
ANALISIS STATISTIK *PITCH* PADA AUDIO FORENSIK UNTUK BUKTI DIGITAL

Rahmawati Nafi'ah

Magister Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
rahmawati.nafiah@gmail.com

Abstrak

Teknologi informasi dan komputer terus berkembang dan telah dimanfaatkan secara luas maupun mendalam. Komputer/digital forensik merupakan aplikasi dari teknologi komputer untuk pembuktian hukum terkait dengan kejahatan berteknologi tinggi hingga bisa mendapatkan bukti digital untuk menjerat para pelaku kejahatan. Wilayah forensik digital cukup luas karena jenis dari konten digital itu sendiri ada banyak, seperti website, email, gambar, audio, video, dan lain-lain. Pada kasus pidana maupun perdata diperlukan barang bukti, salah satunya adalah barang bukti digital/ elektronik. Barang bukti berupa audio recorder yang menghasilkan rekaman suara pembicaraan seseorang dengan orang lain merupakan salah satu barang bukti elektronik. Bukti rekaman suara melalui pemeriksaan audio forensik dapat diketahui identitasnya dengan metode komparasi. Metode ini membandingkan suara didalam rekaman barang bukti dengan suara yang direkam sebagai pembanding. Jika hasilnya identik maka dapat disimpulkan bahwa rekaman barang bukti berasal dari pemilik suara pembanding. Analisa *Pitch* didasarkan pada kalkulasi statistik nilai *Pitch* dari masing-masing suara *unknown* (Suara Asli) dan *known* (Suara Asli dengan *Voice changer*). Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan pada contoh 20 kata yang diucapkan ditemukan perbedaan nilai analisis statistik *Pitch* dari rekaman suara asli dengan suara yang diberikan *voice changer*.

Kata kunci: *analisis Pitch, audio forensik, bukti digital.*

PITCH STATISTICAL ANALYSIS ON FORENSIC AUDIO FOR DIGITAL EVIDENCE

Abstract

Information technology and computers continue to evolve and have been widely and deeply utilized. Computer / digital forensics are applications from computer technology for legal evidence related to high-tech crimes to being able to obtain digital evidence to ensnare criminals. The area of digital forensics is quite extensive because there are many types of digital content, such as websites, e-mails, images, audio, video, and others. In both criminal and civil cases evidence is required, one of which is digital / electronic evidence. Evidence in the form of an audio recorder which produces a voice recording of a person's conversation with another is one of the electronic evidence. The identity of recorded sound through audio forensic examination can be identified by means of a comparison method. This method compares the sound in the recorded evidence with the sound recorded for comparison. If the results are identical, it can be concluded that the recorded evidence comes from the owner of the comparator vote. Pitch analysis is based on statistical calculation of the Pitch value of each of the unknown (Original Voices) and known (Original Voices with Voice changer) voices. Based on experiments that have been carried out on examples of 20 spoken words, it is found that there is a difference in the value of the Pitch statistical analysis of the original voice recording with the voice given by the voice changer.

Keywords: *Pitch analysis, audio forensics, digital evidence.*

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi dan komputer terus berkembang dan telah dimanfaatkan secara luas maupun mendalam. Komputer/digital forensik merupakan aplikasi dari teknologi komputer untuk pembuktian hukum terkait dengan kejahatan berteknologi tinggi hingga bisa mendapatkan bukti digital untuk menjerat para pelaku kejahatan.

Menurut (Nigroho & Al-Azhar, 2017) digital forensik adalah penggunaan teknik analisis dan investigasi untuk mengidentifikasi, mengumpulkan, memeriksa dan menyimpan bukti / informasi yang secara magnetis tersimpan / disandikan pada komputer atau media penyimpanan digital sebagai alat bukti dalam mengungkap kasus kejahatan yang dapat dipertanggungjawabkan secara hukum.

Wilayah forensik digital cukup luas karena jenis dari konten digital itu sendiri ada banyak, seperti

website, email, gambar, audio, video, dan lain-lain. Pada kasus pidana maupun perdata diperlukan barang bukti, salah satunya adalah barang bukti digital/elektronik. Barang bukti berupa audio recorder (alat rekam suara) yang menghasilkan rekaman suara pembicaraan seseorang dengan orang lain merupakan salah satu barang bukti elektronik. Sebagaimana UU ITE pada tahun 2016 pasal 1 bahwa rekaman suara adalah salah satu barang bukti digital yang valid digunakan untuk menyelesaikan suatu kasus pidana (Subki et al., 2018) (Rusydi et al., 2019).

