ANALISIS PENENTUAN NADA DASAR GAMELAN MENGGUNAKAN METODE KLASTERING FUZZY C-MEANS

Wahyu Pika Suryanti[1], Pulung Nurtantio Andono[2]
Universitas Dian Nuswantoro, Ilmu Komputer, Teknik Informatika
Jl.Nakula 1 no. 5-11, Semarang, Jawa Tengah, 50131, (024) 3517261
E-mail : wahypika@gmail.com[1], maspapu@gmail.com[2]

Abstrak *- Gamelan merupakan sebuah alat musik tradisional yang dimiliki bangsa Indonesia. Dalam masyarakat Indonesia terutama budaya masyarakat tradisional jawa, gamelan ini memiliki peranan yang penting, mulai dari sarana hiburan sampai acara upacara adat yang berhubungan dengan kepentingan kepercayaan, gamelan ini sering terlibat didalamnya. Namun penelitian tentang musik tradisional jawa saat ini masih tertinggal dengan perkembangan penelitian musik barat. Oleh karena itu penelitian ini meneliti tentang nada dasar gamelan yang menggunakan salah satu instrument dari gamelan digunakan untuk mencari nada dasar.Pencarian nada dasar gamelan ini menggunakan metode klastering fuzzy c-means. Pencarian data dengan merekam suara gamelan dengan menggunakan alat perekam suara, selanjutnya data suara yang ada akan dipotong dan dilakukan ekstraksi suara data terlebih dahulu sebelum dikakukan pengelompokan. Metode ekstraksi ciri suara yang digunakan adalah zero crossing rate (ZCR). Setelah didapatkan nilai ciri kusus dari suara, data yang ada akan dianalisis dengan data mining menggunakan metode klastering fuzzy c-means. Hasil dari klastering fuzzy c-means selanjutnya akan dilakukan akurasi untuk mengetahui tingkat akurasi dari analisis nada dasar gamelan menggunakan metode klastering fuzzy c-means*

Kata Kunci*: gamelan, klatering fuzzy c-means, ZCR*

Abstract *- Gamelan is a traditional music instrument owned the Indonesian state. In the Indonesian people, especially traditional Javanese culture, the orchestra has an important role, ranging from entertainment to ceremonial events related to the interests of the trust, gamelan is often involved. However, research on the traditional music of Java is still lagging behind the development of western music research. Therefore, this study examines the basic tone gamelan instrument that uses one of the gamelan is used to search for the fundamental tone. The basic tone gamelan search using fuzzy c-means clustering. Data search with gamelan sound recording using a voice recorder, then the data existing sound will be cut off and the sound extraction of data before stiffened grouping. Voice characteristics extraction method used is the zero crossing rate (ZCR). Having obtained the characteristics specially value of sound, existing data will be analyzed with data mining using fuzzy c-means clustering. Results of fuzzy c-means clustering will be done to determine the accuracy of the accuracy of the analysis of the fundamental tone gamelan using fuzzy c-means clustering.*

Keyword : gamelan, clustering fuzzy c-means, ZCR

I. PENDAHULUAN

Gamelan merupakan sebuah alat musik tradisional yang dimiliki bangsa Indonesia. Dalam masyarakat Indonesia terutama budaya masyarakat tradisional jawa, gamelan ini memiliki peranan yang penting, mulai dari sarana hiburan sampai acara upacara adat yang berhubungan dengan kepentingan kepercayaan, gamelan ini sering terlibat didalamnya. Banyak intrumen yang dimiliki gamelan kurang lebih terdapat dua puluh jenis instrumen. Bila dihitung secara keseluruhan dapat mencapai jumlah kurang lebih tujuh puluh lima buah, tergantung pada kebutuhan dengan rincian bahwa setiap instrumen terdiri dari dua buah untuk masing-masing laras. [1].

