
ANALISIS TINGKAT KEMIRIPAN SUARA SEBAGAI BUKTI DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN TEKNIK AUDIO FORENSIK

Mia Nuur Aini¹, Carudin², Dadang Yusup³

^{1,2,3}Universitas Singaperbangsa Karawang

Email: ¹mia.nuuraini17130@student.unsika.ac.id, ²carudin@staff.unsika.ac.id, ³dyf@staff.unsika.ac.id

(Naskah masuk: 08 Mei 2021, diterima untuk diterbitkan: 31 November 2021)

Abstrak

Kejahatan penipuan menempati posisi teratas pada tahun 2019 dengan salah satu media yang digunakan ialah telepon seluler. Pada tahun tersebut di Indonesia mendapat sebanyak 1.617 laporan terkait penipuan pada situs patroli siber. Salah satunya ialah penipuan melalui panggilan telepon. Hal ini menyebabkan korban penipuan tidak mengetahui atas siapa orang dibalik suara panggilan tersebut. Sehingga dibutuhkan sebuah metode yang dapat mengetahui tingkat kemiripan suara yang dimiliki pelaku penipuan maupun menyelesaikan permasalahan yang bersangkutan dengan audio/suara. *Audio forensic* merupakan salah satu cabang bidang ilmu digital forensik untuk menganalisa barang bukti audio ataupun rekaman suara dengan empat tahapan, diantaranya ialah *acquisition*, *audio enhancement*, *decoding* dan *voice recognition*. Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap nilai pitch dan formant pada tahap *voice recognition*. Hasil dari analisis pitch dan formant menunjukkan bahwa subyek ke dua mempunyai tingkat kemiripan lebih tinggi terhadap suara barang bukti. Dengan perbandingan ketiga subyek pada analisis formant ialah subyek 1 dan subyek 2 mempunyai kemiripan suara sebanyak 2 kata dan subyek 3 mempunyai kemiripan 3 kata sedangkan hasil dari analisis pitch ialah subyek 1 mempunyai kemiripan suara sebanyak 16 kata, subyek 2 mempunyai kemiripan suara sebanyak 30 kata dan subyek 3 tidak memiliki kemiripan sama sekali.

Kata kunci: *digital forensic, audio forensic, voice recognition, pitch, formant,*

ANALYSIS OF THE LEVEL OF SOUND AS EVIDENCE USING AUDIO FORENSIC TECHNIQUES

Abstract

Fraud is the most common form of crime in 2019, and one of the most common media used is mobile phones. Indonesia got 1,617 complaints of fraud on cyber patrol sites in that year. One of them is fraud by telephone calls. As a result, the scam victim has no idea who is on the other end of the phone. As a result, we need a method for determining the degree of sound similarity between fraudsters and resolving audio/voice issues. Acquisition, audio enhancement, encoding, and voice recognition are all levels of audio forensics, which is a branch of digital forensic science that analyzes audio evidence or sound recordings in four stages. At the voice recognition stage of this research, the pitch and formant values were analyzed. The results of the pitch and formant analysis show that the second subject is more similar to the sound than the first, which is evidence. Subject 1 and subject 2 have identical sounds of up to 2 words in the formant analysis, and subject 3 has similarities of up to 3 words in the pitch analysis, while subject 1 has a similar sound of 16 words, subject 2 has a similar sound of 30 words, and subject 3 has no similarity at all.

Keywords: *digital forensic, audio forensic, voice recognition, pitch, formant*

1. PENDAHULUAN

Penipuan ialah suatu tindak kejahatan yang merugikan orang lain baik berbentuk perkataan bohong ataupun peruntukan yang bermaksud untuk mencari keuntungan sendiri dari orang lain, sehingga dapat dikenakan hukuman pidana (Yuniarti, 2016). Sepanjang tahun 2019, perkara penipuan masih menempati posisi teratas dengan menerima total

laporan sebanyak 1.617 laporan terkait penipuan dari total 4.586 laporan yang diterima.

