

Deteksi Kebohongan Berdasarkan Fitur Fonetik Akustik

Anang Kusnadi¹, I Made Oka Widyantara², Linawati³

[Submission: 15-02-2021, Accepted: 08-03-2021]

Abstract - This study aims to statistically analyze the parameters of acoustic phonetic features, namely: pitch, formant and intensity as indicators of psychological pressure from a person's lying or honest voice. Voice samples are the answers to "No" to the relevant and comparison questions on the examined subjects on the polygraph test. The Praat software was used for feature extraction and data analysis using SPSS with the T Paired Test and the Wilcoxon Test. Based on the results of the statistical analysis of acoustic phonetic features, a scoring system is proposed by setting a score (+1) when the results of Ho's statistical analysis are accepted ($Sig > 0.05$) or in other words there is no difference between the formant, intensity and pitch values of the answer to "no" to the relevant and the comparison questions. And vice versa set a score (-1) when the results of statistical analysis Ho is rejected ($Sig < 0.05$) or in other words there are differences in the value of formant, intensity and pitch of the answer to "no" to the relevant and the comparison questions. The final conclusion is that the total score (+) indicates honest and the total score (-) indicates a lie.

Keyword : Lie Detector, Poligraph, Formant, Pitch, Intensity, Pratt, SPSS.

Intisari - Penelitian ini bertujuan menganalisis secara statistik parameter fitur fonetik akustik yaitu : pitch, formant dan intensity sebagai indikator tekanan psikologis dari suara berbohong atau jujur seseorang. Sampel suara adalah jawaban "Tidak" pertanyaan relevant dan comparison subyek terperiksa yang ada pada tes poligraf. Perangkat lunak Praat digunakan untuk ekstraksi fitur dan analisis datanya menggunakan SPSS dengan Uji T Paired dan Uji Wilcoxon. Berdasarkan hasil analisis statistik fitur fonetik akustik diusulkan sistem scoring dengan menetapkan skor (+1) ketika hasil analisis statistik Ho diterima ($Sig > 0,05$) atau dengan kata lain tidak ada perbedaan antara nilai formant, intensity dan pitch jawaban "tidak" pertanyaan comparison dan relevant. Dan sebaliknya menetapkan skor (-1) ketika hasil analisis statistik Ho ditolak ($Sig < 0,05$) atau dengan kata lain ada perbedaan nilai formant, intensity dan pitch jawaban "tidak" pertanyaan comparison dan relevant. Kesimpulan akhir adalah skor total (+) terindikasi jujur dan skor total (-) terindikasi bohong.

Kata kunci: Deteksi Kebohongan, Poligraf, Formant, Pitch, Intensity, Pratt, SPSS.

I. PENDAHULUAN

¹Kasubbid, Subbid Fiskom, Bidlabfor Polda Bali, Jl. Gunung Sangiang no. 108 B Denpasar (80117), dan Mahasiswa, Program Pasca Sarjana, Magister Teknik Elektro, Universitas Udayana (email: anangks@gmail.com)

^{2, 3} Dosen, Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jln. Jalan Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (tel: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: oka.widyantara@unud.ac.id, linawati@unud.ac.id.)

Berbohong atau menipu merupakan sifat menutupi keadaan yang sebenarnya. Penipuan dan deteksinya berhubungan dengan perilaku psikologi yang rumit berkaitan dengan proses kognitif dan aktivitas mental [1]. Suatu yang alamiah bahwa manusia cenderung melakukan kebohongan di saat mereka melakukan perbuatan yang salah serta memiliki kecenderungan untuk menghindari dan menutup diri dari orang lain. Terlebih ketika dia sadar akan konsekuensi yang akan ditanggung, seperti menanggung malu dan juga bila dirinya terancam akan dijatuhi hukuman kurungan, tentu orang tersebut semakin bertahan untuk berbohong.

Dewasa ini orang telah banyak tertarik melakukan penelitian tentang bagaimana untuk mendeteksi kebohongan secara akurat. Mayoritas penelitian tentang deteksi kebohongan sebelumnya telah dilakukan oleh banyak peneliti yang sebagian besar tertarik pada aspek non verbal seperti pencitraan otak [2], [3], [4]; tatapan mata [5], [6]; ekspresi mikro wajah [7], [8]; gerakan beban kognitif [9]; gestur tubuh [10] dan poligraf [11], [12], [13]. Penelitian ini tentu sangat bermanfaat untuk semua bidang dan implementasinya secara riil dapat disebutkan antara lain: untuk screening pegawai baru, untuk menganalisis calon nasabah bank, untuk interogasi pada dunia militer dan untuk membantu penyidikan petugas penegak hukum dalam pengungkapan suatu kasus pidana, dsb.

Sebagian peneliti lainnya tertarik pada aspek verbal (analisis suara). Beberapa diantaranya sudah menggunakan algoritma otomatis dan dipasarkan secara komersial seperti VSA (Voice Stress Analyser) dan LVA (Layered Voice Analysis). Namun demikian baik VSA maupun LVA telah mengalami uji validitas dan reliabilitas, hasilnya tidak cukup handal dan kurang memuaskan [14], [15], [16], [17]. Peneliti lainnya tertarik melakukan investigasi fitur akustik untuk mendeteksi kebohongan yaitu pada [18] mengeksplorasi perubahan dalam sinyal suara ketika seseorang menipu. Sampel ucapan dianalisis pada berbagai parameter akustik dan temporal, hasilnya menunjukkan korelasi tidak signifikan yang disajikan pada parameter f_0 , intensity dan frekuensi vokal formant. Berikutnya pada [19] peneliti berusaha mengidentifikasi fonetik akustik mana yang dapat digunakan sebagai indikator stress yang dapat diandalkan karena penipuan dengan menganalisis parameter akustik seperti pitch, formant, jitter dan shimmer. Hasil penelitian adalah bahwa mean pitch dan frekuensi formant F1, F2 berkorelasi kuat terhadap stress penipuan. Terdapat perbedaan hasil dari kedua penelitian di atas dan ini mungkin disebabkan oleh beban kognitif dan atau tingkat stress yang diterima oleh subyek terperiksa yang berkata bohong sangat berbeda. Sebagai catatan pada [18] menggunakan paradigma mock yaitu kebohongan yang diskenariokan sedangkan [19] dalam penelitiannya menganalisis kebohongan nyata ketika



seseorang ingkar atas tuduhan perbuatan kriminal terhadap dirinya.

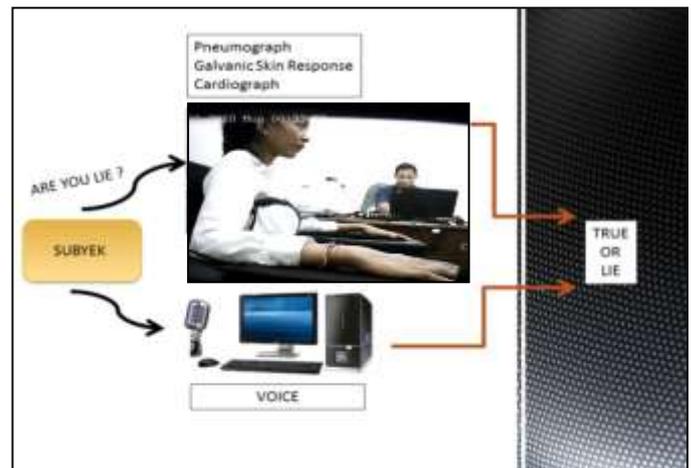
Akhirnya kami tertarik menggunakan analisis fonetik akustik sebagai petunjuk perkataan berbohong atau jujur dari tingkat tekanan psikologis (*stress*) melanjutkan penelitian sebelumnya [18] dan [19], terutama karena dalam pengamatan kami di bidang ini masih minim penelitian dalam kurun waktu 5 tahun terakhir dan adanya perbedaan hasil pada kedua penelitian tersebut. Pada penelitian ini penulis menggunakan paradigma mock seperti yang dilakukan [18]. Kekuatan penelitian ini menggunakan model “*true eksperimental*” dan melakukan penilaian suara berbohong atau jujur seseorang secara real time paralel dengan tes poligraf (Polygraph). Kombinasi 2 teknik deteksi kebohongan ini diharapkan mampu meningkatkan probabilitas mengidentifikasi dengan benar seseorang yang berbohong atau menipu [16].

