

SISTEM KEAMANAN BERBASIS SUARA

VOICE-BASED SECURITY SYSTEM

Nana Nurhidayah¹⁾ dan Agus Purwanto²⁾

Mahasiswa Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta¹⁾ dan

Dosen Prodi Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta²⁾

nana_nurhidayah94@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter fisis suara peneliti yang dapat membedakan suara tersebut dengan suara lainnya dan mengetahui persentase keberhasilan dari sistem keamanan berbasis suara yang dibuat. Spektrum gelombang suara dianalisis menggunakan persamaan *Discrete Fourier Transform* (DFT). Sistem keamanan berbasis suara ini bekerja dengan cara merekam suara, menyaringnya menggunakan filter *Finite Impulse Response* (FIR) dengan jenis *lowpass filter*, mencari nilai korelasi maksimumnya dengan data referensi, dan memberi keputusan apakah suara tersebut mendapatkan akses ataupun tidak. Semua proses tersebut dilakukan secara otomatis oleh *software Matlab R2008a* dan ditampilkan hasilnya menggunakan indikator LED. Hasil analisis parameter fisis suara peneliti menunjukkan bahwa frekuensi nada dasar suara peneliti (f_0), frekuensi nada atas pertama (f_1), dan frekuensi nada atas keduanya (f_2) berturut-turut saat mengucapkan huruf “g” secara normal mayoritas mendekati 200 Hz, 400 Hz, dan 600 Hz, dengan $A_1 > A_0 > A_2$. A_0 merupakan amplitudo pada f_0 , A_1 merupakan amplitudo pada f_1 , dan A_2 merupakan amplitudo pada f_2 . Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap 50 sampel suara peneliti dan 50 sampel suara orang lain, menunjukkan bahwa persentase keberhasilan dari sistem ini adalah 100%.

Kata kunci: Sistem Keamanan, Suara, Korelasi, *Discrete Fourier Transform* (DFT), dan Filter *Finite Impulse Response* (FIR)

Abstract

This research was aimed to obtain the physical parameter of researcher's voice that could distinguish it from another voice and determined the percentage of success of voice-based security system. The spectrum of sound waves was obtained using Discrete Fourier Transform (DFT). This voice-based security system worked by recording voice, filtering it using Finite Impulse Response (FIR) filter of lowpass type, calculating the maximum correlation values with reference data, as well as giving a decision whether the voice was gaining access to the security system or not. All of these processes were done automatically by Matlab R2008a software and displayed the result using LED indicator. The result of the physical parameter of the researcher's voice showed that the fundamental frequency (f_0), the first overtone frequency (f_1), and the second overtone frequency (f_2) when the researcher said “g” normally majority approaching 200 Hz, 400 Hz, and 600 Hz with $A_1 > A_0 > A_2$. A_0 was amplitude of f_0 , A_1 was amplitude of f_1 , and A_2 was amplitude of f_2 . The test results that have been conducted on 50 samples of researcher's voice and 50 samples of other voices, showed that the percentage of success of the voice-based security system was 100%.

Keywords: Security system, Voice, Correlation, *Discrete Fourier Transform* (DFT), and *Finite Impulse Response* (FIR) filter

I. PENDAHULUAN

Suara merupakan unsur fundamental dalam komunikasi lisan antar makhluk hidup, tak terkecuali manusia. Pada proses produksi suara manusia, udara masuk ke paru-paru

melalui pernapasan. Udara tersebut kemudian masuk ke tenggorokan melalui trakea. Di dalam tenggorokan, terdapat pita suara yang dapat bergetar dengan frekuensi tertentu, bila terdapat aliran udara. Getaran pita suara tersebutlah

yang menghasilkan suara. Suara yang dihasilkan berbeda frekuensinya tergantung pada posisi mulut, lidah, bibir, langit-langit, dan sebagainya.

Secara fisis, suara merupakan suatu sinyal yang merambat melalui media perantara, seperti zat padat, cair, atau gas. “Suara merupakan produk akhir akustik dari suatu sistem yang lancar, seimbang, dinamis dan saling terkait, melibatkan respirasi, fonasi, dan resonansi” (Manora Nababan, 2009: 1).

Setiap orang memiliki suara yang berbeda. Meskipun memiliki ikatan darah atau bahkan terlahir kembar, suara yang dimiliki tetap berbeda. Hal tersebut merupakan identitas tiap orang. Suara yang berbeda diindikasikan memiliki ciri khas atau karakter fisis tertentu yang menyebabkan suara tersebut dapat dikenali. Suara dapat dianalisis dan diekstraksi unsur-unsur penyusunnya, sehingga dapat dicari karakter fisis suara tersebut.