Salah satu media penipuan yang masih kerap dipakai yaitu media telekomunikasi. Di Indonesia, pemakaian telepon seluler dilihat sebagai kebutuhan yang sangat penting, sehingga permasalahan penipuan lewat telepon ini masih marak terjadi. Kasus penipuan melalui panggilan telepon ini tentu saja berbentuk obrolan lewat suara yang akan

memunculkan kebingungan atau kebingungan dari korban atas pemilik suara dibalik aktivitas tersebut. *Audio forensic* merupakan bidang ilmu yang digunakan untuk menganalisis pengolahan sinyal audio seperti rekaman suara, yang didalamnya terdapat informasi berupa frekuensi dan tinggi rendahnya nada yang dapat disimpulkan sebagai emosi seseorang, dimana hal tersebut dapat digunakan untuk mengetahui atau mengidentifikasi identitas seseorang (Umar, et al., 2019). Identifikasi tersebut dapat dilakukan karena setiap suara individu manusia memiliki ciri, karakteristik dan pola yang berbeda pada setiap kata yang diucapkan (Huizen, et al., 2016). Ciri khas yang dimiliki oleh tiap individu tersebut dipengaruhi oleh aspek fisiologis laring manusia (Baskoro, et al., 2020).

Penelitian terdahulu telah mempraktikkan metode *audio forensic* untuk mengenali tingkatan kemiripan suara pada barang bukti dengan rekaman suara pembanding. Contohnya riset dengan melakukan uji statistik terhadap subjek riset dengan menghasilkan analisis spectrogram yang identik (Prasetyo, 2018). Setelah itu terdapat riset yang memakai *framework acquisition* untuk meningkatkan kualitas hasil analisis pada audio agar barang bukti rekaman suara dapat diterima serta digunakan sebagai barang bukti di pengadilan (Huizen, et al., 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk mempraktikkan *audio forensic* sebagai metode untuk mengenali tingkatan kemiripan suara pada rekaman suara bukti atau tersangka (*unknown*) serta rekaman suara pembanding (*known*) pada simulasi kasus penipuan melalui panggilan telepon seluler dengan melakukan analisis pitch dan formant pada tahap *voice recognition*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan simulasi kasus penipuan melalui panggilan telepon. Dengan membuat naskah percakapan yang kemudian terdapat dua kalimat yang digunakan untuk pengujian. Kalimat tersebut memiliki jumlah kata sebanyak 46 kata. Naskah akan digunakan oleh subjek untuk pengambilan suara pembanding dan suara bukti.

2.A Alat dan bahan

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi *software*, *hardware* dan dokumen elektronik. Dapat dilihat pada tabel 1 berikut

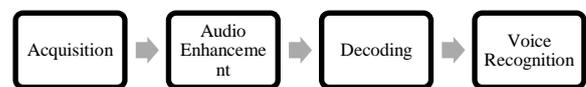
Tabel 1. Tabel alat dan bahan

Kategori	Nama
Perangkat keras	Laptop ASUS X4551 Series
	Samsung Galaxy A30
Perangkat lunak	System operasi windows 10 pro. RAM 10.0 GB. 64-bit Operating System. Intel® Core™ i3-4005 CPU @ 1.70GHz
	PRAAT
	Audacity
	Gnumeric

Kategori	Nama
Dokumen Elektronik	Rekaman Suara

2.B Metode

Metodologi dalam penelitian ini berdasarkan pada *Standar Operating Procedur (SOP) 12* tentang analisa audio forensik dari *Digital Forensic Analyst Team (DFAT) Puslabfor* yang mengacu pada *Spectrographic voice identification: A forensic Survey* yang dikeluarkan oleh FBI (*Federal Bureau of Investigation*), Amerika Serikat. Yang mempunyai tahap diantaranya adalah *acquisition*, *audio enhancement*, *decoding* dan *voice recognition* (Al-Azhar, 2012). Dengan menggunakan *tool PRAAT*, *Audacity* dan *Gnumeric Spreadsheet*. *Flowchart Audio Forensic* dapat dilihat pada gambar 1 berikut