II. POLIGRAF

Sistem atau alat untuk mendeteksi kebohongan melalui isyarat non verbal yang paling populer adalah “*Psychophysiological Detection of Deception (PDD) Systems*” dikenal dengan nama “Poligraf” atau “*Lie Detector*” [13]. Prinsipnya adalah mendeteksi seseorang yang berbohong berdasarkan perubahan reaksi fisiologis tubuhnya ketika mendapat tekanan secara psikologis dalam usahanya menutupi kebohongan. Sebagai alat deteksi kebohongan Poligraf memang dikenal yang paling mapan dan matang, tetapi poligraf dianggap sedikit *intrusive* dan *invasive*. Tetapi kekurangan ini tidak mengurangi penilaian terhadap poligraf sebagai alat deteksi kebohongan yang terbaik sampai saat ini. *Forensic Research, Inc.* mengulas 80 proyek penelitian yang dipublikasikan sejak tahun 1980 yang melibatkan lebih dari 6,380 pemeriksaan poligraf dengan tujuan mengetahui validitas dan reliabilitas dari Poligraf. Hasilnya, tes Poligraf rata-rata akurasinya adalah 98% [14]. Di luar Poligraf, metode deteksi kebohongan non verbal seperti : analisis tatapan mata, ekspresi wajah dan gerakan tubuh kurang dapat diandalkan [1].

III. DETEKSI KEBOHONGAN BERDASARKAN FITUR FONETIK AKUSTIK

Suara manusia bisa menjadi tanda keadaan psikologis seseorang, baik sadar ataupun tidak sadar dapat mengungkapkan keadaan internal pembicara. Dari setiap bunyi yang dihasilkan akan dianalisis fitur akustik fonetiknya yang terdiri dari fitur *formant*, *intensity* dan *pitch* secara *off line* menggunakan perangkat lunak *pratt*. Data fitur-fitur tersebut selanjutnya akan dianalisis secara statistik menggunakan SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) dengan uji beda menggunakan Uji *T Paired* untuk data yang berdistribusi normal dan Uji *Wilcoxon* untuk data yang berdistribusi tidak normal.



Gambar 1: Overall Penelitian

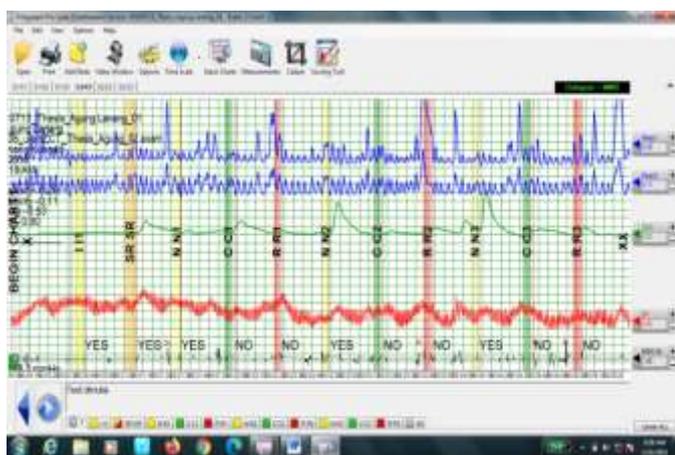
Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis secara statistik fitur fonetik akustik mana yang dapat digunakan sebagai indikator tekanan psikologis (*stress*) untuk mengidentifikasi suara berbohong atau jujur seseorang. *State of the art review* pada penelitian ini adalah membuat sistem penilaian (*scoring*) deteksi kebohongan berdasarkan fitur fonetik akustik. Hal ini belum pernah dikerjakan oleh peneliti lain.

IV. METODE PENELITIAN

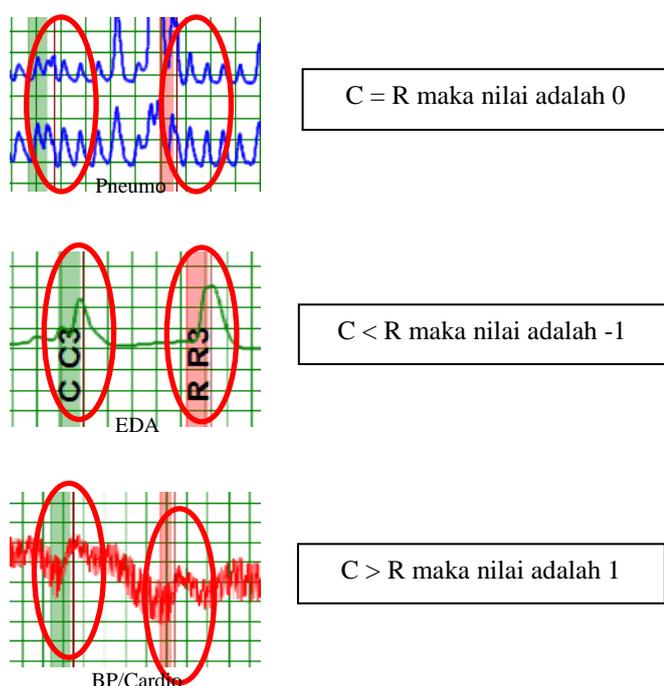
Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dengan membuat manipulasi terhadap subyek penelitian serta tersedianya kontrol [20]. Skema penelitian ini adalah melakukan kombinasi terhadap 2 teknik PDD (*Psychophysiological Detection of Deception*) dengan harapan mampu meningkatkan probabilitas mengidentifikasi dengan benar seseorang yang berbohong atau menipu melalui suaranya. Teknik PDD yang pertama adalah tes kebohongan berbasis suara sebagai inti penelitian dan yang kedua adalah tes poligraf sebagai pembandingan.

4.1 Pemeriksaan poligraf

Pada masing-masing chart pemeriksaan poligraf dilakukan *scoring* oleh 3 (tiga) pemeriksa poligraf. Disini reaksi tubuh dari pertanyaan *relevant* (R) dibandingkan dengan pertanyaan *comparison* (C). Kriteria penilaian dalam penelitian ini menggunakan tiga posisi *scoring* (3 skala) untuk pneumo (lihat grafik warna biru), EDA (lihat grafik warna hijau) dan cardio/*blood pressure* (lihat grafik warna merah) (Lihat pada gambar 2). Skala 3 posisi hanya membolehkan satu dari tiga nilai untuk analisis spot: (-1), (0) atau (+1). Skala 3 posisi menetapkan skor (-) ketika reaksi terbesar ada pada pertanyaan *relevant*, menetapkan skor (+) ketika reaksi terbesar ada pada pertanyaan *comparison* dan menetapkan skor (0) jika tidak ada perbedaan reaksi (lihat gambar 3).