Bukti rekaman suara melalui pemeriksaan audio forensik dapat diketahui identitasnya dengan metode komparasi. Metode ini membandingkan suara didalam rekaman barang bukti dengan suara yang direkam sebagai pembanding. Jika hasilnya identik maka dapat disimpulkan bahwa rekaman barang bukti berasal dari pemilik suara pembanding.

Pada penelitian ini dibahas analisis statistik *Pitch*. Pustaka penelitian ini berdasarkan sudi literatur naskah-naskah penelitian terkait dengan audio forensik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.A. Audio Forensik

Audo atau suara adalah salah satu cara berkomunikasi manusia. Suara manusia merupakan sesuatu hal yang unik dan memiliki ciri khas pemilik suara. Kemajuan teknologi saat ini memungkinkan suara manusia untuk dijadikan perintah di perangkat computer (Umar et al., 2019).

Audio forensik adalah bagian dari bidang ilmu yang menganalisa audio seperti rekaman suara. Rekaman suara selalu memiliki informasi berupa ciri frekuensi, frekuensi tersebut dapat diketahui identitasnya (Huizen et al., 2017) (Rusydi et al., 2019).

2.B. Komponen Suara

Suara dihasilkan melalui proses Generation dan Filtering. Proses Generation, suara pertama kali diproduksi melalui bergetarnya pita suara yang berada di larynx (pangkal tenggorokan) untuk menghasilkan bunyi periodik. Bunyi periodik yang bersifat konstan tersebut kemudian di-filterisasi melalui vocal tract yang terdiri dari lidah, gigi, bibir, langit-langit dan lain-lain sehingga bunyi tersebut dapat menjadi bunyi keluaran berupa bunyi vokal dan atau bunyi konsonan (Al Azhar, 2012).

Suara terdiri dari beberapa komponen, yaitu *Pitch*, formant dan spectrogram yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik suara seseorang untuk kepentingan *voice recognition*.

1. *Pitch*

Pitch merupakan tinggi rendah nada dalam suatu bunyi. Pada suara manusia, *Pitch* dihasilkan oleh frekuensi getar yang disebut frekuensi dasar yang memiliki notasi 0 (Deva & Mardianto, 2019). Frekwensi getar dari pita suara /frekwensi

fundamental (dasar) dengan notasi F0. Masing-masing orang memiliki *Pitch* yang khas (habitual *Pitch*) yang sangat dipengaruhi oleh aspek fisiologis larynx manusia (Al Azhar, 2012).

2. Formant

Formant adalah frekuensi-frekuensi resonansi dari filter, yaitu vocal track yang meneruskan dan memfilter bunyi periodik dari getarnya pita suara menjadi bunyi keluaran berupa kata-kata yang memiliki makna (Al Azhar, 2012). Formant adalah frekuensi – frekuensi resonansi dari filter, yaitu vocal tract (articulator) yang meneruskan dan menyaring bunyi periodik dari getarnya pita suara menjadi bunyi output kata – kata. Formant merupakan suatu energi frekuensi tertinggi pada suara (Mehmet Mehdi Karakoc, 2017) (Deva & Mardianto, 2019).

Secara umum, frekwensi-frekwensi formant bersifat tidak terbatas, umumnya tergambar mulai dari Formant 1 (F1) sampai dengan Formant 5 (F5), namun untuk identifikasi suara seseorang, paling tidak ada 3 (tiga) formant yang dianalisa, yaitu Formant 1 (F1), Formant 2 (F2) dan Formant 3 (F3).

3. Spektrogram

Spectrogram merupakan representasi spectral yang bervariasi terhadap waktu yang menunjukkan tingkat density (intensitas energi) spektral. Level energi ini dikenal dengan istilah formant bandwidth. Spectrogram oleh beberapa ahli juga dikenal dengan istilah sidik jari suara (voice fingerprint) (Al Azhar, 2012). Spektrogram juga dikenal dengan istilah voice fingerprint karena memiliki hal – hal yang bersifat detil di dalamnya (Deva & Mardianto, 2019).

