



JESCE

(Journal of Electrical and System Control Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>

Deteksi Kelas Ruang Berdasarkan Reverberation Time dengan Metode Linear Predictive Coding (LPC) dan K-Nearest Neighbor (KNN)

Room Class Detection Based on Reverberation Time with Linear Predictive Coding (LPC) and K-Nearest Neighbor (KNN) Methods

Muhammad Tsabit Imanadi¹⁾ *, Koredianto Usman²⁾, Bambang Hidayat³⁾

1),2),3) Telkom University, Indonesia

Diterima: 22 Mei 2022; Direview: 24 Mei 2022; Disetujui: 02 Oktober 2022

*Corresponding Email: tsabitimanadi@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Identifikasi kelas ruangan dari bukti file percakapan dapat menjadi salah satu alat bantu dalam berbagai keperluan seperti dalam dunia kepolisian. Penentuan kelas ruangan dari rekaman dapat menjadi petunjuk tambahan dalam olah kejadian perkara. Salah satu cara kepolisian dalam mengidentifikasi kelas ruangan adalah dengan cara membuat sistem deteksi kelas ruangan. Kelas ruangan dapat ditentukan dengan mengukur reverberation time menggunakan algoritma LPC dengan mengekstraksi ciri data latih berupa audio. Setelah didapatkan cirinya, sistem akan menyimpan ciri tersebut dalam bentuk dataset untuk dilakukan pengujian. Kemudian, data uji yang belum diketahui kelas ruangnya di-input-kan ke dalam sistem pengujian. KNN akan mengklasifikasi data uji tersebut berdasarkan dataset yang telah dilatih sebelumnya. Proses terakhir sistem akan mengeluarkan nilai akurasi dan waktu komputasi dari pengujian sistem. Penelitian ini menggunakan software perhitungan MATLAB sebagai proses perhitungan dan simulasi, dengan menggunakan 63 data latih dan 18 data uji. Akurasi pengujian sistem untuk deteksi kelas ruangan berdasarkan reverberation time menggunakan metode LPC dan KNN telah dihasilkan angka dengan nilai akurasi terbesar yaitu 83,33% dan waktu komputasi selama 4,94657 detik dengan nilai K 3, orde LPC 12, jumlah frame 240, dan window Hanning.

Kata Kunci: Reverberation Time; Linear Predictive Coding; K-Nearest Neighbor.

Abstract

Identification of the size of the evidence file conversation can be one of the tools for various purposes such as in the police world. Determining the class of the room from the recording can be an additional clue in case processing. One way for the police to identify the class of a room is by creating a room class detection system. The class of the room can be determined by measuring the reverberation time using the LPC algorithm by extracting the characteristics of the training data in the form of audio. After obtaining the characteristics, the system will store these characteristics in the form of a dataset for testing. Then, the test data for which the room class is not yet known is inputted into the test system. KNN will classify the test data based on the previously trained dataset. The last process of the system will issue the value of accuracy and computational time from system testing. This study uses MATLAB calculation software as a calculation and simulation process, using 63 training data and 18 test data. The accuracy of the system test for detecting room class based on reverberation time using the LPC and KNN methods has resulted in a number with the largest accuracy value of 83.33% and computation time along 4,94657 seconds with a K value of 3, LPC order of 12, number of frames 240, and the Hanning window.

Keywords: Reverberation Time; Linear Predictive Coding; K-Nearest Neighbor.



PENDAHULUAN

Tingkat kejahatan semenjak masa pandemi meningkat secara signifikan [1]. Hal yang menjadi penyebab meningkatnya kejahatan adalah sebagian kalangan tidak dapat memenuhi kebutuhan hidupnya akibat pemutusan hak kerja yang terjadi hampir di semua perusahaan seluruh dunia [2]. Akibatnya, sejumlah individu akan merencanakan aksinya untuk mendapatkan penghasilan.

Investigasi pelaku dapat dilakukan mengidentifikasi suatu ruangan tempat kejadian perkara dengan mengumpulkan bukti berupa data suara. Suara yang diinvestigasi didapat dari bukti rekaman suara kejahatan ketika sedang melakukan aksinya dalam suatu ruangan. Data suara tersebut dapat menentukan kelas ruangan berdasarkan reverberation time.

Penelitian ini menggunakan metode *Linear Predictive Coding* (LPC) sebagai feature extraction dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) sebagai classifier dalam mengukur reverberation time. Perancangan tugas akhir ini untuk menentukan kelas ruang kecil, ruang sedang, dan ruang besar.