Gambar 1. Tahapan Audio Forensik

a. Acquisition

Proses memperoleh fakta permasalahan yang berkaitan dengan barang bukti rekaman suara dan pembanding serta pengambilan suara pembanding. Rekaman suara bukti (*unknown sample*) merupakan rekaman suara yang berasal dari *suspect* yang berarti merupakan suara dari seseorang yang direkam suaranya dengan tidak diketahui identitasnya dan rekaman suara pembanding (*known sample*) merupakan rekaman suara (subjek) yang berasal dari seseorang yang telah diketahui identitasnya. Dimana sebelum pengambilan atau pembuatan rekaman suara pembanding ini, kata yang diucapkan berasal dari transkrip rekaman *suspect* yang sudah dicatat sebelumnya. Kemudian melakukan pencatatan teknis terhadap *audio recorder* dan membuat berita acara untuk mempersiapkan pengambilan suara pembanding. Pada penelitian ini, suara pembanding didapatkan dari 3 subyek berbeda dengan menggunakan prinsip *non blind detection* (suara berasal dari calon tersangka).

b. Audio enhancement

Proses untuk menaikkan mutu rekaman suara sehingga pembicaraan yang terdapat di dalam rekaman suara tersebut dapat didengar dengan jelas. Pada penelitian ini dibantu menggunakan *tool Audacity*. Proses *Audio Enhancement* dilakukan berdasarkan langkah-langkah pada *tool* yang dipakai.

c. Decoding

Proses pembuatan atau penulisan transkrip rekaman suara. Semua rekaman dari *unknown sample* maupun *known sample* harus melalui proses *decoding*. Dalam proses ini perlu dicatat label subyek, waktu dan keterangan terhadap perkataan yang diperdengarkan apakah jelas atau tidak jelas.

d. Voice Recognition

Proses memastikan apakah suara yang terdapat pada rekaman barang bukti adalah *identic* dengan contoh pembanding. Proses ini menggunakan *tool* PRAAT. Pada proses ini minimal 20 kata yang diuji dan dinyatakan mirip atau identik, apabila tidak mencapai 20 kata yang mirip maka dapat dikatakan status rekaman tersebut tidak memenuhi syarat atas *audio forensic* dan tidak dapat dianalisis lebih lanjut. Pada penelitian ini digunakan dua analisis, yaitu analisis pitch dan formant.

1) Analisis pitch

Nilai pitch yaitu nilai yang diperoleh dari frekuensi getar pita suara. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai frekuensi dari hasil perhitungan statistik yang didapatkan dari *tool* PRAAT. Nilai yang dilihat dalam menentukan keidentikan suara yang dibandingkan adalah nilai *minimum, maximum, mean dan standar deviation* dari pitch. Apabila nilai karakteristik masing-masing pitch menunjukkan tingkat perbedaan yang besar, maka sudah dipastikan bahwa suara *known* dan *unknown* yang dibandingkan adalah berbeda atau tidak berasal dari dari subjek yang sama.

2) Analisis formant

Nilai formant diperoleh dari frekuensi alami yang kompleks dari vokal yang terdapat selama adanya penciptaan suara. Analisis formant biasanya menggunakan tiga nilai formant yaitu formant 1 (F1), formant 2 (F2) dan formant 3 (F3). Dengan menggunakan analisis Anova sebagai penentunya. Hasil dari analisis anova tersebut adalah F, F Critical dan P-Value. Suatu kata dapat dikatakan *identic* menurut analisis formant adalah apabila nilai $F < F$ Critical dan $P\text{-Value} > 0.5$. Analisis Anova tersebut menggunakan tingkat kofidensi sebesar 95% dengan *error rate* sebesar 0.05.