Gambar 2: Contoh grafik hasil pemeriksaan poligraf subyek Ag Chart 1



Gambar 3: Kriteria penilaian grafik poligraf menggunakan tiga posisi *scoring* (3 skala)

Kemudian untuk *scoring* adalah menggunakan ESS ZCT EXAMS (3R). Metode ESS (*Empirical Scoring System*) ini banyak digunakan karena probabilitas kesalahan (*probability error*) yang relatif rendah sekitar 0,001 [21]. *Total score* adalah total dari masing-masing variabel yaitu Pneumo, EDA dan Cardio/BP adalah kurang atau sama dengan -4, dan kriteria nilai *No Deception Indicated* (tidak bohong) adalah lebih atau sama dengan +2, sedangkan diantara kedua kriteria tersebut adalah *inconclusive/no opinion* (tidak dapat disimpulkan).

1. Total score ≤ -4 adalah DI (*Deception Indicated* / bohong).

Anang Kusnadi: Deteksi Kebohongan berdasarkan Fitur Fonetik ...

2. Total score $\geq +2$ adalah NDI (*No Deception Indicated* / tidak bohong).
3. *All else is NO* (*No Opinion / Inconclusive* / tidak dapat disimpulkan).

Sebagai catatan jika hasilnya *inconclusive/no opinion*, apabila sub total ≤ -7 , maka *Deception Indicated* (bohong).

4.2 Pemeriksaan sampel suara

Pemeriksaan sampel suara dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu 1) Mekanisme produksi suara, 2) Analisis statistik fonetik akustik, dan 3) Penilaian (*scoring*). Mekanisme produksi suara dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh sampel suara. Analisis statistik fonetik akustik dilakukan untuk mengolah dan mengidentifikasi fitur-fitur akustik yang terdapat dalam kontur suara, sedangkan *scoring* dilakukan dengan tujuan untuk memberikan evaluasi terhadap subyek dalam bentuk nilai berdasarkan hasil tes uji. Untuk subyek dari kasus dugaan tindak pidana nyata otomatis tekanan psikologisnya bersifat nyata, alami dan tinggi, lain halnya dengan subyek yang diminta bersandiwara untuk melakukan kebohongan tentunya tingkat stressnya menjadi lebih rendah.

Penelitian ini membutuhkan sampel suara subyek dengan kondisi tekanan psikologis mirip orang yang berbohong secara alami, sehingga peneliti menganggap bagian ini merupakan tantangan terbesar penelitian. Oleh karena itu diperlukan mekanisme produksi suara yang tepat agar dapat tercapai tujuan penelitian. Skenarionya adalah dengan menempatkan 1 pasangan terdiri dari 2 subyek dalam suatu ruangan. Salah satu subyek diinstruksikan untuk mengambil dan menyembunyikan uang yang ada di dalam sebuah dompet yang terletak di atas meja. Diasumsikan subyek yang mengambil uang tidak mengakui perbuatannya atau berbohong tidak mengambil uang dimaksud. Skenario ini akan dilakukan terhadap 6 subyek (3 pasangan), karena metode pengumpulan datanya yang bersumber pada pemeriksaan tes poligraf mulai dari *pre test* (observasi subyek dan wawancara), *In-test*, *Test Data Analysis* dan *Post-test* yang tentu saja memerlukan durasi waktu yang cukup lama sehingga tidak dimungkinkan untuk mengambil sampel yang terlalu banyak. Disarankan penelitian eksperimen setidaknya menggunakan ukuran sampel minimal 5, untuk kemudahan menghitung nilai rata-rata dan standar deviasinya [22].

Penelitian ini memanfaatkan data suara tak spontan atau terencana yang ditimbulkan oleh pertanyaan dan kondisi yang dapat membangkitkan stimulus berupa tekanan psikologis terhadap orang yang berbohong atau menipu. Jadi nantinya akan ada 2 kelompok, kelompok pertama adalah kelompok *treatment* yaitu kelompok subyek yang diberi pertanyaan dengan kondisi adanya tekanan psikologis, dimana subyek tidak mengakui perbuatannya atau berbohong tidak mengambil uang dimaksud, dan kelompok kedua adalah kelompok *control* yaitu kelompok subyek yang diberi pertanyaan dengan kondisi tanpa adanya tekanan psikologis, dimana subyek jujur atau tidak berbohong tidak mengambil uang dimaksud.

Dari skenario di atas peneliti membuat model mekanisme



produksi suara, yaitu mengambil sampel suara secara real time paralel dengan tes poligraf terhadap kedua subyek dalam setiap pasangan. Data suara tidak spontan pada penelitian ini terdiri dari jawaban “tidak” dari subyek ketika diberikan 2 jenis pertanyaan yang dapat membangkitkan reaksi tubuh (*relevant* dan *comparison*). Formulasi pertanyaan *relevant* dan *comparison* ini adalah jenis pertanyaan yang ada pada tes poligraf. Adapun hasil yang diharapkan adalah sesuai hipotesis bahwa reaksi tubuh pada pertanyaan *relevant* lebih reaktif dari pertanyaan *comparison* terindikasi bohong.

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis statistik terhadap fitur fonetik akustik yang merupakan tahapan dominan dalam uji deteksi kebohongan berbasis suara. Metode analisis statistik secara lengkap adalah berikut ini.

1. Perumusan masalah

Apakah ada perbedaan nilai fitur fonetik akustik (*formant*, *intensity* dan *pitch*) pada jawaban kata “tidak” jika ia diberi pertanyaan *comparison* dengan ia diberi pertanyaan *relevant*?

2. Hipotesis

- H_0 : Tidak ada perbedaan nilai fitur fonetik akustik jawaban kata “tidak” jika ia diberi pertanyaan *comparison* dengan ia diberi pertanyaan *relevant*.
- H_1 : Ada perbedaan nilai fitur fonetik akustik jawaban kata “tidak” jika ia diberi pertanyaan *comparison* dengan ia diberi pertanyaan *relevant*.

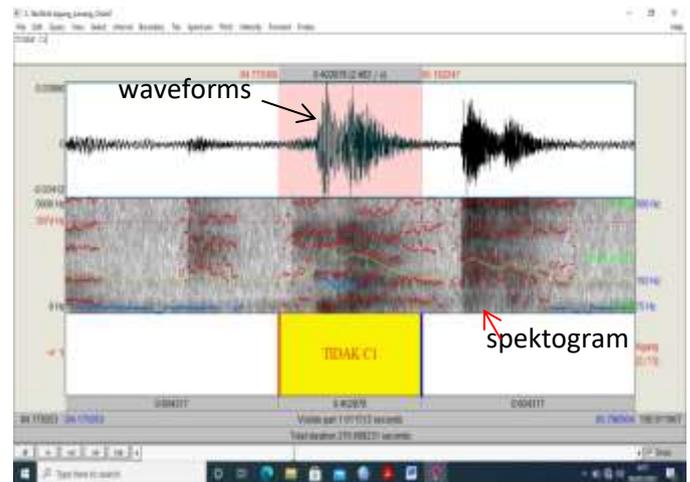
3. Pengambilan keputusan dengan menggunakan probabilitas/nilai signifikan.

- Jika $Sig > 0,05$ maka H_0 diterima.
Artinya tidak ada perbedaan nilai fitur fonetik akustik jawaban kata “tidak” jika ia diberi pertanyaan *comparison* dengan ia diberi pertanyaan *relevant* (indikasi jujur)
- Jika $Sig < 0,05$ maka H_0 ditolak.
Artinya ada perbedaan nilai fitur fonetik akustik jawaban kata “tidak” jika ia diberi pertanyaan *comparison* dengan ia diberi pertanyaan *relevant*, (indikasi bohong).