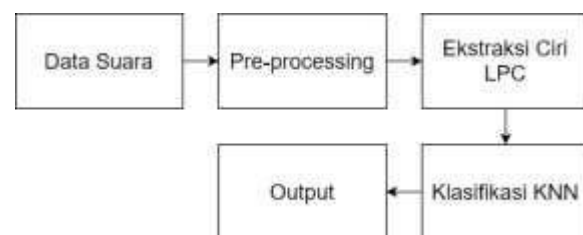
Suara dapat dianalisis dalam klasifikasi emosi manusia berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sintikhe [3] menggunakan LPC sebagai ekstraksi ciri dan *Particle Swap Optimization* sebagai algoritm klasifikasi

didapatkan nilai akurasi sebesar 75%. Penelitian identifikasi suara juga dilakukan oleh Ikhwannul [4] pada suara tangisan bayi menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Mel Frequency Ceptral Coefficient* (MFCC) sebagai ekstraksi ciri dan *Euclidean Distance* sebagai klasifikasi didapatkan nilai akurasi system 90%.

Penelitian yang dilakukan oleh Fransiskus [5] dalam mendeteksi kualitas pemasangan ubin menggunakan *Zero Crossing Rate* (ZCR) dan LPC sebagai ekstraksi ciri suara dan KNN sebagai klasifikasi mendapatkan nilai akurasi rata-rata 93,33%.

METODE PENELITIAN

Rancangan sistem ini akan dijelaskan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Desain Sistem

A. Akuisisi Data

Akuisisi data dilakukan pada tahap awal untuk memperoleh data. Data suara menggunakan 2 orang laki-laki dan 1 orang perempuan. Pembagian data dibagi menjadi 63 data latih dan 18 data uji dengan masing- masing kelas yaitu ruang

besar (RB), ruang sedang (RS), dan ruang kecil (RK). Setiap kelas memiliki jumlah 27 data dengan pembagian 18 data latih dan 9 data uji. Masing-masing ruang kecil, ruang sedang, dan ruang besar didapatkan ukurannya dan diambil dari ruang kamar mandi seperti Gambar 2., ruang kamar kosan seperti pada Gambar 3., dan Gedung Student Center Telkom University seperti pada Gambar 4.. Data diambil menggunakan spesifikasi *microphone mono condenser* dengan polarisasi *unidirectional*. Software yang digunakan untuk proses pengambilan data yaitu Fruity Loops Studio 12 dengan format data “.wav” dan frekuensi sampling 44.100 Hz.



Gambar 2. Ruang Kamar Mandi Sebagai Kelas Ruang Kecil



Gambar 3. Ruang Kamar Kosan Sebagai Kelas Ruang Sedang



Gambar 4. Gedung Student Center Telkom University Sebagai Kelas Ruang Besar

B. Pre-processing

Menurut Rabiner dan Juang [6], *pre-processing* dibagi menjadi 3 tahap yaitu:

1) Noise Elimination

Proses ini menghilangkan noise atau sinyal yang tidak diinginkan.

2) Signal Enhancement

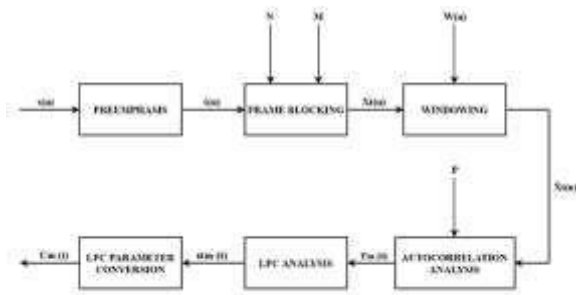
Proses ini bertujuan untuk membuat *peak* pada *formant* sinyal audio menjadi lebih memuncak.

3) Signal Preemphasis

Proses ini memadankan kemiringan spektral yang ada pada sinyal suara.