Keunikan yang dimiliki gamelan adalah dalam hal laras (tangga nada) yang membedakan dengan tangga nada modern. Terdapat dua macam laras gamelan yaitu slendro dan pelog. Laras slendro adalah sistem yang terdiri dari lima nada dan laras pelog terdiri dari tujuh nada[2].

Gamelan dibuat secara manual dan ditera oleh pembuatnya dengan perasaan mereka sendiri berdasarkan pengalaman, akibatnya frekuensi di masing-masing instrumen gamelan tidak diatur dengan benar. Frekuensi dasar instrument gamelan sedikit berbeda dari satu gamelan dengan gamelan lainnya dan ini menyebabkan instrument gamelan misalkan demung 1 dan demung 2 akan memiliki perbedaan resolusi frekuensi yang tidak bisa dibedakan hanya melalui alat indera pendengaran manusia[3].

Beberapa penelitian sebelumnya[2] [5], yang meneliti tentang gamelan dan suara seperti pengukuran frekuensi pada nada dasar gamelan pada laras slendro yang menggunakan perangkat lunak Sound Forge. Dan penelitian suara yang menggunakan metode klastering untuk mengkalster amplitudo suara manusia yang masih memiliki kesamaan suara antara suara pria yang satu dengan pria yang lain dan wanita yang satu dengan wanita yang lain yang berbasis fuzzy c-means, dengan kelebihan fuzzy c-means yang memperbaiki pusat klaster dan nilai keanggotaan tiap data secara berulang ini membuat pusat klaster akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Sehingga penelitian ini fokus pada metode klaster fuzzy c-means pada data mining untuk mengelompokkan nada dasar yang ada pada gamelan dalam bentuk rekaman suara [6].

Dalam frekuensi terdapat nilai zero crossing rate yang merupakan sebuah indicator dimana energi sinyal terkonsentrasi di dalam spectrum suara. Zero crossing rate merupakan salah satu ekstraksi ciri untuk penentuan ciri khusus dari sebuah suara [7].

Sehingga tujuan dari penelitian ini digunakan untuk mengelompokan nada dasar gamelan menggunakan instrumen demung dengan metode klastering pada data mining. Maka tema tugas akhir ini adalah “Analisis Penentuan Nada Dasar Gamelan Menggunakan Metode Klastering Fuzzy C-Means”sebagai bahan pertimbangan dalam proses penentuan nada dasar gamelan. Diharapkan denganpenelitian ini, dapat mengklasterisasi dengan baik dan dapat mengetahui resolusi frekuensi nada dasar pada gamelan.

II. METODE YANG DIUSULKAN

A. Tinjauan Studi

Pengelompokan klastering menggunakan fuzzy c-means sudah pernah dilakukan oleh beberapa orang sebelumnya, antara lain :

Tabel 1. Penelitian terkait

No	Nama Peneliti	Judul
1	Idni Irsalina, Endang Supriyati, Tutik Khotimah.	Clustering Berdasarkan Nilai Maksimum Minimum Amplitudo Suara Berbasis Fuzzy C-Means (FCM)
2	Cary Lineker Simbolon, Nilamsari Kusumastuti, Beni irawan	Clustering Lulusan MahasiswaMatematika FMIPA UNTAN PONTIANAK Menggunakan Fuzzy C-Means.
3	Emha Taufiq Luthfi	Fuzzy C-Means untuk Klastering data (studi kasus : Data Performance Mengajar Dosen)

Idni Irsalina, Endang Supriyati, Tutik Khotimah dalam (Clustering Berdasarkan Nilai Maksimum Minimum Amplitudo Suara Berbasis Fuzzy C-

Means (FCM)). Dalam penelitian menggunakan alur : akuisisi data yaitu pengumpulan rekaman suara, preprocessing dengan mengolah data suara, ekstraksi ciridihasilkan suara gelombang, metode yang digunakan clustering fuzzy c-means. Dari hasil penelitian ini ditarik kesimpulan pada tahap preprocessing sangat diperlukan untuk membuang gelombang yang tidak diperlukan dan tingkat akurasi yang dihasilkan menggunakan ciri maksimum minimum adalah 85%.