2.C. Prosedur Audio Forensik

Berikut tahapan yang digunakan sesuai dengan Standard Operating Procedure (SOP) 12 tentang Analisa Audio Forensik dari Digital Forensic Analyst Team (DFAT) Puslabfor yang mengacu salah satunya kepada Spectrographic Voice Identification: A Forensic Survey yang dikeluarkan oleh FBI (Federal Bureau of Investigation), Amerika Serikat (Nigroho & Al-Azhar, 2017).

1. *Acquisition*

Pengumpulan audio recorder yang akan dianalisa, suara pembanding (control atau unknown samples) dan dilengkapi dengan administrasi penyidikan yang lengkap.

2. *Audio Enhancement*

Jika kualitasnya audio tidak bagus akan dilakukan proses enhancement untuk menaikkan kualitas rekaman sehingga pembicaraan yang ada di dalam rekaman suara tersebut dapat didengar dengan jelas.

3. Decoding

Pembuatan transkrip rekaman oleh minimal 2(dua) orang pemeriksa untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih presisi terhadap hasil transkrip.

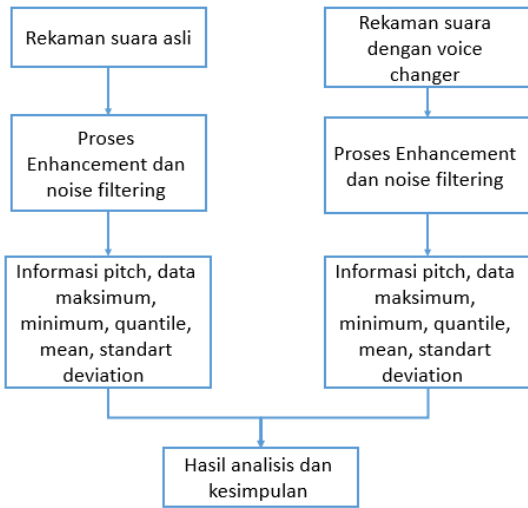
4. Voice recognition

Proses ini untuk memastikan apakah suara yang ada di dalam rekaman barang bukti adalah IDENTIK dengan contoh suara pembanding. *Voice recognition* ini harus mendapatkan minimal 20 (dua puluh) kata yang berbeda makna dan dapat diterima (accepted) dikarenakan memiliki kesamaan (very similar) pola dan analisa untuk menyimpulkan bahwa suara barang bukti adalah IDENTIK dengan suara pembanding.

Jika tidak ditemukan sejumlah kata tersebut, maka kesimpulannya adalah TIDAK IDENTIK. Jika jumlah kata-kata yang ada pada rekaman barang bukti tidak mencapai 20 (dua puluh) kata yang berbeda makna yang dapat dianalisa, maka kesimpulannya adalah INCONCLUSIVE dan tidak layak untuk dilaksanakan pemeriksaan audio forensic.

3. METODOLOGI

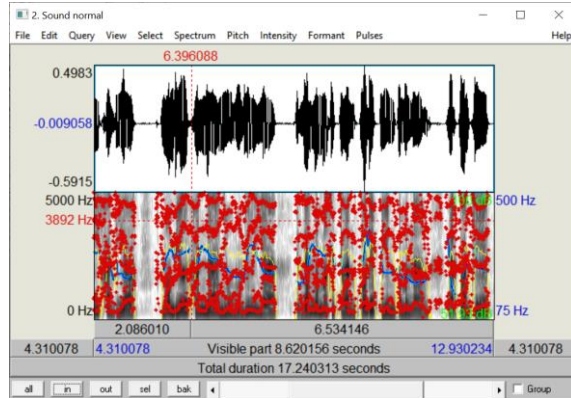
Audio forensic menggunakan dua metode analisa untuk menganalisa keaslian barang bukti rekaman suara yaitu analisa *Pitch*.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