C. Ekstraksi Ciri Linear Predictive Coding (LPC)

LPC mengekstraksi ciri dengan memperkirakan *peak* sinyal yang dihasilkan dari resonansi akustik. Dalam proses pengkodean sinyal analog suara manusia, LPC melakukan beberapa langkah seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Blok LPC dalam Proses Audio

Langkah-langkah dalam metode LPC menurut Rabiner, Juang pada Gambar 5. adalah sebagai berikut:

- Preemphasis* adalah suatu filter *Finite Impulse Response* (FIR) yang berfungsi meloloskan frekuensi tinggi. *Preemphasis* bertujuan agar naik turunnya frekuensi tinggi dan rendah menjadi lebih halus [7].
- Frame Blocking* bertujuan untuk membagi N sampel kedalam M frame agar sinyal yang masuk tidak ada yang hilang (*lossy*).
- Windowing* merupakan langkah untuk membatasi diskontinuitas sinyal di setiap awal dan akhir *frame* dengan membuat *window* pada masing- masing *frame*.
- Autocorrelation Analysis* bertujuan agar setiap *frame* di berikan autokorelasi.
- LPC Analysis* merupakan langkah untuk mengubah nilai autokorelasi setiap *frame* menjadi *LPC parameter set* seperti koefisien pantul, koefisien LPC, koefisien *cepstral*, dan

koefisien perbandingan area logaritmik.

- LPC Parameter Conversion* dapat langsung menurunkan satu set koefisien LPC dari LPC parameter set yaitu *koefisien cepstral*. Perubahan parameter ini bertujuan untuk mempertahankan kinerja sistem dan mempertahankan hasil terhadap *noise*.

D. Klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN)

Pada dasarnya, klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor* (KNN) menghitung jarak antar data pada dataset. Diagram blok dalam klasifikasi KNN dapat dilihat pada Gambar 6.

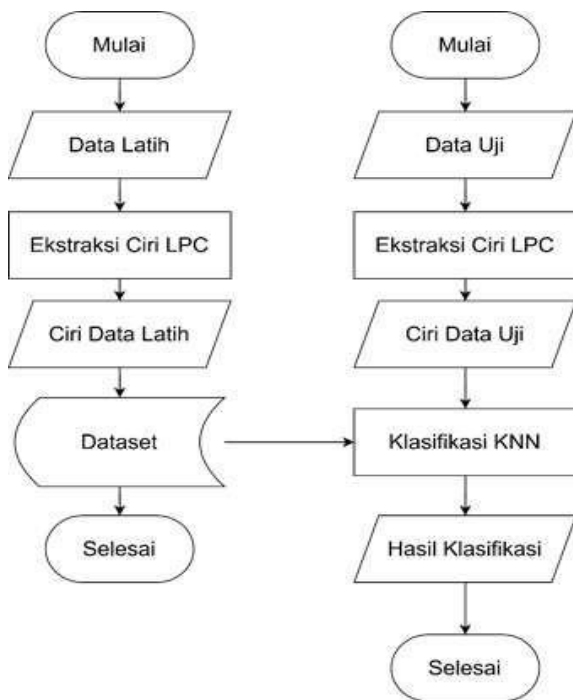


Gambar 6. Diagram Blok K-Nearest Neighbor

E. Desain Perancangan Sistem

Rancangan sistem ini dibagi menjadi dua langkah yaitu sistem pelatihan dan

sistem pengujian. Sistem ini akan mengeluarkan output berupa nilai akurasi dan waktu komputasi sesuai dari data yang diujikan dan nilai akurasi pengujian sistem. Diagram blok perancangan sistem dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Blok Rancangan Sistem Data Latih dan Data Uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

Format hasil penelitian dan pembahasan tidak dipisahkan, mengingat jumlah halaman yang tersedia bagi penulis terbatas. Manuskrip ditulis dengan kerapatan baris 1,5 spasi, huruf Cambria Dalam pengujian ini menggunakan tiga skenario pengujian dengan orde LPC 8, 10, 12, window Hanning, Blackman, dan Chebwin, serta menggunakan jumlah frame 30, 90, 120, 180, 240, 480, dan 520.

Perbedaan ketiga skenario yaitu nilai KNN sama dengan 1 untuk skenario pertama, nilai KNN 3 untuk skenario kedua, dan nilai KNN 5 untuk skenario ketiga. Hasil pengujian sistem terbaik untuk skenario pertama dapat dilihat pada Tabel 1. dan Tabel 2., serta Gambar 8. Dan Gambar 9. Hasil pengujian sistem terbaik untuk skenario kedua dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 4. serta Gambar 10. dan Gambar 11. Untuk hasil pengujian skenario ketiga dapat dilihat pada Tabel 5. dan Tabel 6., serta Gambar 12. dan Gambar 13.