Berikutnya adalah melakukan penilaian (*scoring*) terhadap subyek sebagai tahapan akhir dan dasar pengambilan keputusan dari uji deteksi kebohongan berbasis suara. Scoring ini merujuk pada *scoring polygraph* “*Bigger is better*”, yang menurut penulis sudah teruji, dimana reaksi terbesar mengindikasikan rangsangan yang lebih yang merupakan wujud pertahanan diri.

Usulan penulis adalah melakukan *scoring* terhadap hasil analisis statistik fitur fonetik akustik pada pertanyaan *relevant* dan *comparison* dengan menetapkan skor (+1) ketika hasil analisis statistik H_0 diterima ($Sig > 0,05$) atau dengan kata lain tidak ada perbedaan nilai *formant*, *intensity* dan *pitch* jawaban kata “tidak” pertanyaan *comparison* dengan jawaban kata “tidak” pertanyaan *relevant*. Demikian sebaliknya menetapkan skor (-1) ketika hasil analisis statistik H_0 ditolak ($Sig < 0,05$) atau dengan kata lain ada perbedaan nilai *formant*, *intensity* dan *pitch* jawaban kata “tidak” pertanyaan *comparison* dengan jawaban kata “tidak” pertanyaan *relevant*.

Kesimpulan akhir adalah skor total (+) terindikasi jujur dan skor total (-) terindikasi bohong.



Gambar 4. Waveforms, spectrogram, formant, intensity dan pitch sampel Ag Chart 1 C1.

Lihat pada gambar 4 di dalam baris tengah, tampak grafik warna merah menunjukkan *formant*, warna kuning menunjukkan *intensity* dan warna biru menunjukkan *pitch*.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pemeriksaan Poligraf

Hasil tes poligraf keseluruhan subyek terperiksa dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini.

TABEL I
HASIL SCORING POLIGRAF SUBYEK AG

Grafik Reaksi Tubuh		R1	R2	R3	Total
Chart 1	Pneumo	0	0	0	0
	Eda	2	0	-2	0
	Cardio/BP	1	0	1	2
	Sub Total	3	0	-1	2
Chart 2	Pneumo	-1	0	0	-1
	Eda	2	-2	2	2
	Cardio/BP	1	-1	1	1
	Sub Total	2	-3	3	2
Chart 3	Pneumo	0	1	0	1
	Eda	-2	-2	2	-2
	Cardio/BP	0	-1	1	0
	Sub Total	-2	-2	3	-1
Total 3 Chart		3	-5	5	3

TABEL II
HASIL SCORING POLIGRAF SUBYEK YOG

Grafik Reaksi Tubuh		R1	R2	R3	Total
Chart 1	Pneumo	0	0	0	0
	EDA	0	2	0	2
	Cardio/BP	1	-1	1	1
	Sub Total	1	1	1	3
Chart 2	Pneumo	0	0	0	0

	EDA	0	2	0	2
	Cardio/BP	-1	-1	-1	-3
	Sub Total	-1	1	-1	-1
Chart 3	Pneumo	0	0	0	0
	EDA	2	0	2	4
	Cardio/BP	1	0	-1	0
	Sub Total	3	0	1	4
Total 3 Chart		3	2	1	6

	EDA	-2	2	-2	-2
	Cardio/BP	0	1	-1	0
	Sub Total	-2	4	-3	-1
Chart 3	Pneumo	0	0	1	1
	EDA	2	2	0	4
	Cardio/BP	1	-1	1	1
	Sub Total	3	1	2	6
Total 3 Chart		5	2	-2	5

TABEL III
 HASIL SCORING POLIGRAF SUBYEK ERK

Grafik Reaksi Tubuh		R1	R2	R3	Total
Chart 1	Pneumo	1	1	0	2
	EDA	2	2	2	6
	Cardio/BP	1	1	-1	1
	Sub Total	4	4	1	9
Chart 2	Pneumo	0	-1	1	0
	EDA	-2	-2	-2	-6
	Cardio/BP	1	1	1	3
	Sub Total	-1	-2	0	-3
Chart 3	Pneumo	0	0	0	0
	EDA	0	2	-2	0
	Cardio/BP	1	1	1	3
	Sub Total	1	3	-1	3
Total 3 Chart		4	5	0	9

TABEL VI
 HASIL SCORING POLIGRAF SUBYEK NZ

Grafik Reaksi Tubuh		R1	R2	R3	Total
Chart 1	Pneumo	0	0	0	0
	EDA	-2	-2	2	-2
	Cardio/BP	-1	-1	1	-1
	Sub Total	-3	-3	3	-3
Chart 2	Pneumo	0	0	0	0
	EDA	2	-2	2	2
	Cardio/BP	1	0	-1	0
	Sub Total	3	-2	1	2
Chart 3	Pneumo	0	0	0	0
	EDA	-2	-2	2	-2
	Cardio/BP	-1	-1	0	-2
	Sub Total	3	-3	2	-4
Total 3 Chart		3	-8	6	-5

TABEL IV
 HASIL SCORING POLIGRAF SUBYEK AY

Grafik Reaksi Tubuh		R1	R2	R3	Total
Chart 1	Pneumo	0	0	-1	-1
	EDA	2	2	-2	2
	Cardio/BP	1	0	1	2
	Sub Total	3	2	-2	3
Chart 2	Pneumo	0	0	0	0
	EDA	2	-2	-2	-2
	Cardio/BP	-1	-1	-1	-3
	Sub Total	1	-3	-3	-5
Chart 3	Pneumo	0	0	0	0
	EDA	-2	-2	2	-2
	Cardio/BP	-1	-1	-1	-3
	Sub Total	3	-3	1	-5
Total 3 Chart		7	-4	-4	-7

TABEL V
 HASIL SCORING POLIGRAF SUBYEK WR

Grafik Reaksi Tubuh		R1	R2	R3	Total
Chart 1	Pneumo	1	0	0	1
	EDA	2	-2	-2	-2
	Cardio/BP	1	-1	1	1
	Sub Total	4	-3	-1	0
Chart 2	Pneumo	0	1	0	1

Nilai total 3 chart poligraf (Pneumo, EDA, Cardio/BP), dari masing-masing subyek terlihat pada Tabel I – Tabel VI didapatkan subyek Ag dengan nilai total +3 adalah NDI (jujur), subyek Yog dengan nilai total +6 adalah NDI (jujur), subyek Erk dengan nilai total +9 adalah NDI (jujur), subyek Ay dengan nilai total -7 adalah DI (bohong), subyek Wr dengan nilai total +5 adalah NDI (jujur) dan subyek Nz dengan nilai total -5 adalah DI (bohong).

5.2 Hasil analisis statistik fitur fonetik akustik

Analisis ini berdasarkan kalkulasi statistik nilai data kelompok *formant*, *intensity* dan *pitch*. Oleh karena kelompok data *formant*, *intensity* dan *pitch* bersumber dari 1 subyek, maka kelompok data tersebut merupakan kelompok data yang saling berhubungan. Untuk data yang saling berhubungan, jika kelompok data sampel bertipe interval atau rasio, serta distribusi datanya mengikuti distribusi normal (berlaku untuk kedua kelompok data) maka uji statistik yang digunakan adalah jenis uji parametrik, yaitu Uji *T Paired* untuk menentukan ada tidaknya perbedaan rata-rata dua kelompok data tersebut. Tapi jika distribusi data tidak mengikuti distribusi normal (kedua kelompok data atau salah satu tidak berdistribusi normal) maka uji statistik yang digunakan adalah jenis uji non parametrik, yaitu Uji Wilcoxon.