Cary Lineker Simbolon, Nilamsari Kusumastuti, Beni irawandalam (Clustering Lulusan MahasiswaMatematika FMIPA UNTAN PONTIANAK Menggunakan Fuzzy C-Means).Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah klastering fuzzy c-means untuk pengklasteran data mahasisawa. Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa klaster ke-empat yang memiliki banyak kelulusan dengan 33 lulusan yang terdiri dari kisaran lama studi 5,91 tahun yang menunjukan lama studi 10 semester. Hasil ini dpat dipertimbangkan untuk meningkatkan IPK mahasiswa dalam menyelesaikan masa studinya.

Emha Taufiq Luthfi dalam (Fuzzy C-Means untuk Klastering data (studi kasus : Data Performance Mengajar Dosen)melakukan penelitian dengan hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah kemampuan dosen pengampu untuk mengajar mahasiswa dalam mata kuliah yang dikuasainya.

Dari penelitian diatas penulis berusaha mengembangkan dari penelitian yang sudah ada. Oleh karenanya penulis menggunakan pengelompokan klastering fuzzy c-means untuk penentuan nada dasar gamelan.

B. *Fitur Ekstraksi*

Dalam penelitian ini sebelum data dilakukan pengelompokan dilakukan ekstraksi ciri suara terlebih dahulu dengan menggunakan ekstraksi ciri suara *zero crossing rate* (ZCR). *Zero Crossing Rate*merupakan suatu ciri khusus perbedaan tanda yang dimiliki oleh sebuah sinyal digital, diambil dari *noise* pada sebuah sinyal. Nilai ZCR yang terendah didapatkan dari hasil pembicara karena vocal periodik yang terbawa udara pada celah suara. Pada suara yang terucap akan menunjukan nilai ZCR yang tinggi karena disebabkan aliran udara yang turbulen. Berikut rumus dalam ZCR :

$$ZC = \frac{\sum_{n=1}^{N} |sgnx(n) - sgnx\ (n-1)|}{2N}$$

C. *Teknik klastering*

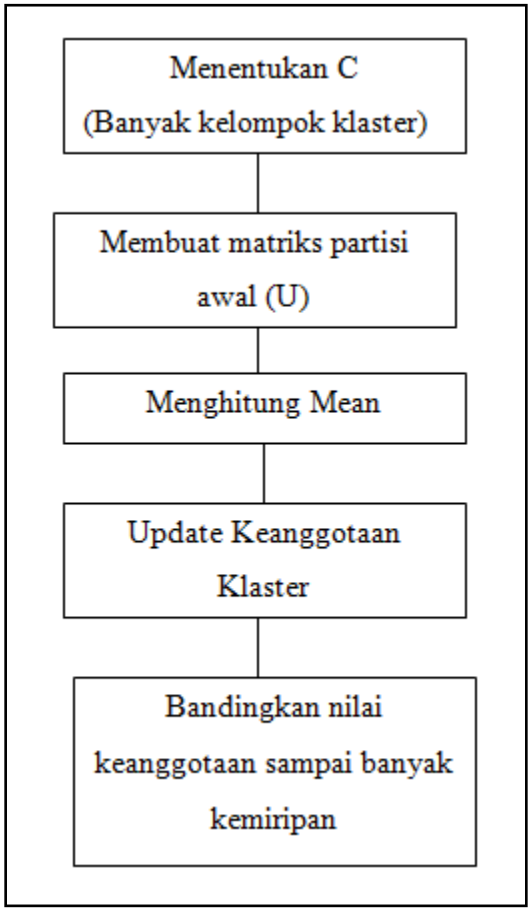
Pengelompokan sejumlah data/obyek kedalam klaster (grup) sehingga setiap klaster akan berisi data yang semirip mungkinmerupakan tujuan utama dari klaster. Yang berusaha menempatkan obyek yang mirip dalam satu klaster sangat mirip dengan satu sama lain dan berbeda dengan obyek klaster yang lain. Klastering adalah salah satu teknik *unsupervised learning* dimana kita perlu melatih metode yang digunakan tanpa ada fase *learning*. Dalam teknik *unsupervised learning* tidak membutuhkan label ataupun keluaran dari setiap data[6].