Tabel 1. Nilai Akurasi pada Orde LPC 10

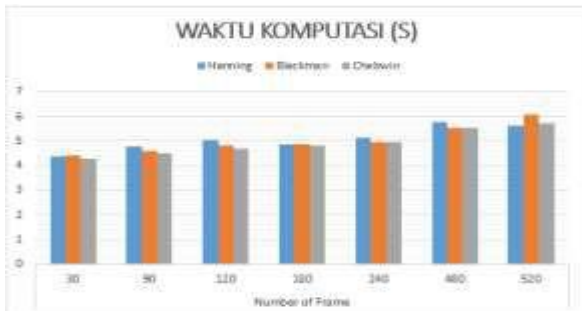
	ORDE LPC 10						
	Number of Frame						
	30	90	120	180	240	480	520
Hanning	61,11 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %	61,11 %	66,67 %	66,67 %
Blackman	61,11 %	66,67 %	61,11 %	66,67 %	61,11 %	72,22 %	66,67 %
Chebwin	77,78 %	66,67 %	61,11 %	72,22 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %

Tabel 2. Waktu Komputasi pada Orde LPC 10

	ORDE LPC 10						
	Number of Frame						
	30	90	120	180	240	480	520
Hanning	4,3761 39	4,7825 44	5,0277 39	4,8476 41	5,1223 26	5,7784 14	5,6065 94
Blackman	4,4350 83	4,5771 98	4,8124 25	4,8463 59	4,9725 71	5,5482 15	6,0978 61
Chebwin	4,2593 11	4,4962 34	4,6660 17	4,8002 58	4,9546 92	5,5154 98	5,7299 29



Gambar 8. Grafik Akurasi pada Orde LPC 10



Gambar 9. Grafik Waktu Komputasi pada Orde LPC 10

Tabel 3. Nilai Akurasi pada Orde LPC 12

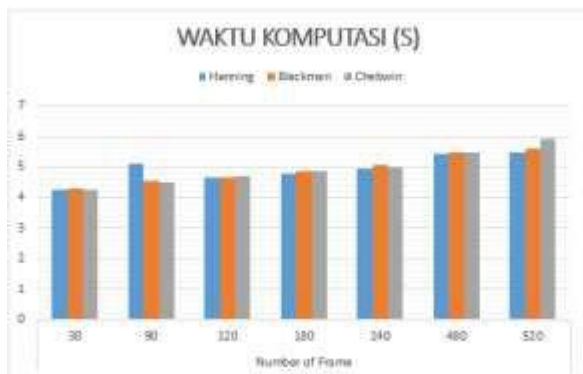
ORDE LPC 12							
	Number of Frame						
	30	90	120	180	240	480	520
Hanning	77,78%	66,67%	72,22%	72,22%	83,33%	72,22%	77,78%
Blackman	77,78%	66,67%	72,22%	66,67%	77,78%	72,22%	77,78%
Chebwin	77,78%	72,22%	66,67%	66,67%	83,33%	72,22%	77,78%

Tabel 4. Waktu Komputasi pada Orde LPC 12

ORDE LPC 12							
	Number of Frame						
	30	90	120	180	240	480	520
Hanning	4,2453	5,1009	4,6430	4,7920	4,9465	5,4304	5,4887
g	17	44	95	21	7	Chart Area	19
Blackm	4,2947	4,5482	4,6619	4,8417	5,0498	5,4875	5,5878
an	39	29	24	27	2	68	38
Chebwi	4,2312	4,4930	4,7053	4,8534	4,9907	5,4785	5,9749
a	32	66	95	13	52	57	81



Gambar 10. Grafik Akurasi pada Orde LPC 12



Gambar 11. Grafik Waktu Komputasi pada Orde LPC 12

Tabel 5. Nilai Akurasi pada Orde LPC 8

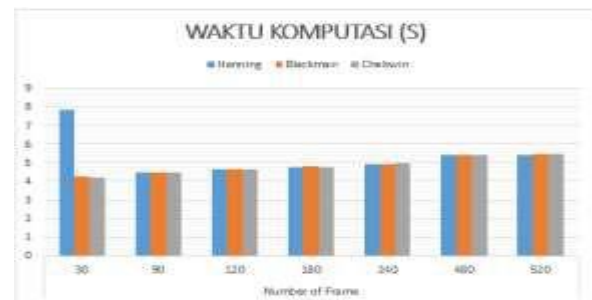
ORDE LPC 8							
	Number of Frame						
	30	90	120	180	240	480	520
Hanning	72,22%	72,22%	72,22%	72,22%	77,78%	83,33%	83,33%
Blackman	72,22%	72,22%	66,67%	77,78%	77,78%	83,33%	77,78%
Chebwin	72,22%	77,78%	72,22%	72,22%	77,78%	72,22%	77,78%