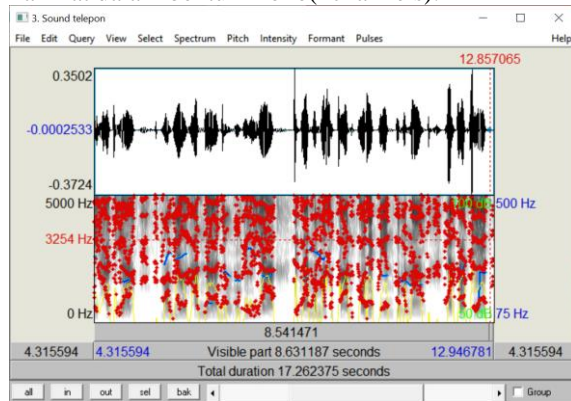
4. PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil percobaan dari analisa sample rekaman suara. Sampel suara yang digunakan adalah rekaman suara asli dan yang sudah diubah menggunakan aplikasi pada smartphone android yaitu *Voice changer With Effect*. Rekaman suara terdiri dari 20 kata yaitu "Selamat nomer handphone anda terpilih meraih hadiah mobil handa new mobilia dengan memasukkan kode pin pemenang RKJ789 pada website tokohadiah". Suara asli tersebut kemudian diberikan efek telepon.



Gambar 2. Grafik suara asli

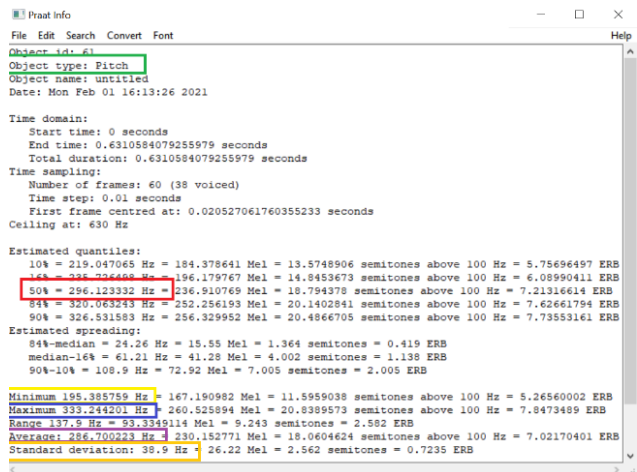
Grafik yang berwarna merah menunjukkan formant, grafik yang berwarna biru menunjukkan *Pitch*, dan grafik yang berwarna kuning menunjukkan intensity, sedangkan jendela bagian atas menunjukkan frekwensi pengucapan kalimat dalam bentuk mono(1channels).



Gambar 3. Grafik suara dengan voice changer

4.A. 4.1. Analisa Statistic Pitch

Analisa ini didasarkan pada kalkulasi statistik nilai *Pitch* dari masing-masing suara *unknown* (Suara Barang Bukti) dan *known* (Suara Subyek1). Karakteristik *Pitch* dari masing-masing suara tersebut dibandingkan pada minimum *Pitch*, maximum *Pitch* dan mean *Pitch*.



Gambar 4. Pengambilan nilai statistik Pitch

Kotak hijau menandakan informasi yang didapat berupa *Pitch*. Kotak merah menandakan nilai

Pitch quantile. Kotak kuning menandakan nilai *Pitch* minimum. Kotak biru menandakan nilai *Pitch* maximum. Kotak ungu menandakan *Pitch* mean. Kotak oren menandakan *Pitch* standart deviation.

Tabel 1. Analisa Statistik *Pitch* pada pengucapan kata selamat

Analisa Statistik	Suara Asli (Hz)	Suara Voice changer (Hz)
<i>Pitch</i> minimum	195.385759	288.501169
<i>Pitch</i> maximum	333.244201	619.822577
<i>Pitch</i> quantile	296.123332	317.116622
<i>Pitch</i> mean	286.700223	361.967927
<i>Pitch</i> standart deviation	38.9	117.2

Tabel 2. Analisa Statistik *Pitch* pada pengucapan kata nomor

Analisa Statistik	Suara Asli (Hz)	Suara Voice changer (Hz)
<i>Pitch</i> minimum	121.678473	234.42138
<i>Pitch</i> maximum	373.777579	342.235517
<i>Pitch</i> quantile	327.060339	323.168326
<i>Pitch</i> mean	297.949866	306.858128
<i>Pitch</i> standart deviation	62.76	35.4