D. *Fuzzy C-Means*

Proses ini dilakukan untuk meyetandarkan panjang kunci menjadi 32 karakter, dipilihnya 32 karakter dikarenakan pada AES-256 bit panjang kuncinya adalah 32 karakter. Proses merubah panjang kunci menjadi 32 karakter dapat di ilustrasikan pada gambar dibawah ini: Fuzzy C-Mean pertama kali dikemukakan oleh Dunn (1973) dan kemudian dikembangkan oleh Bezdej (1981) yang banyak digunakan dalam *pattern recognition*. Metode fuzzy K-means ini merupakan pengembangan dari metode non herarki K-means claster[11].

Fuzzy c-means (FCM) merupakan salah satu metode klastering *hard*K-means. Dalam fuzzy c-means ini menggunakan model pegelompokan fuzzy sehingga data dapat menjadi anggota semua klaster yang terbentuk dengan derajat atau keanggotaan yang berbeda antara 0 dan 1[12].

Proses fuzzy k-means pertama kali adalah dengan menentukan pusat klaster dengan menentukan rata-rata (*mean*) untuk tiap klaster. Tiap data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap klaster dalam kondisi awal pusat klaster ini belum akurat, dengan memperbaiki pusat klaster secara berulang-ulang maka pusat klaster ini akan menuju lokasi yang tepat[10]



Gambar 1.Proses klastering fuzzy c-means

Pada gambar diatas merupakan proses pengelompokan data menggunakan teknik klastering pada data mining dengan menggunakan algorithma fuzzy c-means.

III. IMPLEMENTASI

A. Periapan Data

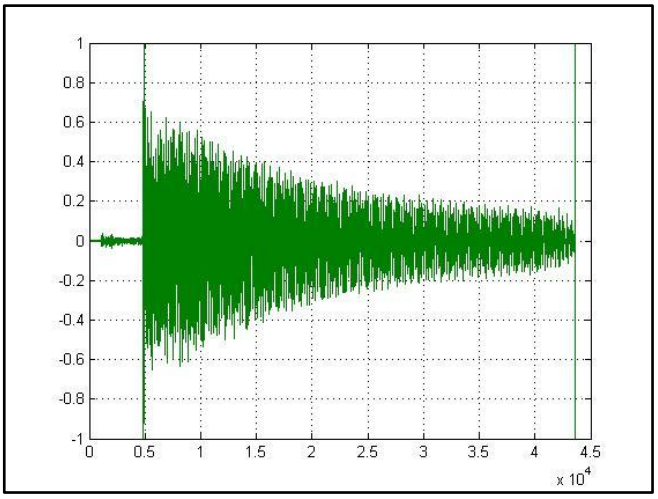
Dalam analisis penelitian ini dibutuhkan data suara gamelan. Data suara gamelan didapatkan dengan cara merekam suara dari beberapa gamelan pada setiap tempat. Dalam perekaman suara gamelan dilakukan dengan cara mengambil instrument demung pada laras slendro, terdapat tujuh wilahan pada setiap demung dan satu demung menjadi satu data suara.

B. preprocessing

Pada tahap ini dilakukan proses pemotongan suara gamelan demung, karena pada setiap suara masih terdapat tujuh nada lengkapn pada setiap suara demung. Dari 19 data suara demung setelah dilakukan tahap pemotongan didapatkan data sebanyak 133 data suara demung.

