PENGENALAN SUARA AKORD GITAR DENGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* MELALUI EKSTRAKSI KOEFISIEN CEPSTRAL

[1]Mohamad Ihsan Ramadhan, [2]John Adler, M.Si.
[1]Program Studi Sistem Komputer [2]Jurusan Teknik Komputer,
Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No.112-116, Bandung 40132
Email : [1] ihsan.ramadhan1993@gmail.com, [2]john.adler@email.unikom.ac.id

ABSTRAK

Alat musik gitar merupakan alat musik yang populer disemua kalangan, dari usia remaja hingga dewasa. Dalam memainkan gitar, banyak yang harus dipahami terutama jenis-jenis akord apa saja yang ada pada gitar. Bagi yang mahir memainkan gitar tentu sangat memahami jenis-jenis akord gitar. Akan tetapi, sulit bagi pemain gitar pemula.

Pengenalan akord gitar ini menggunakan algoritma Jaringan Syaraf Tiruan yaitu Learning Vector Quantization untuk mengenali akord pada gitar dengan memanfaatkan teknik pengolahan sinyal digital Linear Predictive Coding. Kemudian sinyal suara gitar diekstraksi terlebih dahulu, menghasilkan koefisien ceptral yang digunakan sebagai bobot awal dari algoritma di atas.

Pengujian data akord gitar dilakukan melalui dua tahapan yaitu data latih dan data uji terhadap 24 buah data akord. Dimana masing-masing tahapan diuji sebanyak empat kali. Maka diperoleh pengujian data latih terbaik adalah 66,67% yang diperoleh dari iterasi 500, ratio 0,0075 serta minimum error 0,0001. Maka dari itu data parameter tersebut akan digunakan untuk menguji data uji dengan mengubah iterasi dari 250 menjadi 1000 (kelipatan 250). Hasil pengujian data uji dengan variasi iterasi tersebut menghasilkan persentase rata-rata tertinggi dan terendah per-akord masing-masing sebesar 93,75% dan 0%. Untuk persentase variasi iterasi terbaik adalah 53,13% yang diperoleh dari iterasi 500, dan ratio 0,0075 serta minimum error 0,0001.

Kata kunci: Akord Gitar, Jaringan Syaraf Tiruan, Learning Vector Quantization, iterasi, Linear Predictive Coding, Koefisien Cepstral.

1. PENDAHULUAN

Indera pendengaran manusia dapat membedakan tinggi rendahnya nada, namun tidak dapat mengetahui secara pasti jenis nada apa yang didengarkan olehnya. Hal ini sangatlah penting bagi seseorang yang ingin mempelajari alat musik untuk mengetahui jenis-jenis nada dari alat musik yang dimainkannya. Perkembangan musik di dunia sangatlah pesat dan tentunya yang dapat memainkan alat musik pun sudah banyak, khususnya alat musik gitar.

Pada umumnya, bagi orang yang mahir dalam memainkan alat musik gitar tentunya sangat memahami dan mengetahui jenis akord gitar hanya dengan mendengarkannya saja. Akan tetapi hal ini sulit dilakukan bagi kebanyakan orang yang ingin belajar bermain gitar dari awal, sebagai pemula. Oleh karena itu diperlukan alternatif untuk membantu dalam mengenali akord gitar, salah satunya dengan menggunakan aplikasi pengenalan akord gitar.

Agar aplikasi yang dibangun dapat mengenali jenis akord, maka perlu dilakukan proses pembelajaran. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk proses pembelajaran yaitu Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Algoritma jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gitar Akustik dan Nada

Gitar akustik adalah jenis gitar dimana suara yang dihasilkan berasal dari getaran senar gitar yang dialirkan melalui sadel dan jembatan tempat pengikat senar ke dalam ruang suara. Suara didalam ruang suara ini akan beresonansi terhadap kayu badan gitar. Jenis dan kualitas kayu serta jenis senar yang digunakan akan memengaruhi suara yang dihasilkan oleh gitar akustik.

2.1.1. Nada

Sebuah nada adalah suatu bunyi yang memiliki nilai tertentu, yaitu *pitch* yang dapat diukur secara ilmiah untuk menggambarkan jenis nada tersebut. Serangkaian nada yang tersusun secara teratur berdasarkan suatu pola dan ketukan tertentu disebut musik.

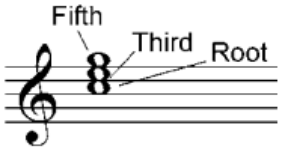
2.1.2. Pitch

Pitch merupakan frekuensi yang spesifik atau setelan tertentu dari suatu nada. Frekuensi ini dapat diukur secara ilmiah dengan berdasarkan seberapa cepat molekul udara bergetar. Semakin cepat getaran yang terjadi, semakin tinggi *pitch*nya. Getaran tersebut diukur dengan satuan *cycle per*

second atau yang biasa disebut *hertz* (Hz). Standar *pitch* yang dipakai sekarang ini adalah nada A pada frekuensi 440 Hz dan frekuensi semua nada menyesuaikan dengan nada A ini.