2.C Skenario

Pada penelitian ini menggunakan *scenario* yang dibuat oleh penulis. Berupa percakapan penipuan melalui panggilan telepon. Terdapat 2 subyek dalam percakapan tersebut, yaitu pelaku dan korban. Kalimat yang diucapkan oleh pelaku adalah kalimat yang akan dijadikan bahan uji pada penelitian ini. Terdapat 6 kalimat yang diucapkan oleh pelaku, namun hanya 2 kalimat yang akan diambil sebagai bahan pengujian. 2 kalimat yang digunakan tersebut memiliki jumlah total kata sebanyak 46 kata. Dimana jumlah tersebut sudah termasuk kedalam minimal jumlah kata yang sudah dapat diuji berdasarkan *Standar Operation Prosedur Federal Bureau of Investigation* yang mengatakan bahwa dibutuhkan minimal 20 kata yang berbeda atau lebih untuk dibandingkan karena jika kurang dari 20 kata akan menghasilkan opini atau hasil yang kurang meyakinkan. Dua kalimat tersebut sebagai berikut:

“Jadi di sini ada yang memberikan titipan barang ke anak Ibu ternyata setelah diperiksa, barang tersebut adalah narkoba seberat nol koma tujuh gram” dan kalimat “Halo, apakah mau jalur damai atau tidak? jika iya, di sini, sebagai jaminan sementara, perdamaian ini harus ditransfer sebesar dua puluh juta rupiah”.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa perbandingan rekaman suara *known* dan *unknown* dengan menggunakan metode *audio forensic* dan dilakukan analisis terhadap nilai pitch dan formant.

3.A Acquisition

Pada proses ini diperoleh barang bukti berupa *smartphone* korban, tangkapan layar panggilan telepon dan rekaman suara panggilan (*unknown sample*) yang akan dijadikan barang bukti. Barang bukti tangkapan layar dan *smartphone* dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini



Gambar 2. Barang bukti

Barang bukti tersebut dicatat spesifikasinya sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini

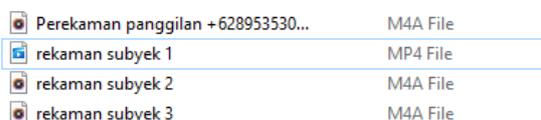
Tabel 2. Spesifikasi barang bukti

Merk	Samsung Galaxy J5
OS	Android 8.0 (Oreo)
Memori internal	16GB/2GB RAM
Nomor model <i>smartphone</i>	SM-G570Y/DS
Serial Number <i>smartphone</i>	RR8J20BPP8L
Ukuran Layar	5.0"
Dimensi	142.8 x 69.5 x 8.1 mm
Berat	143 gram
CPU	Quad-core 1.4 GHz

Kemudian pencatatan *audio recorder* yang akan digunakan untuk pengambilan suara pembanding yaitu aplikasi *voice recorder* yang terdapat pada *smartphone* Samsung. Dapat dilihat pada gambar 3 berikut

Gambar 3. Aplikasi *audio recorder*

Setelah itu ialah pengambilan suara pembandingan. Suara tersebut berasal dari 3 subyek yang dipilih secara random dengan menggunakan prinsip *non blind detection*, yaitu bahwa ada subyek yang berasal dari calon tersangka. Gambar 4 berikut adalah hasil rekaman yang didapatkan dari suara barang bukti dan suara pembandingan



Gambar 4. Rekaman suara

3.B Audio Enhancement

Proses *audio enhancement* dilakukan terhadap rekaman suara bukti (*unknown sample*) dan rekaman suara pembandingan (*known sample*) yang telah diduplikat demi menjaga keaslian suara barang bukti. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *tool Audacity* dengan mengikuti prosedur dalam *tool* tersebut dalam melakukan *noise reduction*.