C. Ekstraksi Ciri Suara Gamelan Demung

Membaca suara :Data suara berupa suara gamelan dengan menggunakan file.wav. Berikut tampilan sinyal suara gamelan dengan nama file 1a.wav :



Gambar 2.Sinyal suara gamelan demung

Setelah dilakukan proses membaca sinyal suara gamelan selanjutnya dilakukan proses ekstraksi ciri suara gamelan dengan menggunakan ekstraksi ciri *zero crossing rate* (ZCR) untuk dihasilkan nilai ciri khusus dari suara gamelan demung.

D. Proses pengelompokan klastering fuzzy c-means

Dari hasil ekstraksi ciri didapatkan data suara gamelan demung untuk selanjutnya dilakukan proses pengelompokan menggunakan klastering fuzzy c-means. Langkah-langkah klastering fuzzy c-means sebagai berikutn :

a. Input data yang akan dikaster *X*, berupa Matriks n * m (n = jumlah sample data, m =

atribut setiap data). Xij = data sample ke-i (i=1,2,….,n), atribut ke-j (j=1,2,….,m).

b. Tentukan :

1. Jumlah klaster = c
2. Pangkat = w
3. Maksimum iterasi = MaxIter
4. Error terkecil yang diharapkan = ξ
5. Fungsi obyektif awal = Po = 0
6. Iterasi awal = t = 1;

c. Buat nilai acak μik, i=1,2,…,n; k=1,2,…,c digunakam untuk elemen matrik pada partisi awal u.μik adalah derajat keanggotaan seberapa besar kemungkinan suatu data bisa menjadi anggota untuk merujuk pada seberapa besar kemungkinan data tersebut menjadi anggota ke dalam setiap klaster. Posisi dan nilai matriks dibangun secara acak. Dimana nilai kenggotaan terletak pada interval 0 sampai dengan 1. Posisi awal pada matriks partisis U masih belum menunjukan angka akurat begitu juga pusat klasternya. Sehingga kemungkinan data untuk masuk suatu klaster juga belum akurat.Menghitung jumlah setiap kolom (atribut)

$$Q_{j=\sum_{k=1}^{C} U_{ik}}$$

Keterangan :
C = jumlah klaster.
Q_j =jumlah nilai derajat keanggotaan perkolom = 1 dengan I = 1,2,…m
μik=derajat keanggotaan Q_j adalah jumlah nilai derajat keanggotaan perkolom = 1 dengan j =1,2,….m. Hitung :

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_j}$$

d. Hitung pusat klaster ke-k : V_{kj}, dengan k=1,2,…c dan j=1,2,…,m.

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{i}((\mu_{ik})^w * X_{ij}}{\sum_{i=j}^{n}(\mu_{ik})^w}$$

Keterangan :
V_{kj} = pusat klaster
n = jumlah sampel data
w= pangkat
X_{ij} = data sampel ke-i (i=1,2,…,n), atribut ke-j (j=1,2,…,m)fungsi objektif digunakan sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan pusat klaster yang tepat. Sehingga diperoleh kecenderungan data untuk masuk kemana pada tahap akhir.

e. Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke-t, Pt

$$P_t = \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{c}\left[\left(\sum_{j=1}^{m}\left(X - V_{kj}\right)^2 (\mu_{ik}{}^w)\right)\right]$$

Keterangan :
P_t = Fungsi Objektif
c = jumlah klaster
n = jumlah sampel data
m = atribut setiap data
V_{kj} = pusat klater
X_{ij} = data sampel ke-i (i=1,2,…,n), atribut ke-j (j=1,2,…,m)
M_{ik}= derajat keanggotaan

f. Hitung perubahan matriks partisi :

$$\mu_{ikt} = \frac{\left[\sum_{i=1}^{m}\left(X - V_{kj}\right)^2\right]^{\frac{-1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^{c}\left[\sum_{1=1}^{m}\left(X - V_{kj}\right)^2\right]^{\frac{1}{w-1}}}$$