Adapun Uji Normalitas yang digunakan adalah Uji Kolmogorov-Smirnov bila sampel lebih besar dari 50 dan Uji Shapiro-Wilk bila sampel lebih kecil dari 50 [23].



Pengambilan keputusannya jika Sig > 0,05 maka data berdistribusi normal, jika Sig < 0,05 maka data tidak berdistribusi normal.

Untuk analisis statistik terhadap sampel suara jawaban “tidak” dari pertanyaan *comparison* (C1, C2, C3) dan *relevant* (R1, R2, R3) pada tes poligraf dilakukan 3 kali pengulangan tes poligraf, dengan formulasi sebagai berikut :

TABEL VII
FORMULASI UJI

Sampel Suara	Uji Statistik		
Tes1 (Chart1)	C1R1	C2R2	C3R3
Tes2 (Chart 2)	C3R2	C1R3	C2R1
Tes3 (Chart 3)	C2R3	C3R1	C1R2

Contoh sampel suara yang dianalisis adalah dari subyek Ag Chart1 pasangan uji C1R1 (pada tes 1). Apakah ada perbedaan nilai *formant*, *intensity* dan *pitch* antara jawaban “Tidak” pertanyaan *comparison* C1 dengan jawaban “Tidak” pertanyaan *relevant* R1 subyek Ag? Adapun hasil analisis kalkulasi statistik nilai *formant*, *intensity* dan *pitch* subyek Ag pasangan uji C1R1 berikut ini.

5.2.1 Analisis *Formant* (Hz)

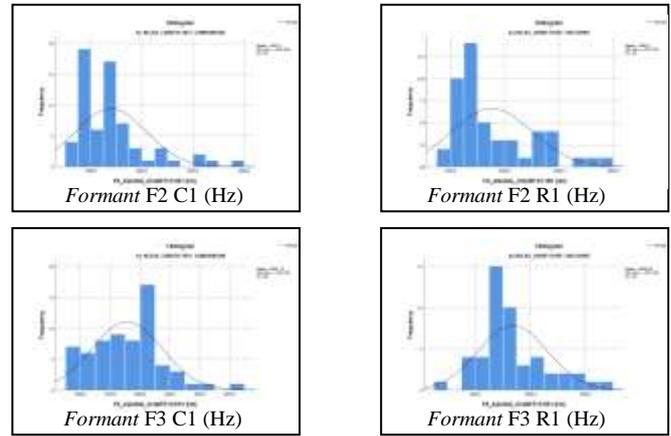
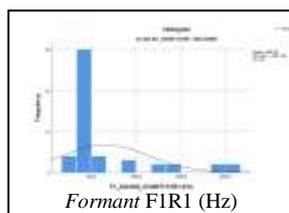
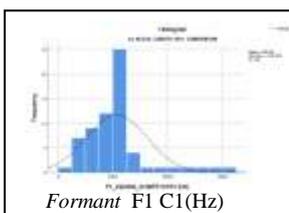
Dari pengamatan penulis untuk fitur *formant* dari 5 *formant* F1, F2, F3, F4, F5 hanya 3 *formant* yang signifikan untuk dianalisis yaitu F1, F2 dan F3. Mulai dengan menguji distribusi normal kedua kelompok data pasangan uji C1 dan R1. Adapun hasil Uji Normalitas *formant* (Hz) subyek Ag Chart 1 C1R1 dapat dilihat pada Tabel VIII

TABEL VIII
UJI NORMALITAS *FORMANT* (HZ) SUBYEK AG CHART 1 C1R1

Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistik	df	Sig.	Statistik	df	Sig.	
F1	C1	0,225	65	0,000	0,830	65	0,000
	R1	0,384	49	0,000	0,646	49	0,000
F2	C1	0,201	65	0,000	0,833	65	0,000
	R1	0,189	49	0,000	0,861	49	0,000
F3	C1	0,074	65	0,200	0,969	65	0,102
	R1	0,181	49	0,000	0,927	49	0,005

a. Lilliefors Significance Correction

Dari Uji Normalitas diperoleh hasil nilai Sig data F1 untuk C1, R1 adalah 0,000 maka Sig < 0,05, sehingga data tidak berdistribusi normal, Sig data F2 untuk C1, R1 adalah 0,000, maka Sig < 0,05, sehingga data tidak berdistribusi normal, Sig data F3 untuk C1 adalah 0,200 maka Sig > 0,05, sehingga data berdistribusi normal dan R1 adalah 0,005, maka Sig < 0,05, sehingga data tidak berdistribusi normal. Dipresentasikan dengan histogram pada gambar 5.



Gambar 5 : Histogram *Formant* (Hz) subyek Ag Chart 1 C1R1

Hasil Uji Normalitas *formant* Ag Chart 1 C1R1 menunjukkan bahwa Sig data *formant* (F1, F2 dan F3) jawaban kata “tidak” pada pasangan uji C1 maupun R1, keduanya atau salah satu data tidak berdistribusi normal, sehingga digunakan Uji Wilcoxon untuk uji beda *formant* pasangan uji C1R1. Hasil Uji Wilcoxon dapat dilihat pada Tabel IX.

TABEL IX
HASIL UJI WILCOXON *FORMANT* (HZ) SUBYEK AG CHART 1 C1R1

	Test Statistics ^a		
	F1_Ag_Chart1 R1 (Hz) - F1_Ag_Chart1 C1 (Hz)	F2_Ag_Chart1 R1 (Hz) - F2_Ag_Chart1 C1 (Hz)	F3_Ag_Chart1 R1 (Hz) - F3_Ag_Chart1 C1 (Hz)
Z	-0,661 ^b	-2,074 ^b	-1,825 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,508	0,038	0,068

- a. Wilcoxon Signed Ranks Test
- b. Based on negative ranks.
- c. Based on positive ranks.

Dari Uji Wilcoxon *Formant* Ag Chart 1 C1R1, diperoleh nilai Sig F1 adalah 0,508 dan Sig F3 adalah 0,068 maka Sig > 0,05, sehingga Ho diterima, berarti tidak ada perbedaan nilai *Formant* jawaban kata “tidak” C1 dengan jawaban kata “tidak” R1 pada F1 dan F3. Untuk Sig F2 adalah 0,038, maka Sig < 0,05, sehingga Ho ditolak, berarti ada perbedaan nilai *Formant* jawaban kata “tidak” C1 dengan jawaban kata “tidak” R1 pada F2.

5.2.2 Analisis *intensity* (dB)

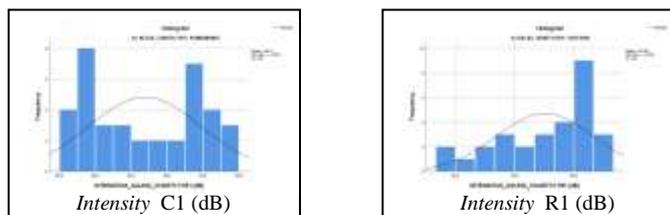
Hasil Uji Normalitas *intensity* (dB) subyek Ag Chart 1 C1R1 dapat dilihat pada Tabel X

TABEL X
UJI NORMALITAS *INTENSITY* (DB) SUBYEK AG CHART 1 C1R1

Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Sig.	Statistik	df	Sig.
C1	0,156	38	0,020	0,910	38	0,005
R1	0,164	29	0,046	0,909	29	0,016

a. Lilliefors Significance Correction

Sig data *intensity* untuk C1 adalah 0,005 dan R1 adalah 0,016 maka Sig < 0,05, sehingga data tidak berdistribusi normal. Dipresentasikan dengan histogram pada gambar 6.