3.C Decoding

Proses ini dilakukan dengan melakukan transkrip atau proses mencatat percakapan atau kata-kata yang diucapkan oleh seseorang yang ada di dalam rekaman suara, khususnya rekaman suara *unknown* yang berarti rekaman tersebut merupakan rekaman yang berasal dari pelaku kejahatan pada simulasi kasus ini. Dalam proses ini hal yang perlu dicatat ialah berupa kata-kata yang diucapkan, kemudian label subyek dan juga keterangan waktu seeperti jam, menit dan detik (jj:mm:dd). Pada penelitian ini simulasi rekaman suara yang dibuat berdurasi kurang dari 1 menit, yaitu hanya berdurasi 54 detik. Contoh hasil transkrip dapat dilihat pada gambar 5 berikut

Unknown Sample				
Kata	Waktu	Durasi	Keterangan	
			Jelas	Tidak
Jadi	00:00:19.89s - 00:00:20.30s	0.412555	✓	
Di	00:00:20.30s - 00:00:20.44s	0.139		✓
Sini	00:00:20.44s - 00:00:20.90s	0.466134	✓	
Ada	00:00:20.90s - 00:00:21.16s	0.253073	✓	

Gambar 5. Contoh hasil transkrip

Pada proses ini menghasilkan kesimpulan dari masing-masing rekaman suara diantaranya adalah rekaman suara bukti (*unknown sample*) memperoleh jumlah kata yang terdengar jelas sebanyak 34 kata, jumlah kata tidak jelas sebanyak 12 kata. Rekaman

pembandingan (*known sample*) subyek 1 memperoleh jumlah kata yang terdengar jelas sebanyak 39 kata, jumlah kata tidak jelas sebanyak 7 kata. Subyek 2 memperoleh jumlah kata yang terdengar jelas sebanyak 41 kata, jumlah kata tidak jelas sebanyak 5 kata dan Subyek 3 memperoleh jumlah kata yang terdengar jelas sebanyak 40 kata, jumlah kata tidak jelas sebanyak 6 kata. Ke tidak jelasan kata disebabkan oleh cara subjek berkata terlalu cepat atau terlalu pelan.

Tabel 3. Daftar kata hasil decoding

Subyek	Kata
Subyek US	jadi, sini, ada, memberikan, titipan, barang, anak, Ibu, ternyata, diperiksa, barang tersebut, narkoba, seberat, gram, halo, apakah, jalur damai, jika, iya, sini, sebagai, jaminan, sementara, perdamaian, ini, harus, ditransfer, dua, puluh, juta, rupiah
Subyek 1	Jadi, sini, yang, memberikan, titipan, ke anak, Ibu, ternyata, setelah diperiksa, barang tersebut adalah narkoba seberat nol koma tujuh gram, halo, apakah, jalur, damai, atau, tidak, jika iya, di sini, sebagai jaminan sementara, perdamaian, ini, harus, ditransfer, sebesar, dua, puluh, juta, rupiah
Subyek 2	Jadi, sini ada yang memberikan titipan barang, anak Ibu ternyata, diperiksa, barang tersebut adalah narkoba seberat nol koma tujuh gram, halo, apakah jalur damai atau tidak, jika iya, sini, sebagai, jaminan, sementara, perdamaian, ini, harus, ditransfer, sebesar, dua, puluh, juta, rupiah
Subyek 3	Jadi, di, sini, ada, memberikan, titipan, barang, ke, anak, ibu, ternyata, diperiksa, barang tersebut, adalah, narkoba, seberat, koma, tujuh, gram, dan kalimat, halo, apakah, mau, jalur, damai, tidak, jika, iya, sini, sebagai, jaminan, sementara, perdamaian, ini, harus, ditransfer, sebesar, dua, puluh, juta, rupiah

3.D Voice recognition

Proses ini merupakan proses dimana rekaman suara *unknown* akan dibandingkan dengan rekaman suara *known*. Membandingkan rekaman suara tersebut dengan cara mengambil nilai dari komponen nilai pitch dan formant.