Keterangan :
P_t = Fungsi Objektif
c = jumlah klaster
n = jumlah sampel data
m = atribut setiap data
V_{kj} = pusat klater
X_{ij} = data sampel ke-i (i=1,2,…,n), atribut ke-j (j=1,2,…,m)
μ_{ik} = derajat keanggotaan

g. Cek kondisi berhenti
   - Jika : (|Pt – Pt-1| < ξ) atau (t > makIter) maka berhenti.
   - Jika tidak maka akan diulang langkah keempat sampai hasil yang sesuai.

IV. HASIL&EVALUASI

A. Hasil dari pengelompokan klastering fuzzy c-means

Dalam proses iterasi pada 133 data dengan 7 klaster ini dilakukan sebanyak 22 kali iterasi untuk mendapatkan nilai fungsi objektif yang sudah mencapai dibawah batas ambang yang ditentukan. Maka proses akan dihentikan dan klaster yang didapat dinyatakan sudah konvergen. Nilai akhir fungsi objektif (J) yang didapatkan adalah = 0.000509.karena nulai fungsi objektif sudah dibawah batas ambang maka proses iterasi berhenti.

```
Iteration count = 1, obj. fcn = 0.006966
Iteration count = 2, obj. fcn = 0.005022
Iteration count = 3, obj. fcn = 0.004466
Iteration count = 4, obj. fcn = 0.003582
Iteration count = 5, obj. fcn = 0.002776
Iteration count = 6, obj. fcn = 0.002311
Iteration count = 7, obj. fcn = 0.001883
Iteration count = 8, obj. fcn = 0.001442
Iteration count = 9, obj. fcn = 0.001287
Iteration count = 10, obj. fcn = 0.001231
Iteration count = 11, obj. fcn = 0.001184
Iteration count = 12, obj. fcn = 0.001128
Iteration count = 13, obj. fcn = 0.001050
Iteration count = 14, obj. fcn = 0.000938
Iteration count = 15, obj. fcn = 0.000824
Iteration count = 16, obj. fcn = 0.000749
Iteration count = 17, obj. fcn = 0.000689
Iteration count = 18, obj. fcn = 0.000622
Iteration count = 19, obj. fcn = 0.000562
Iteration count = 20, obj. fcn = 0.000529
Iteration count = 21, obj. fcn = 0.000515
Iteration count = 22, obj. fcn = 0.000509
```

Gambar 13. Tahap iterasi pada klasterng menggunakan matlab

Dari proses klastering fuzzy c-means akan didapatkan hasil dari klastering pada setiap data akan masuk pada klaster keberapa. Berikut data hasil klastering :

Data ke-	Suara ke-		Hasil
	1	2	Klaster
1	0.0507	0.0499	4
2	0.0411	0.0411	5
3	0.0147	0.0147	2
4	0.0163	0.0163	1
5	0.0188	0.0188	1
6	0.0213	0.0213	3
7	0.0243	0.0243	7
…	…..	…..	…..
133	0.0244	0.0244	7

Gambar 13. Hasil klastering fuzzy c-means

B. *Evaluasi*

Dari 133 data yang telah dikelompokan menggunakan klastering Fuzzy C-Means selanjutnya akan dilakukan akurasi menggunakan *distance error*. Pengujian dilakukan dengan menghitung jarak pada setiap klaster dengan cara menggunakan perhitungan jarak minkowski. Dengan rumus sebagai berikut :

Dengan hasil perhitungan presentase diatas data diketahui bahwa nilai distance eror dari pengelompokan yang telah dilakukan terhadap 133 data uji suara gamelan sebesar 0.028544

V. PENUTUP

A. *Kesimpulan*

Berdasarkan dari penelitian analisis nada dasar gamelan menggunakan metode klastering fuzzy c-means sebagai berikut :