Selain untuk berkomunikasi, suara dapat dimanfaatkan untuk hal lain, salah satunya menjadi dasar suatu sistem keamanan. Karakter suara tiap orang yang berbeda, memungkinkan sistem keamanan yang canggih dapat diciptakan. Seperti yang telah kita ketahui, keamanan merupakan faktor penting dalam kehidupan manusia. Semakin merebaknya kriminalitas di lingkungan masyarakat, menyebabkan pentingnya sistem keamanan yang kuat, terlebih untuk menjaga barang berharga. Dalam era modern seperti ini, sistem keamanan dapat dipercayakan kepada sebuah mesin. Mesin tersebut yang menentukan seseorang mendapatkan akses ataupun tidak. Sistem keamanan yang telah berkembang,

antara lain kunci sandi, pemindai *barcode*, sidik jari, retina, dan sebagainya.

Dalam pembuatan sistem keamanan berbasis suara, sebuah sampel suara digunakan sebagai data referensi dan minimal sebuah sampel suara digunakan sebagai data pembanding. Dalam penelitian ini, rekaman suara peneliti yang mengucapkan huruf “g” dengan konstan selama dua detik, dijadikan sebagai data referensi. Sedangkan data pembanding didapatkan dari berbagai sampel suara yang mengucapkan huruf tersebut secara normal. Data pembanding berasal dari suara siapapun termasuk suara peneliti. Penelitian ini menggunakan *software Matlab R2008a* untuk merekam dan menganalisis suara, menyimpan data referensi, menyelesaikan operasi matematis, membandingkan data referensi dengan data pembanding, serta menampilkan hasilnya.

Seseorang yang memiliki karakter suara tertentu dan mengucapkan kata tertentu, menghasilkan suatu spektrum tertentu. Metode yang sesuai digunakan untuk mengolah informasi-informasi yang terkandung dalam suara tersebut. Informasi-informasi yang dihasilkan dari suatu suara mengandung karakter fisis yang membedakan suara tersebut dengan suara lainnya.

Sistem keamanan yang telah terbangun, akan merekam suara masukan baru dan mencocokkannya dengan data referensi. Hasil dari operasi yang dilakukan oleh *software* tersebut, menentukan apakah suara yang dikeluarkan seseorang dapat diterima dan mendapatkan akses ke dalam sistem keamanan tersebut ataupun tidak.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2015 hingga April 2016 di Laboratorium Gelombang Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY, perpustakaan Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY, anjungan dekanat selatan FMIPA UNY, taman Rektorat UNY, dan kos Karangmalang Blok E No. 9, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta.

B. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perekaman Suara

Proses perekaman suara menggunakan sebuah *headphone*, sebuah laptop Hewlett-Packard Compaq 510, dan *software Matlab R2008a*.

2. Rangkaian *Audio Power Amplifier*

Untuk menampilkan hasil analisis *Matlab* menggunakan indikator LED, digunakan rangkaian *audio power amplifier*. Komponen yang digunakan dalam membangun rangkaian tersebut, antara lain sebuah IC LM386, kapasitor 10 μF , 220 μF , 1 μF , 100 nF, dan 50 nF masing-masing satu buah, resistor 10 k Ω , 1200 Ω , dan 10 Ω masing-masing satu buah, empat buah diode 1N4002, sebuah LED putih nyala merah 5 mm, sebuah *bracket* LED 5 mm, sebuah *push button on off*, sebuah baterai 9 V, dan kabel penghubung.

C. Teknik Pengambilan Data

1. Perekaman sampel suara peneliti sebagai data referensi

Proses rekaman dilakukan menggunakan laptop dengan bantuan *software Matlab R2008a*. *Microphone* sebagai alat perekam dihubungkan ke laptop pada *port* mikrofon. Pada program *Matlab*, *sampling rate* diatur pada 44100 Hz. Peneliti mengucapkan huruf “g” dengan konstan selama dua detik dan direkam. Rekaman tersebut dijadikan sebagai data referensi yang akan digunakan sebagai dasar (*pattern* yang dijadikan acuan) dari sistem keamanan tersebut. Hasil dari rekaman akan tersimpan dengan format *.wav*.

2. Perekaman sampel suara pembanding (data pembanding)

Pada dasarnya, teknis perekaman ini sama dengan perekaman sampel suara peneliti yakni menggunakan laptop, *microphone*, dan *software Matlab R2008a*, namun suara yang direkam merupakan suara seseorang yang mengucapkan huruf “g” secara normal. Sampel suara yang digunakan merupakan suara peneliti dan orang lain yang dipilih secara acak. Sampel suara tersebut akan dijadikan sebagai data pembanding dalam pencarian parameter fisis suara peneliti.