1) Analisis nilai pitch

Diawali dengan mengambil nilai *minimum*, *maximum*, *median*, *mean* dan *standar deviation*

menggunakan *tool* PRAAT. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan terlebih dahulu nilai *mean* yang didapat kemudian nilai *standar deviation*, jika nilai tersebut mempunyai rentang yang tidak terlalu tinggi ataupun rendah dengan nilai yang dibandingkan, maka dapat dinyatakan bahwa kata tersebut *identic* dengan kata yang terdapat pada *unknown sample*. Gambar 4 berikut merupakan contoh perbandingan nilai pitch dari rekaman *unknown sample* dan *known sample*

Pada tabel 4 tersebut maka kesimpulan yang didapatkan adalah subyek 2 memiliki kemiripan suara dengan *unknown sample* (US).

Tabel 4. Contoh hasil analisis pitch

	US	Subyek 1	Subyek 2	Subyek 3
Min	86.0329 3153097 138 Hz	206.69305 28803027 6 Hz	171.647 8625617 8132 Hz	98.57816 05577388 3 Hz
Max	226.886 4910619 2258 Hz	328.74857 99622706 Hz	257.182 4716337 871 Hz	131.9751 29524856 56 Hz
Med	199.520 4673848 4876 Hz	232.96340 47111803 2 Hz	195.334 0902127 26 Hz	116.1282 94215223 05 Hz
Mea	166.341 1924903 774 Hz	252.83693 50696477 2 Hz	202.353 6011427 8282 Hz	115.4440 38926899 14 Hz
Stde	58.5475 9150436 257 Hz	39.392791 73766649 Hz	22.3349 7399755 4847 Hz	11.20294 59636657 58 Hz

Pada analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan subyek 1 mendapatkan 16 kata yang identik, subyek 2 mendapatkan 30 kata yang identik, subyek 3 tidak mendapatkan satu pun kata yang identik. Dapat dilihat pada tabel 5 berikut

Tabel 5. Hasil analisis pitch

Subyek	Jumlah Kata Identik
Subyek 1	16
Subyek 2	30
Subyek 3	-

2) Analisis nilai formant

Analisis formant dilakukan dengan menggunakan analisis statistik Anova dengan cara membandingkan antara populasi dari sampel rekaman bukti dan rekaman pembandingan. Dalam analisis ini digunakan nilai F1, F2 dan F3, namun bila

diperlukan, saat ketiga formant mempunyai hasil “*rejected*” maka dilakukan lagi perhitungan *statistic* pada F4, hal tersebut dilakukan sebagai penguat dari ketiga hasil formant sebelumnya. Hasil dari analisis tersebut berupa nilai F, P-value dan F Critical. Dalam menyatakan hasil dari uji anova pada 1 formant tersebut bernilai *accepted* apabila nilai F yang didapatkan mempunyai nilai lebih kecil dari F Critical dan P-value mempunyai nilai lebih dari 0.5 dengan tingkat konfidensi dari analisis anova sebesar 95%.

Untuk menyimpulkan satu kata merupakan *identic* atau tidak, setidaknya ada dua nilai formant yang bernilai *accepted* dari tiga formant yang diuji. Gambar 6 berikut merupakan contoh dari hasil analisis formant pada kata “tersebut”

Kata	Formant	F	P-Value	F critical	Keterangan	Kesimpulan
tersebut	F1	0,105806594	0,745405577	3,901760738	accepted	identik
	F2	0,008129313	0,928273583	3,901760738	accepted	
	F3	11,16648681	0,001042439	3,901760738	rejected	