Gambar 6 : Histogram distribusi data *Intensity* (dB) subyek Ag Chart 1 C1R1

Hasil Uji Normalitas *intensity* jawaban kata “tidak” Ag Chart 1 C1R1, baik C1 maupun R1, keduanya tidak berdistribusi normal, maka digunakan Uji Wilcoxon untuk uji beda *intensity* pasangan uji C1R1. Hasil uji Wilcoxon dapat dilihat pada Tabel XI

TABEL XI
 HASIL UJI WILCOXON *INTENSITY* (DB) SUBYEK AG CHART 1 C1R1

<i>Test Statistics^a</i>	
<i>Intensity_Ag_Chart1 R1 (dB) - Intensity_Ag_Chart1 C1 (dB)</i>	
Z	-4,703b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

a. *Wilcoxon Signed Ranks Test*
 b. *Based on negative ranks.*

Dari Uji Wilcoxon diperoleh nilai Sig *intensity* Ag Chart 1 C1R1 adalah 0,000 maka Sig < 0,05, sehingga Ho ditolak, berarti ada perbedaan nilai *intensity* jawaban kata “tidak” C1 dengan jawaban kata “tidak” R1.

5.2.3 Analisis *Pitch* (Hz)

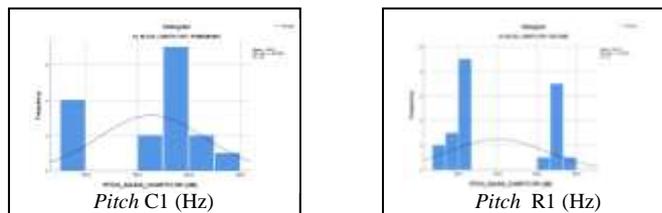
Hasil Uji Normalitas *pitch* (Hz) subyek Ag Chart 1 C1R1 dapat dilihat pada Tabel XII.

TABEL XII
 UJI NORMALITAS *PITCH* (DB) SUBYEK AG CHART 1 C1R1

Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Sig.	Statistik	df	Sig.
C1	0,268	16	0,003	0,820	16	0,005
R1	0,332	23	0,000	0,758	23	0,000

a. *Lilliefors Significance Correction*

Dari Uji Normalitas diperoleh nilai Sig data *pitch* untuk C1 adalah 0,005 dan R1 adalah 0,000 maka Sig < 0,05, sehingga data tidak berdistribusi normal. Dipresentasikan dengan histogram pada gambar 7.



Gambar 7 : Histogram distribusi data *Pitch* (Hz) subyek Ag Chart 1 C1R1

Hasil Uji Normalitas *pitch* jawaban kata “tidak” Ag Chart 1 C1R1, menunjukkan bahwa data *pitch* pada pasangan uji C1 maupun R1, keduanya tidak berdistribusi normal, maka digunakan Uji Wilcoxon untuk uji beda *Pitch* pasangan uji C1R1. Hasil Uji Wilcoxon dapat dilihat pada Tabel XIII

TABEL XIII
 HASIL UJI WILCOXON *PITCH* (DB) SUBYEK AG CHART 1 C1R1

<i>Test Statistics^a</i>	
<i>Pitch_Ag_Chart1 R1 (Hz) - Pitch_Ag_Chart1 C1 (Hz)</i>	
Z	-2,379 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,017

a. *Wilcoxon Signed Ranks Test*
 b. *Based on negative ranks.*

Dari Uji Wilcoxon diperoleh nilai Sig *pitch* Ag Chart 1 C1R1 adalah 0,017 maka Sig < 0,05, sehingga Ho ditolak, berarti ada perbedaan nilai *pitch* jawaban kata “tidak” C1 dengan jawaban kata “tidak” R1.

Kemudian analisis statistik nilai *formant*, *intensity* dan *pitch* dilanjutkan terhadap pasangan uji lain pada tes 1, tes 2 dan tes 3 sampel suara subyek Ag. Dan juga terhadap sampel suara 5 subyek lainnya yaitu Yog, Erk, Ay, Wr dan Nz. Berdasarkan hasil analisis statistik kemudian dilakukan penilaian/scoring untuk menguji kebohongan berdasarkan fitur fonetik akustik. Berdasarkan analisis statistik terhadap sampel suara subyek terperiksa, maka didapatkan hasil *scoring* uji kebohongan yang dituangkan dalam tabel-tabel berikut ini.

TABEL XIV
 HASIL *SCORING* FITUR *FORMANT* SUBYEK AG UNTUK JAWABAN KATA “TIDAK” PADA PEMERIKSAAN POLIGRAF

Tes	Pasangan Uji	Skor			Total
		F1	F2	F3	
Chart 1	C1R1	1	-1	1	1
	C2R2	-1	-1	-1	-3
	C3R3	1	1	1	3
	Sub Total	1	-1	-1	-1
Chart 2	C3R2	-1	1	1	1
	C1R3	1	1	1	3
	C2R1	1	1	-1	1
	Sub Total	1	3	1	5
Chart 3	C2R3	1	-1	1	1
	C3R1	1	1	-1	1



C1R2	1	-1	-1	-1
Sub Total	3	-1	-1	1
Total 3 Chart	5	1	-1	5

TABEL XV

HASIL *SCORING* FITUR *FORMANT* SUBYEK YOG UNTUK JAWABAN KATA “TIDAK” PADA PEMERIKSAAN POLIGRAF

Tes	Pasangan Uji	Skor			Total
		F1	F2	F3	
Chart 1	C1R1	-1	-1	-1	-3
	C2R2	1	-1	-1	-1
	C3R3	-1	1	-1	-1
	Sub				
	Total	-1	-1	-3	-5
Chart 2	C3R2	1	-1	-1	-1
	C1R3	1	1	1	3
	C2R1	1	1	-1	1
	Sub				
	Total	3	1	-1	3
Chart 3	C2R3	-1	1	-1	-1
	C3R1	-1	1	-1	-1
	C1R2	-1	1	1	1
	Sub				
	Total	-3	3	-1	-1
Total 3 Chart	-1	3	-5	-3	

TABEL XVI

HASIL *SCORING* FITUR *FORMANT* SUBYEK ERK UNTUK JAWABAN KATA “TIDAK” PADA PEMERIKSAAN POLIGRAF

Tes	Pasangan Uji	Skor			Total
		F1	F2	F3	
Chart 1	C1R1	-1	1	1	1
	C2R2	-1	1	-1	-1
	C3R3	-1	-1	-1	-3
	Sub				
	Total	-3	1	-1	-3
Chart 2	C3R2	1	-1	1	1
	C1R3	1	1	-1	1
	C2R1	1	-1	1	1
	Sub				
	Total	3	-1	1	3
Chart 3	C2R3	1	-1	-1	-1
	C3R1	1	1	1	3
	C1R2	1	1	1	3
	Sub				
	Total	3	1	1	5
Total 3 Chart	3	1	1	5	

TABEL XVII

HASIL *SCORING* FITUR *FORMANT* SUBYEK AY UNTUK JAWABAN KATA “TIDAK” PADA PEMERIKSAAN POLIGRAF

Tes	Pasangan Uji	Skor			Total
		F1	F2	F3	
Chart 1	C1R1	1	-1	1	1
	C2R2	-1	-1	-1	-3
	C3R3	-1	-1	1	-1
	Sub Total	-1	-3	1	-3

Chart 2	C3R2	1	-1	-1	1
	C1R3	1	-1	1	1
	C2R1	-1	1	1	1
	Sub Total	1	-1	1	1
Chart 3	C2R3	1	-1	-1	-1
	C3R1	1	-1	-1	-1
	C1R2	1	1	-1	1
	Sub Total	3	-1	-3	-1
	Total 3 Chart	3	-5	-1	-3

TABEL XVIII

HASIL *SCORING* FITUR *FORMANT* SUBYEK WR UNTUK JAWABAN KATA “TIDAK” PADA PEMERIKSAAN POLIGRAF.