3. Melakukan pengujian sistem keamanan berbasis suara

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian ini. Seperti pada perekaman sebelumnya, *microphone* sebagai alat perekam dihubungkan ke laptop pada *port* mikrofon. Sedangkan *port headset* pada laptop dihubungkan ke rangkaian *audio power amplifier* yang telah dihubungkan dengan *push button*. Sistem keamanan berbasis suara yang telah dibangun, diuji coba menggunakan beberapa sampel suara acak untuk mengetahui persentase keberhasilan dari sistem keamanan ini.

D. Teknik Analisis Data

1. Membuat spektrum suara

Spektrum suara dapat dibuat dengan menggunakan persamaan *Discrete Fourier Transform* (DFT). Persamaan tersebut dapat diselesaikan menggunakan *software Matlab R2008a*. Untuk menguji program *Matlab* yang telah dibuat, spektrum frekuensi suara yang dihasilkan oleh *software* ini akan dibandingkan komposisinya dengan spektrum frekuensi suara hasil analisis *software SpectraPLUS 5.0*. Spektrum suara ini digunakan untuk menganalisis parameter fisis suara peneliti, yang membedakannya dengan suara orang lain.

2. Menentukan korelasi menggunakan *software Matlab R2008a*

Suara peneliti yang mengucapkan huruf “g” dengan konstan selama dua detik

direkam dan dijadikan sebagai data referensi. Data tersebut dikorelasikan dengan data pembanding yang berupa suara seseorang yang mengucapkan huruf yang sama secara normal menggunakan *software Matlab R2008a*. Data pembanding digeser sebanyak empat periode dan hasil pergeserannya dikalikan dengan data referensi kemudian dijumlahkan. Hasilnya dibuat grafik hubungan pergeseran dengan nilai korelasi. Sumbu-x merupakan besar pergeseran dan sumbu-y merupakan nilai korelasi.

3. Menghitung persentase keberhasilan sistem keamanan berbasis suara

Sistem keamanan yang telah dibangun diuji coba sebanyak 100 kali dengan rincian 50 kali diuji menggunakan suara peneliti dan 50 kali menggunakan suara orang lain secara acak, namun semuanya tetap mengucapkan huruf yang sama secara normal. Hasilnya dinyatakan dalam persentase. Sistem keamanan ini dikatakan berhasil bila menerima suara peneliti yang mengucapkan huruf “g” dan menolak suara orang lain yang mengucapkan huruf tersebut secara normal. Semakin besar persentase keberhasilannya, maka semakin baik sistem keamanan tersebut.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Analisis *Discrete Fourier Transform* (DFT)

Berikut adalah frekuensi penyusun data referensi:

Tabel 1. Frekuensi Penyusun Suara “g” Data Referensi

	f (Hz)	Amplitudo	Rasio Amplitudo
f_0	200	0.1028	26
f_1	399.9	0.3098	80
f_2	591.6	0.06574	17
f_3	791.5	0.009946	2
f_4	991.5	0.01136	3
f_5	1100	0.003868	1
f_6	1583	0.007893	2
f_7	1783	0.01862	5
f_8	1983	0.03428	9
f_9	2183	0.008942	2
f_{10}	2575	0.009269	2

Dari tabel tersebut tampak bahwa rasio amplitudo terbesar dari spektrum data referensi terletak pada frekuensi 200 Hz; 399,9 Hz; dan 591,6 Hz dengan $A_1 > A_0 > A_2$. A_0 merupakan amplitudo pada f_0 , A_1 merupakan amplitudo pada f_1 , dan A_2 merupakan amplitudo pada f_2 .

Selain data referensi, data pembanding juga dianalisis spektrumnya menggunakan persamaan tersebut. Untuk data pembanding berupa suara peneliti mengucapkan huruf “g” dengan normal, frekuensi penyusunnya mayoritas mendekati 200 Hz, 400 Hz, dan 600 Hz dengan rasio amplitudo sebagai berikut:

Tabel 2. Rasio Amplitudo Gelombang Suara Peneliti

No.	Sampel Suara Peneliti	RASIO AMPLITUDO DENGAN FILTER FIR HANNING		
		f_0	f_1	f_2
1	Sampel 1	5.87686	13.1776	1
2	Sampel 2	6.96855	24.9458	1
3	Sampel 3	4.75948	11.9611	1
4	Sampel 4	4.29691	15.5515	1
5	Sampel 5	5.23807	19.3001	1
6	Sampel 6	5.81156	15.5967	1
7	Sampel 7	4.1176	14.5179	1
8	Sampel 8	6.56366	24.0581	1
9	Sampel 9	5.50494	17.2119	1
10	Sampel 10	4.66955	8.93404	1

Tabel 2 menunjukkan bahwa suara “g” normal peneliti juga memiliki rasio amplitudo $A_1 > A_0 > A_2$. Hal tersebut membuktikan bahwa suara “g” yang diucapkan oleh orang yang sama memiliki frekuensi penyusun dan rasio amplitudo yang hampir sama. Hal yang menyebabkan nilai frekuensi dan rasio amplitudonya tidak konstan adalah ketidakkonsistenan peneliti dalam mengucapkan huruf “g” secara normal dan adanya suara orang lain yang amplitudonya cukup besar dan ikut terekam.

Sedangkan hasil analisis spektrum suara orang lain mengucapkan huruf “g” dengan normal, frekuensi penyusun dan rasio amplitudonya berbeda-beda.

B. Sistem Keamanan Berbasis Suara

Berikut adalah sistem keamanan berbasis suara yang dibangun:



Gambar 1. Sistem Keamanan Berbasis Suara

Sistem keamanan ini menerapkan prinsip korelasi, yakni mencari kesamaan antara dua buah sinyal. Nilai korelasi maksimum antara data referensi dengan suara “g” normal peneliti mayoritas di atas 100. Sedangkan nilai korelasi maksimum antara data referensi dengan suara “g” normal orang lain mayoritas di bawah 100. Oleh karena itu, batas minimum dari nilai korelasi maksimum yang digunakan dalam sistem tersebut adalah 100.

Sistem ini telah diuji di berbagai tempat, baik *indoor* maupun *outdoor* dengan *noise* yang berbeda-beda. Sistem ini juga telah diuji cobakan dengan suara peneliti saat peneliti mengalami batuk kering maupun batuk disertai flu yang menyebabkan perubahan suara. Hasilnya, sistem ini dapat meloloskan suara peneliti dan menolak suara orang lain. Selain itu, sistem ini juga diuji cobakan dengan rekaman suara peneliti. Hasilnya, sistem menolak data suara tersebut karena nilai korelasinya di bawah 100.

Hal tersebut baik bagi sistem keamanan, karena dapat meminimalisasi adanya penyalahgunaan dari rekaman suara peneliti.

Pengujian sistem keamanan berbasis suara yang dilakukan pada 50 sampel suara peneliti, semuanya berhasil menyalakan LED dan nilai korelasi maksimumnya di atas 100. Sedangkan pengujian yang dilakukan pada 50 sampel suara orang lain yang dipilih secara acak, semuanya tidak berhasil menyalakan LED dan nilai korelasi maksimumnya di bawah 100. Sehingga, persentase keberhasilan dari pengujian sistem keamanan berbasis suara ini adalah 100%. Pengujian tersebut dilakukan di berbagai tempat dan kondisi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Parameter fisis yang dapat membedakan suara peneliti dengan suara lainnya adalah frekuensi penyusun dan rasio amplitudo dari gelombang suara tersebut. Frekuensi nada dasar suara peneliti saat mengucapkan huruf “g” secara normal (f_0) mayoritas adalah 200 Hz, frekuensi nada atas pertamanya (f_1) mayoritas mendekati 400 Hz, dan frekuensi nada atas keduanya (f_2) mayoritas mendekati 600 Hz, dengan $A_1 > A_0 > A_2$. A_0 merupakan

amplitudo pada f_0 , A_1 merupakan amplitudo pada f_1 , dan A_2 merupakan amplitudo pada f_2 .

2. Persentase dari keberhasilan sistem keamanan berbasis suara yang dibuat berdasarkan pengujian yang telah dilakukan terhadap 50 sampel suara peneliti dan 50 sampel suara orang lain adalah 100%.

B. Saran

Penelitian ini hanya menitikberatkan pada sistem keamanan berbasis suara yang menerapkan

prinsip korelasi silang antara data referensi dengan suara seseorang yang mengucapkan huruf "g" secara normal. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk sistem keamanan berbasis suara yang menggunakan parameter fisis suara seseorang, agar dapat mengenali orang tersebut tanpa dibatasi huruf, kata, atau kalimat tertentu yang harus diucapkan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manora Nababan. (2009). Suara Parau. Pekanbaru: University of Riau