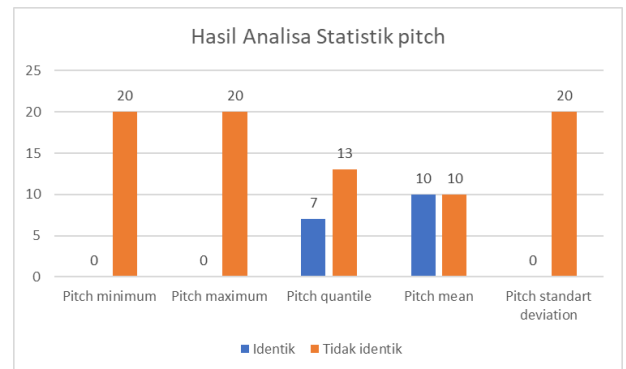
Tabel 3. Analisa Statistik *Pitch* pada pengucapan kata handphone

Analisa Statistik	Suara Asli (Hz)	Suara Voice changer (Hz)
<i>Pitch</i> minimum	262.05285	293.978522
<i>Pitch</i> maximum	353.850167	323.410533
<i>Pitch</i> quantile	314.980437	317.023389
<i>Pitch</i> mean	311.924104	312.192743
<i>Pitch</i> standart deviation	12.97	9.885

Untuk menarik kesimpulan, hal yang paling mudah dan kuat argumentasinya adalah nilai mean(rata-rata), kemudian dilanjutkan dengan nilai statistik yang lain.

Tabel 4. Hasil Analisa Statistik *Pitch*

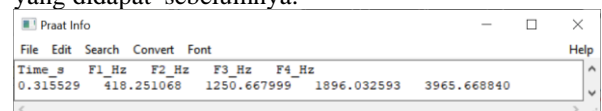
	Input (kata)	Identik	Tidak identik
<i>Pitch</i> minimum	20	0	20
<i>Pitch</i> maximum	20	0	20
<i>Pitch</i> quantile	20	7	13
<i>Pitch</i> mean	20	10	10
<i>Pitch</i> standart deviation	20	0	20



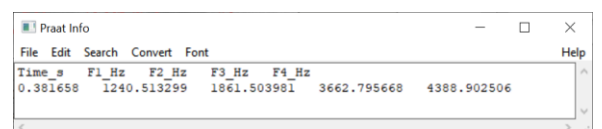
Nilai *Pitch* sangat bergantung dengan level intonasi dari suara yang diucapkan. Misalnya pada rekaman barang bukti, subyek berbicara dengan suara asli, namun ketika diambil sample suara pembandingan, subyek berbicara dengan *voice changer*. Dari analisa ini dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan nilai statistik *Pitch* suara asli TIDAK IDENTIK dengan Suara *voice changer*

4.B. 4.2. Analisis Format Bandwith, Graphical Distribution dan Spektogram

Selain analisa *Pitch*, juga bisa menggunakan metode analisis formant bandwith, graphical distribution dan spektogram. Analisa format bandwith didasarkan pada analisa One-way Anova(Analysis of Variances) yang mengkalkulasi secara statistik nilai-nilai Formant 1, Formant 2, Formant 3 dan Formant 4 dari suara asli dan suara *voice changer*. Penelaahan lebih detil terhadap analisa statistik terhadap formant dan bandwidth adalah dengan menggunakan Likelihood Ratio(LR) yang merupakan lanjutan dari Analisa Anova yang telah dijelaskan di atas. Analisa LR ini dapat digunakan untuk memperkuat hasil analisa Anova yang didapat sebelumnya.