Gambar 6. Contoh hasil analisis formant

Pada gambar tersebut terdapat dua formant yaitu F1 dan F2 yang mempunyai nilai lebih F lebih kecil dari F Critical dan P-value lebih dari 0.05, maka dari itu ke dua formant tersebut mempunyai nilai *accepted*, sehingga kesimpulan yang didapatkan dari kata “tersebut” adalah *identic* dengan rekaman suara bukti (*known sampel*). Hasil akhir dari analisis formant pada penelitian ini adalah subyek 1 memperoleh 2 kata *identic*, subyek 2 memperoleh 2 kata *identic* dan subyek 3 memperoleh 3 kata *identic*.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah suara subjek yang ada didalam panggilan telepon berasal dari subjek yang sama dengan subjek pada suara pembandingan. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini yaitu dari ketiga suara pembandingan yang dibandingkan dengan suara barang bukti, suara dari subyek 2 memiliki tingkat kemiripan yang lebih tinggi dengan memperoleh total kemiripan kata sebanyak 30 kata, dimana hasil tersebut melebihi hasil syarat minimal dari analisis pitch yang seharusnya 20 kata yang mirip berdasarkan SOP 12 tentang audio forensik. Begitu pun dengan hasil analisis formant yang diperoleh yaitu sebanyak 2 kata yang mirip. Maka dari itu, hasil akhir dari penelitian ini adalah bahwa suara yang terdapat pada barang bukti simulasi kasus penipuan panggilan telepon adalah mirip dengan rekaman suara yang berasal dari suara pembandingan subyek 2.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu diharapkan dapat melakukan klasifikasi berdasarkan hasil frekuensi yang didapatkan dari masing-masing rekaman adalah termasuk kedalam frekuensi yang dimiliki oleh orang yang berjenis kelamin pria atau wanita ataupun ditambah dengan analisis spectrogram untuk melihat pola dari rekaman suara.

DAFTAR PUSTAKA

- AL-AZHAR, M. N., 2012. *Digital Forensic Practical Guidelines for Computer Investigation*. Jakarta: Kepala Pusat Laboraturium Forensik Bareskrim Polri.
- BASKORO, A. B., CAHYANI, N. D. & PUTRADA, A. G., 2020. Analysis of Voice Changes in Anti Forensic Activities Case Study: Voice Changer with Telephone Effect. *nternational Journal of Informatics and Communication Technology (IJ-ICT)*, 6(2), pp. 64-77.
- GUSTAFI, M., UMAR, R. & SUNARDI, 2018. Analisis Manipulasi Sara Yang Telah di Edit dengan Aplikasi Smartphone Menggunakan Teknik Audio Forensik Sebagai Barang Bukti Digital. *Seminar Nasional Informatika*, pp. 76-80.
- HUIZEN, R. H., JAYANTI, N. K. D. & HOSTIADI, D. P., 2016. Model Acquisisi Suara di Audio Forensik. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, pp. 2.81-2.86.
- PRANOTO, M. S., 2018. Analisis Frekuensi, Durasi dan Intensitas Suara Laki-laki dan Perempuan Jawa Menggunakan Perangkat Lunak PRAAT. *Jurnal Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, XIV(2), pp. 190-199.
- PRASETYO, D., 2018. Analisis Pola Karakteristik Suara pada Kasus Forensik. *Biosains Pascasarjana*, 20(3), pp. 202-211.
- SUBKI, A., WAHYUDI, E. & SYAUQI, A., 2018. Pengaruh Pitch Shift Up dan Pitch Shift Down Terhadap Tingkat Kemiripan Rekaman Suara. *Jurnal Explore STMIK Mataram*, 8(2), pp. 7-12.
- UMAR, R., SUNARDI & F, G. M., 2019. Analisis Statistik Manipulasi Pitch Suara menggunakan Audio Forensik untuk Bukti Digital. *Jurnal Mobile and Forensics (MF)*, 1(1), pp. 1-12.
- YUNIARTI, 2016. Pertanggungjawaban Pidana Korporasi Dalam Tindak Pidana Perdagangan Skema Piramida. *Repository Universitas Narotama*.