Tes	Pasangan Uji	Skor			Total
		F1	F2	F3	
Chart 1	C1R1	1	1	-1	1
	C2R2	-1	-1	1	-1
	C3R3	1	1	1	3
	Sub Total	1	1	1	3
	Chart 2	C3R2	1	1	-1
C1R3		1	-1	-1	-1
C2R1		1	-1	-1	-1
Sub Total		3	-1	-3	-1
Chart 3		C2R3	1	-1	-1
	C3R1	-1	1	1	1
	C1R2	-1	1	1	1
	Sub Total	-1	1	1	1
	Total 3 Chart	3	1	-1	3

TABEL XIX

HASIL *SCORING* FITUR *FORMANT* SUBYEK NZ UNTUK JAWABAN KATA “TIDAK” PADA PEMERIKSAAN POLIGRAF

Tes	Pasangan Uji	Skor			Total
		F1	F2	F3	
Chart 1	C1R1	-1	-1	-1	-3
	C2R2	1	-1	-1	-1
	C3R3	-1	-1	1	-1
	Sub Total	-1	-3	-1	-5
	Chart 2	C3R2	1	-1	-1
C1R3		-1	-1	-1	-3
C2R1		-1	1	1	1
Sub Total		-1	-1	-1	-3
Chart 3		C2R3	1	-1	-1
	C3R1	-1	-1	-1	-3
	C1R2	-1	-1	-1	-3
	Sub Total	-1	-3	-3	-7
	Total 3 Chart	-3	-7	-5	-15

TABEL XX

HASIL *SCORING* FITUR *INTENSITY* SUBYEK TERPERIKSA UNTUK JAWABAN KATA “TIDAK” PADA PEMERIKSAAN POLIGRAF

Tes	Pasangan Uji	Skor					
		Ag	Yog	Erk	Ay	Wr	Nz
Chart 1	C1R1	-1	-1	1	1	-1	-1
	C2R2	-1	-1	1	1	1	1

	C3R3	-1	1	1	-1	1	-1
	Sub Total	-3	-1	3	1	1	-1
Chart 2	C3R2	-1	-1	1	1	1	-1
	C1R3	1	1	-1	-1	1	1
	C2R1	1	-1	-1	-1	1	-1
	Sub Total	1	-1	-1	-1	3	-1
Chart 3	C2R3	1	1	-1	-1	1	1
	C3R1	1	-1	1	1	-1	1
	C1R2	-1	1	1	-1	1	1
	Sub Total	1	1	1	-1	1	3
Total 3 Chart		-1	-1	3	-1	5	1

TABEL XXI

HASIL SCORING FITUR PITCH SUBYEK TERPERIKSA UNTUK JAWABAN KATA “TIDAK” PADA PEMERIKSAAN POLIGRAF

Tes	Pasangan Uji	Skor					
		Ag	Yog	Erk	Ay	Wr	Nz
Chart 1	C1R1	-1	-1	1	1	1	-1
	C2R2	1	1	-1	-1	-1	-1
	C3R3	1	1	1	1	-1	-1
	Sub Total	1	1	1	1	-1	-3
Chart 2	C3R2	1	-1	1	1	-1	-1
	C1R3	1	1	-1	-1	-1	1
	C2R1	-1	-1	-1	1	-1	-1
	Sub Total	1	-1	-1	1	-3	-1
Chart 3	C2R3	1	-1	-1	1	1	1
	C3R1	1	1	-1	-1	1	-1
	C1R2	1	-1	1	-1	1	1
	Sub Total	3	-1	-1	-1	3	1
Total 3 Chart		5	-1	-1	1	-1	3

5.3. Pembahasan

Dari keterangan seluruh subyek terperiksa setelah tahap tes poligraf dan perekaman sampel suara selesai maka diketahui bahwa kelompok control atau kelompok yang jujur adalah subyek Ag, Erk dan Wr, sedangkan kelompok treatment atau kelompok bohong adalah subyek Yog, Ay dan Nz. Keterangan masing-masing subyek terperiksa dalam penelitian ini dipakai sebagai acuan/pembandingan untuk evaluasi *scoring* /penilaian deteksi kebohongan dengan tes poligraf maupun deteksi kebohongan berdasarkan fitur fonetik akustik.

Berdasarkan nilai total kalkulasi statistik fitur fonetik akustik subyek terperiksa untuk jawaban kata “tidak” pada pemeriksaan poligraf (lihat Tabel XXII) dan dengan berpedoman pada penetapan skor total (+) adalah terindikasi jujur dan skor total (-) adalah terindikasi bohong, maka diperoleh hasil untuk fitur *formant*, skor total subyek Ag dengan nilai +5 adalah NDI (jujur), subyek Yog dengan nilai total -3 adalah DI (bohong), subyek Erk dengan nilai total +5 adalah NDI (jujur), subyek Ay dengan nilai total -3 adalah DI (bohong), subyek Wr dengan nilai total +3 adalah NDI (jujur) dan subyek Nz dengan nilai total -15 adalah DI (bohong).

Anang Kusnadi: Deteksi Kebohongan berdasarkan Fitur Fonetik ...

Hasil ini berkorelasi signifikan, mempunyai probabilitas keberhasilan mendeteksi kebohongan adalah 100%,

Untuk fitur *intensity*, skor total subyek Ag dengan nilai total -1 adalah DI (bohong), subyek Yog dengan nilai total -1 adalah DI (bohong), subyek Erk dengan nilai total +3 adalah NDI (jujur), subyek Ay dengan nilai total -1 adalah DI (bohong), subyek Wr dengan nilai total +5 adalah NDI (jujur) dan subyek Nz dengan nilai total +1 adalah NDI (jujur), hasil ini kurang signifikan, mempunyai probabilitas keberhasilan mendeteksi kebohongan adalah 66,666%.

Untuk fitur *pitch* skor total subyek Ag dengan nilai total +5 adalah NDI (jujur), subyek Yog dengan nilai total -1 adalah DI (bohong), subyek Erk dengan nilai total -1 adalah DI (bohong), subyek Ay dengan nilai total +1 adalah NDI (jujur), subyek Wr dengan nilai total -1 adalah DI (bohong) dan subyek Nz dengan nilai total +3 adalah NDI (jujur), hasil ini kurang signifikan, mempunyai probabilitas keberhasilan mendeteksi kebohongan adalah 33,333%.

TABEL XXII

HASIL SCORING FONETIK AKUSTIK SUBYEK TERPERIKSA UNTUK JAWABAN KATA “TIDAK” PADA PEMERIKSAAN POLIGRAF

Fitur	Ag	Yog	Erk	Ay	Wr	Nz
<i>Formant</i>	5	-3	5	-3	3	-15
<i>Intensity</i>	-1	-1	3	-1	5	1
<i>Pitch</i>	5	-1	-1	1	-1	3

Berdasarkan hasil di atas dapat dikatakan bahwa fitur *formant* berkorelasi signifikan dan digunakan sebagai fitur fonetik akustik untuk mendeteksi kebohongan, sedangkan *intensity* maupun *pitch* kurang signifikan untuk mendeteksi kebohongan.