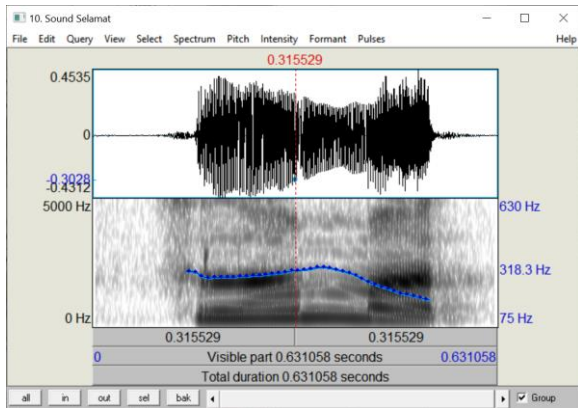


Gambar 5. Formant suara asli

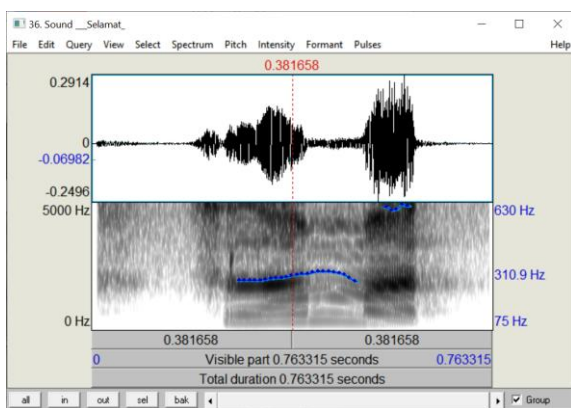


Gambar 6. Formant suara voice changer

Analisa spektogram menunjukkan pola umum yang khas pada kata yang diucapkan dan pola khusus yang khas pada masing-masing formant suku kata yang dianalisa.



Gambar 7. Screenshot spectrogram untuk pengucapan kata 'selamat' dari Suara Asli



Gambar 8. Screenshot spectrogram untuk pengucapan kata 'selamat' dari Suara Voice changer

Pola-pola khas tersebut untuk pengucapan kata-kata tertentu dari suara unknown (suara barang bukti) dan known (suara pembanding) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa kedua suara tersebut untuk pengucapan pada kata-kata tersebut adalah IDENTIK (memiliki kesamaan spectrogram). Secara umum dalam *voice recognition*, level analisa statistik *Pitch* diposisikan berada di bawah analisa formant dan spectrogram.

5. KESIMPULAN

Nilai *Pitch* sangat bergantung dengan level intonasi dari suara yang diucapkan. Misalnya pada rekaman barang bukti, subyek berbicara dengan suara asli, namun ketika diambil sample suara pembanding, subyek berbicara dengan *voice changer*. Dari 20 kata yang diucapkan terdapat perbedaan nilai analisis statistik *Pitch* dari rekaman suara asli dengan suara yang diberikan *voice changer*. Sehingga dengan analisis nilai *Pitch* saja tidak cukup kuat, diperlukan analisis menggunakan format bandwidth dengan metode Anova dan *Likelihood Ratio*, serta Analisis *graphical distribution* dan *spektrum*.

DAFTAR PUSTAKA

AL AZHAR, M. N. (2012). *Digial Forensic* :

Practical Guidelines for Computer Investigator. Salemba Infotek.

DEVA, B. S., & MARDIANTO, I. (2019). Teknik Audio Forensik Menggunakan Metode Analisis Formant Bandwidth, *Pitch* dan Analisis Likelihood Ratio. *Ultimatics*, 10(2), 67–72. <https://doi.org/10.31937/ti.v10i2.936>

HUIZEN, R. R., JAYANTI, N. K. D. A., & HOSTIADI, D. P. (2017). *Model Evaluasi Rekaman Percakapan Di Audio Forensik*.

MEHMET MEHDI KARAKOC. (2017). *Visual and Auditory Analysis Methods for Speaker Recognition in Digital Forensic*.

NIGROHO, P. D., & AL-AZHAR, MU. N. (2017). IT : DIGITAL FORENSIC. *IPSIKOM*, 5(JUNI 2017), 1–5. http://ojs.ipem.ecampus.id/ojs_ipem/index.php/stmik-ipem/article/view/31

RUSYDI, U., SUNARDI, & GUSTAFI, M. F. (2019). Analisis Statistik Manipulasi *Pitch* Suara. *Jurnal Mobile and Forensics*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12928/mf.v1i1.702>

SUBKI, A., SUGIANTORO, B., & PRAYUDI, Y. (2018). Analisis Rekaman Suara *Voice changer* dan Rekaman Suara Asli Menggunakan Metode Audio Forensik. *Indonesian Journal on Networking and Security (IJNS)*, 7(1). <http://ijns.org/journal/index.php/ijns/article/view/39/38>

UMAR, R., RIADI, I., & HANIF, A. (2019). Analisis Bentuk Pola Suara Menggunakan Ekstraksi Ciri Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC). *CogITo Smart Journal*, 4(2), 294. <https://doi.org/10.31154/cogito.v4i2.130.294-304>