Tabel 6. Waktu Komputasi pada Orde LPC 8

ORDE LPC 8							
	Number of Frame						
	30	90	120	180	240	480	520
Hanning	4,8641	4,4877	4,6382	4,7458	4,9158	5,4153	5,4608
g	68	71	04	16	2	64	75
Blackm	4,2757	4,4868	4,6650	4,8086	4,9629	5,4408	5,5024
an	39	53	1	15	97	15	51
Chebwi	4,2280	4,5150	4,6527	4,7971	4,9690	5,4515	5,5090
a	66	22	21	2	97	55	48



Gambar 12. Grafik Akurasi pada Orde LPC 8



Gambar 13. Grafik Waktu Komputasi pada Orde LPC 8

Untuk pengujian pada skenario pertama, hasil akurasi terbesar dengan waktu komputasi tercepat terjadi pada orde LPC 10, window Chebwin, dan jumlah frame 30 didapatkan nilai 77,78% dengan

waktu komputasi selama 4,259311 detik. Pada pengujian skenario kedua, hasil akurasi terbesar dengan waktu komputasi tercepat terjadi pada orde LPC 12, *window Hanning*, dan jumlah *frame* 240 didapatkan nilai 83,33% dengan waktu komputasi selama 4,94657 detik. Pada pengujian skenario ketiga, terjadi pada orde LPC 8, *window Hanning*, dan jumlah *frame* 480 didapatkan nilai akurasi terbesar 83,33% dengan waktu komputasi tercepat 5,415364 detik.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis ketiga pengujian sistem deteksi kelas ruangan menggunakan metode ekstraksi ciri LPC dan klasifikasi KNN, dapat disimpulkan bahwa akurasi terbaik mencapai nilai terbesar yaitu 83,33% dengan waktu komputasi tercepat selama 4,94657 detik. Beberapa faktor parameter yang digunakan dapat mempengaruhi kinerja sistem yaitu nilai koefisien K sama dengan 3, orde LPC 12, menggunakan *window Hanning* dengan jumlah *frame* sebanyak

240. Proses *processing* audio dapat mempengaruhi kualitas audio dan proses deteksi ukuran ruangan dalam menentukan hasil akurasi terbesar.

DAFTAR PUSTAKA

- Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Indonesia, "Cyber Crime Meningkat Tajam di Masa Pandemi," 16 Juli 2021. [Online]. Available: <https://fisip.ui.ac.id/bhakti/cybercrime-menjadi-jenis-kejahatan-yang-mengalami-peningkatan-cukup-tinggi/>.
- Laia, F.F., (2018), Deteksi Kualitas Pemasangan Ubin Berbasis Ekstraksi Ciri ZCR (Zero Crossing Rate) dan LPC (Linear Predictive Coding) dengan Klasifikasi K-Nearest Neighbor, Bandung: Universitas Telkom, 2018.
- Lawrence Rabiner, B.H.J., (1993), Fundamental of Speech Recognition, Englewood Cliffs: PTR Prentice-Hall, Inc., 1993.
- Mcloughlin, I., (2019), Applied Speech and Audio Processing, New York: Cambridge University Press, 2009.
- Razik, M. I. (2019), Identifikasi Suara Tangisan Bayi Dengan Metode Discrete Wavelet Transform, Mel Frequency Cepstral Coefficient Dan Principal Component Analysis, Bandung: Universitas Telkom.
- Sihombing, S. F., (2020), Klasifikasi Emosi Manusia Melalui Sinyal Bicara Menggunakan Linear Predictive Coding (LPC) dengan Metode Particle Swarm Optimization, Bandung: Universitas Telkom.
- Universitas Al Azhar Indonesia, "Pakar Hukum: Penyebab Kejahatan Meningkat Akibat Banyaknya PHK di Tengah Pandemi COVID-19," 30 April 2020. [Online]. Available: <https://uai.ac.id/pakar-hukum-penyebab-kejahatan-meningkat-akibat-banyaknya-phk-di-tengah-pandemi-covid-19/>.