TABEL XXIII

HASIL TES POLIGRAF VS FITUR FORMANT

Tes	Ag	Yog	Erk	Ay	Wr	Nz
Acuan/pengakuan subyek	NDI	DI	NDI	DI	NDI	DI
Tes poligraf	NDI	NDI	NDI	DI	NDI	DI
Kesimpulan	True Positif	False Positif	True Positif	True Negatif	True Positif	True Negatif
Fitur <i>formant</i>	NDI	DI	NDI	DI	NDI	DI
Kesimpulan	True Positif	True Negatif	True Positif	True Negatif	True Positif	True Negatif

Pada Tabel XXIII menunjukkan bahwa Probabilitas keberhasilan Tes poligraf dalam mendeteksi kebohongan adalah 83,333 % persen mampu menjawab benar, sedangkan probabilitas keberhasilan deteksi kebohongan berdasarkan fitur fonetik akustik *formant* adalah 100 % mampu menjawab benar.

VI. SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penyelidikan awal dalam usaha untuk mengetahui adanya hubungan

p-ISSN:1693 – 2951; e-ISSN: 2503-2372



9 772503 237160

beberapa fitur fonetik akustik dengan kebohongan seseorang. Fitur-fitur yang diteliti tersebut adalah, *formant*, *intensity* dan *pitch*. Sejauh ini data yang dianalisis secara statistik menunjukkan adanya korelasi antara fitur fonetik akustik dengan kondisi seseorang berbohong atau tidak berbohong. Fitur *formant* diketahui sangat signifikan untuk mendeteksi kebohongan seseorang, karena dalam penelitian ini mempunyai probabilitas keberhasilan mendeteksi kebohongan 100%, sedangkan untuk fitur *intensity* dan *pitch* kurang signifikan dipakai untuk mendeteksi kebohongan karena hanya mempunyai probabilitas keberhasilan mendeteksi kebohongan 66,666%. dan 33,333%. Metode tes poligraf juga mempunyai probabilitas keberhasilan mendeteksi kebohongan yang cukup baik yaitu 83,333%.

Bahwa penelitian ini adalah merupakan awal dari penelitian yang lebih besar berkaitan dengan metode deteksi kebohongan, utamanya deteksi kebohongan berdasarkan fonetik akustik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkuat pemeriksaan poligraf dalam meningkatkan probabilitas mendeteksi kebohongan. Penulis berharap dimasa mendatang dapat melakukan penelitian dengan sampel yang lebih banyak dan dengan subyek yang benar-benar berbohong dalam kasus nyata. ini pastinya akan lebih memberikan pengaruh signifikan secara menyeluruh terhadap kondisi berbohong dan tidak berbohong dalam domain suara.

Penelitian lebih lanjut yang diusulkan adalah peningkatan kinerja deteksi kebohongan berdasarkan fonetik akustik dengan perangkat berbasis mesin, tentunya setelah benar-benar didapatkan karakteristik fitur fonetik akustik yang representative untuk kondisi berbohong atau tidak berbohong seseorang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Guozhen An, 2015. "Literature Review For Deception Detection", A Second Exam submitted to the Graduate Faculty in Computer Science in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, The City University of New York.
- [2] Neeraj Bhagel, dkk., August 2020. "Truth Identification From EEG Signal By Using Convolution Neural Network : Lie Detection", IEEE. DOI: 10.1109/TSP49548.2020.9163497.
- [3] M. Ashadur Rahman, dkk., January 2017. "Lie Detection From Fmr Signal And Neuro Image", IEEE. DOI: 10.1109/ICTEA.2012.6462897.
- [4] R. Cakmak, Akram M. Zeki, April 2015. "Neuro Signal Based Lie Detection", IEEE. DOI: 10.1109/IRIS.2015.7451606.
- [5] Birender Singh, dkk., November 2015. "Lie Detection Using Image Processing", IEEE. DOI: 10.1109/ICACCS.2015.7324092.
- [6] A. Freire, M. Eskritt, and K. Lee, 2004 "Are Eyes Windows To A Deceiver's Soul? Children's Use Of Another's Eye Gaze Cues In A Deceptive Situation", Developmental psychology, vol. 40, no. 6, p. 1093.
- [7] Michel Owayjan, dkk., February 2013. "The Design And Development Of A Lie Detection System Using Facial Micro-Expressions", IEEE. DOI: 10.1109/ICTEA.2012.6462897.
- [8] D. Matsumoto, H.S. Hwang, Juni. 2011 "Evaluating Truthfulness And Detecting Deception" In press, FBI Law Enforcement Bulletin.
- [9] A. Vrij, 2008. "Detecting Lies and Deceit: Pitfalls and Opportunities", Chichester: Wiley.
- [10] N. Sebanz and M. Shiffrar, 2009 "Detecting Deception In A Bluffing Body: The Role Of Expertise" Psychonomic bulletin & review, vol. 16, no. 1, pp. 170-175.
- [11] M. Gabela, February 2013. "Evaluation Of The Questions Used In A Polygraph Test", Submitted In Accordance With The Requirements For The Degree Of Magister Technologiae In The Subject Forensic Investigation At The University Of South Africa.
- [12] Nelson, dkk., 2011. *Using The Empirical Scoring System*. Polygraph, 2011, 40 (2).
- [13] Charles R. Honts, Juni. 1994 "Psychophysiological Detection Of Deception", Psychological Science, Volume 3 Number 3.
- [14] Adler, Michael J., 2009. "Detecting Deceptive Reactions In Sex Offenders: A Comparison Of Layered Voice Analysis (LVA) And The Polygraph" Working Paper, Counseling and Consultation Services, Inc. Limestone, TN.
- [15] Fransisco Lacerda. 2009. "LVA-Technology The Illusion Of Lie Detection" Proceedings Fonetik, Department of Linguistics, Stockholm University.
- [16] Hopkins C.S., R. J. Ratley, D. S. Benincasa, J. J. Grieco, 2005 "Evaluation of Voice Stress Analysis Technology" US Air Force Research Laboratory, under contract to the US National Institute for Justice. - Rome, NY, IEEE. DOI: 10.1109/HICSS.2005.254.
- [17] Frank Horvath Ph.D. 2002. "The Accuracy Of Auditors And Layered Voice Analysis (LVA) Operators' Judgments Of Truth And Deception During Police Questioning", Journal of Forensic Sciences. Vol. 58, Issue 2.
- [18] Christin Kirchhübel & David M Howard, July 9-14. 2011 "Investigating The Acoustic Characteristics Of Deceptive Speech" Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics: 9th International Conference, EPCE 2011, Held as Part of HCI International 2011, Orlando, FL, USA., Proceedings (pp.28-37).
- [19] Savita Sondhi, dkk., 2016. "Voice Analysis For Detection Of Deception Knowledge, Information And Creativity Support Systems (KICSS)", IEEE. DOI: 10.1109/KICSS.2016.7951455.
- [20] Nazir, M. 2003. "Metode Penelitian". Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [21] Dahlan, M.S. 2009. "Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan", Edisi 4 (Deskriptif, Bivariat dan Multivariat, dilengkapi Aplikasi dengan Menggunakan SPSS). Jakarta: Salemba Medika.
- [22] Idrus Alwi. "Kriteria Empirik Dalam Menentukan Ukuran Sampel Pada Pengujian Hipotesis Statistika Dan Analisis Butir", Jurnal Formatif 2(2): 140-148 ISSN: 2088-351X.