendahkan *pich (low pich)*, dari hasil ujicoba yang dilakukan pada *magic call* pada *provider Telkomsel* dan *magic call* dari *provider XL* paling tinggi tingkat kemiripannya dengan rekaman suara asli pada posisi merendahkan *pich (low pich)* baik itu pada rekaman suara laki-laki maupun rekaman suara perempuan, penyebab rekaman suara *magic call* dari *provider Telkomsel* dan *magic call* dari *provider XL* memiliki tingkat kemiripan yang berbeda yakni disebabkan oleh perbedaan algoritma atau parameter *pich shifting* yang digunakan pada masing-masing layanan *magic call* pada *provider*.

Sistem konversi nada panggilan *magic call* dipengaruhi oleh alfa (α) dan beta (β) artinya sebagai parameter *stretch* dan *pich sifting* dipengaruhi selama proses TD-PSOLA. Semakin

mirip keluaran suara dari konversi audio, maka semakin jauh alfa (α) dan beta (β) ke suara asli maka konversi suara akan berbeda dengan suara aslinya[17].

Analisis yang dilakukan dapat diketahui bahwa suara *Magic Call* pada *provider* Telkomsel dan XL dengan rekaman suara asli memiliki fungsi yang berbeda. Ini menunjukkan analisis yang dilakukan sebelumnya sesuai [18]. Oleh karena itu, perbedaan hasil analisis dari rekaman suara *magic call* dengan suara asli pada *provider* XL dan Telkomsel dengan suara asli adalah *stretching* dan *pitch sifting*.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa karakteristik tingkat kemiripan rekaman suara *magic call* pada *provider* Telkomsel dan XL dengan rekaman suara asli memiliki hasil yang tidak identik. Analisis yang dilakukan dengan menggunakan metode analisis *pitch*, *formant* dan *spectrogram*. Berdasarkan uji coba yang dilakukan menunjukkan bahwa keempat sampel rekaman suara yang terdiri dari 2 perempuan dan 2 laki-laki memiliki tingkat kemiripan yang tidak identik. Hal ini dapat dilihat dari tabel hasil analisis yang menunjukkan 13 kata dari hasil rekaman suara memiliki nilai tidak identik yang sangat tinggi dibandingkan dengan nilai identik. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat membuat sistem aplikasi *machine learning* untuk menentukan karakteristik dari rekaman suara secara otomatis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Rektor Universitas Teknologi Mataram yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. Statistik, “Badan Pusat Statistik,” 2020. <https://www.bps.go.id/publication/2020/04/29/e9011b3155d45d70823c141f/statistik-indonesia-2020.html> (accessed Jun. 03, 2022).
- [2] Newzoo, “No Title.” [Online]. Available: <https://ekbis.sindonews.com/read/570242/34/pengguna-ponsel-pintar-di-indonesia-lampaui-160-juta-peluang-besar-bagi-insurtech-1634335826#:~:text=Berdasarkan data Newzoo%2C pengguna ponsel,tidak bisa lepas dari gawai.>
- [3] S. B. Bhaskoro, I. Ariani, and A. A. Alamsyah, “Transformasi Pitch Suara Manusia Menggunakan Metode PSOLA,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, Vol. 2, No. 2, p. 129, 2014, doi: 10.26760/elkomika.v2i2.129.
- [4] Republik Indonesia, “Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2016 Tentang Informasi Dan Transaksi Elektronik,” *Undang. Republik Indones.*, Vol., No., p. 21, 2016, [Online]. Available: https://jdih.kominfo.go.id/produk_hukum/view/id/555/t/undangundang+nomor+19+tahun+2016+tanggal+25+november+2016.

- [5] A. Aligarh and B. C. Hidayanto, "Implementasi Metode Forensik Dengan Menggunakan Pitch, Formant, dan Spectrogram Untuk Analisis Kemiripan Suara Melalui Perekam Suara Telepon Genggam pada Lingkungan yang Bervariasi," *J. Tek. ITS*, Vol. 5, No. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16980.
- [6] A. Wicaksono, S. Adinandra, and Y. Prayudi, "Penggabungan Metode Itakura Saito Distance dan Backpropagation Neural Network Untuk Peningkatan Akurasi Suara pada Audio Forensik," *JUITA J. Inform.*, Vol. 8, No. 2, p. 225, 2020, doi: 10.30595/juita.v8i2.8248.
- [7] H. Dzulfikar, S. Adinandra, and R. Erika, "The Comparison of Audio Analysis Using Audio Forensic Technique and Mel Frequency Cepstral Coefficient Method (MFCC) as the Requirement of Digital Evidence," *J. Online ...*, Vol. 6, No. 2, pp. 145–154, 2021, doi: 10.15575/join.v6i2.702.
- [8] M. Negrão and P. Domingues, "SpeechToText: An Open-Source Software For Automatic Detection and Transcription of Voice Recordings In Digital Forensics," *Forensic Sci. Int. Digit. Investig.*, vol. 38, 2021, doi: 10.1016/j.fsidi.2021.301223.
- [9] A. Subki, B. Sugiantoro, and Y. Prayudi, "Membandingkan Tingkat Kemiripan Rekaman Voice Changer Menggunakan Analisis Pitch, Formant dan Spectrogram," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, Vol. 5, No. 1, p. 17, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201851500.
- [10] "5 Operator Seluler Favorit Masyarakat Indonesia," 2022. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/06/13/5-operator-seluler-favorit-masyarakat-indonesia-versi-apjii> (accessed Jun. 18, 2022).
- [11] M. Al-Azhar Nuh, "Audio Forensic: Theory and Analysis," pp. 1–38, 2011.
- [12] S. Sunardi, I. Riadi, R. Umar, and M. F. Gustafi, "Audio Forensics on Smartphone with Digital Forensics Research Workshop (DFRWS) Method," *CommIT (Communication Inf. Technol. J.)*, Vol. 15, No. 1, pp. 41–47, 2021, doi: 10.21512/commit.v15i1.6739.
- [13] M. N. Farid, D. D. Putra, B. Hasanah, and M. Vicky, "Analisis Pengaruh Perubahan Pitch & Background Noise pada Suara Rekaman Barang Bukti Terhadap Performansi Metode-Metode di Audio Forensik," Vol. 1, No. 9, 2021.
- [14] B. S. Deva and I. Mardianto, "Teknik Audio Forensik Menggunakan Metode Analisis Formant Bandwidth, Pitch dan Analisis Likelihood Ratio," *Ultimatics*, Vol. 10, No. 2, pp. 67–72, 2019, doi: 10.31937/ti.v10i2.936.
- [15] U. Warmadewa, "Audio Forensic Method: Voice Resemblance Analysis of Mobile Phone 's Voice Recorder," Vol. 3, No. 1, pp. 52–58, 2022.
- [16] Rose, F. Luis, and G. Moncayo, *No rose*. 2002.
- [17] A. B. Baskoro, N. Cahyani, and A. G. Putrada, "Analysis of Voice Changes in Anti Forensic Activities Case Study: Voice Changer with Telephone Effect," *Int. J. Inf. Commun. Technol.*, Vol. 6, No. 2, pp. 64–77, 2020, doi: 10.21108/ijoi.v6i2.508.

- [18] A. Subki, B. Sugiantoro, and Y. Prayudi, “*Analisis Rekaman Suara Voice Changer dan Rekaman Suara Asli Menggunakan Metode Audio Forensik*,” *Indones. J. Netw. Secur.*, Vol. 7, No. 1, 2018, [Online]. Available: <http://ijns.org/journal/index.php/ijns/article/view/39/38>.