1. Data suara gamelan di ekstraski ciri menggunakan metode ZCR untuk menentukan ciri khusus dari suara dan dijadikan angka untuk mewakili setiap data suara. Setelah itu dilakukan pengelompokan menggunakan klastering fuzzy C-Means. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nada dasar suara gamelan dikelompokan dengan menggunakan klastering fuzzy c-means (FCM) memperoleh nilai akurasi 0.028544 dari penggunaan 133 data suara gamelan.
2. Pada penelitian ini hasil nilai akurasi dari pongelompokan nada dasar gamelan menggunakan fuzzy c-means belum memberikan nilai akurasi pengelompokan yang baik.

B. *Saran*

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada pnelitian ini, metode klastering fuzzy c-means(FCM) sudahmenghasilkan kinerja yang baik. Sehingga penelitian selanjutnya peneliti memberikan saran yang mungkin bisa dijadikan dasar untuk pengembangan penelitian ini yaitu :

1. Menggunakan *dataset* suara gamelan yang lebih banyak agar hasil analisis nada dasar gamelan lebih akurat.
2. Melakukan pengelompokan suara nada dasar gamelan menggunakan metode klastering fuzzy c-means.

REFERENCES

[1] Pribadi Widodo, Sriyono , and Imam S, "Telaah Desain dan Budaya Visual Nusantara," pp. 22-37, 2006.

[2] Adrianus Kusuma Sanjaya, "Pengukuran Frekuensi Nada Dasar dan Warna Bunyi Saron Sanga Laras Slendro Gamelan Jawa Menggunakan Perangkat Lunak Sound Forge," Yogyakarta, 2014.

[3] Yoyon K. Suprapto, Mochamad Haridi, and Mauridhi Hery Purnomo, "Traditional Music Sound Extraction Based on spectral density model using adaptive cross-correlation for automatic transcription," 2011.

[4] Yoyon K. Suprapto, Surya Sumpeno, and Zumrotul Hana, "Ekstraksi Suara Saron Menggunakan Cross Correlation Untuk Transaksi Notasi Gamelan," 2012.

[5] Endang Supriyati, Tutik Khotimah, and Idni Irsalina, "Clustering Gender Berdasarkan Nilai Maksimum Minimum Amplitudo Suara Berbasis Fuzzy C-means," 2014.

[6] Budi Santoso, *Teknik Pemanfaatan Data Untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha ilmu, 2007.

[7] Dr. S. Valamarty , S. Anitha, R. Mohan, and M. Kalamai, "Review of Speech Segmentation Algorithms for Speech Recognition," 2014.

[8] Sumarna , Agus Purwanto, and Ary Nugraha, "Analisis Frekuensi dan Pola Dasar Frekuensi Gender Laras Slendro," 2006.

[9] Ronsen Purba, "Data Mining : Masa Lalu, Sekarang dan Masa Mendatang," 2012.

[10] Emha Taufiq Luthfi and Kusrini, *Algoritma Data Mining*. Yogyakarta: Andi Offset, 2009.

[11] Anindya Apriliyani Pravitasari, "Penentuan Banyak Kelompok Dalam Fuzzy C-means cluster Berdasarkan Proporsi Eigen Value dari Matriks Similarity dan Indeks XB (Xie dan Beni)," 2009.

[12] Emha Taufiq Luthfi, "Fuzzy C-means Untuk Clastering Data (Studi Kasus : Data Performance Mengajar Dosen)," 2007.

[13] Bastinah , "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Pembelian Rumah Dengan Menggunakan Metode Fuzzy C-means (FCM) Klastering," 2013.

[14] Agus Sumarno, Purwanto , and Heru Kuswanto, "Kajian Spektrum Warna Bunyi Saron Ricik Gamelan Kanjeng Kyahi Nagawilaga dari Keraton Ngayogyakarta Hadiningrat," 2011.