2.2. Akord

Sebuah akord adalah kombinasi dari tiga atau lebih nada yang dimainkan secara bersamaan. Akord dasar yang hanya terdiri dari tiga nada disebut *triad*. Nada pertama dalam akord dasar disebut *root*, nada kedua disebut *third*, dan nada ketiga disebut *fifth*. Misalkan akord C, akord C terdiri dari nada C,E,dan G. Nada C adalah *root*, nada E adalah *third*, dan nada G adalah *fifth*. Notasi ini sering disebut notasi 1-3-5.



Gambar 1 Akord dasar yang hanya terdiri dari tiga nada (*Triad).*

2.3. Jenis Akord

Akord terdiri dari berbagai macam, antara lain akord mayor, akord minor, akord diminished serta akord augmented. Akord yang paling sering dipakai dalam suatu lagu yang sederhana adalah akord mayor dan akord minor (yang akan menjadi fokus penelitian). Dibawah ini akan dijelaskan tentang jenis-jenis akord yaitu sebagai berikut:

2.3.1. Akord Mayor

Akord mayor terdiri dari root, mayor *third*, *perfect fifth*. Contoh akord C terdiri dari nada C, E, dan G. Dimana E adalah mayor *third* dari C dan G adalah *perfect fifth* dari C.



Gambar 2 Mayor *Triad.*

2.3.2. Akord Minor

Perbedaan antara akord mayor dan akord minor terletak pada *third.* Dimana akord minor mendatarkan interval untuk menbuat minor *third*. Dengan kata lain akord minor terdiri dari root, minor *third*, dan *perfect fifth*. Noatasi dari akord minor 1-♭3-5. Contoh akord C minor terdiri dari nada C, E♭, dan G.



Gambar 3 Minor *Triad*.

2.3.3. Akord *Diminished*

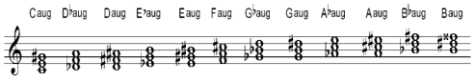
Akord *diminished* seperti akord minor hanya saja perbedaannya terletak di *fifth*nya. Dimana akord *diminished* menurunkan *fifth*nya. Dengan begitu akord *diminished* terdiri dari *root*, minor *third*, dan *diminished fifth*. Dan note nya 1-♭3-♭5. Contoh akord C *diminished* terdiri dari nada C, E♭, dan G♭.



Gambar 4 *Diminished Triad*

2.3.4. Akord *Augmented*

Akord *augmented* seperti akord mayor hanya saja perbedaanya terletak pada *fifth*nya. Dimana akord *augmented* menaikkan nada *fifth*nya. Dengan begitu akord *augmented* terdiri dari *root*, mayor *third*, dan *augmented fifth*. Dan note nya menjadi 1-3-#5. Contoh akord C *augmented* terdiri dari nada C, E, dan G#.



Gambar 5 *Augmented Triad*

2.4. *Linear Predictive Coding* (LPC)

MatLab *(Matrix Laboratory)* adalah sebuah program untuk analisis dan komputasi numerik, merupakan suatu bahasa pemograman matematika lanjutan yang dibentuk dengan dasar pemikiran menggunakan sifat dan bentuk matriks. MatLab dikenal memiliki perhitungan vektor dan matriks dengan kecepatan tinggi. MatLab pada umumnya digunakan untuk :

- Komputasi numerik dan pengembangan algoritma.
- Komputasi simbolik (dengan fungsi-fungsi pustaka Symbolic Math).
- Pemodelan, simulasi, dan penciptaan prototipe.
- Visualisasi saintifik dan grafik rekayasa.
- Analisis data dan pemrosesan sinyal.

Salah satu metode untuk menganalisis sinyal yang ada diMatLab adalah *Linear Predictive Coding* (LPC) yang merupakan suatu metode digital untuk encoding sinyal analog di mana nilai tertentu diperkirakan oleh fungsi linier dari nilai-nilai sinyal sebelumnya.

Langkah-langkah dalam menganalisis sinyal suara dari gitar diantaranya :

1. *Preemphasis*

Pada tahap ini digunakan untuk mendatarkan spektral sinyal dan meningkatkan keaslian sinyal pada pemprosesan selanjutnya.

2. *Framing*

Pada tahap ini sinyal masukan dikelompokkan ke dalam *frame-frame* dengan ukuran masing-masing *frame* sebesar N data. *Frame* ini berurutan dengan pemisahan antara kedua *frame* sebesar M data. Biasanya M = 1/3N.

3. *Windowing*

Setiap *frame* kemudian diproses windowing untuk meminimalkan diskontinuitas sinyal pada awal dan akhir *frame*. Proses *windowing* yang biasa digunakan untuk metode autokorelasi *Linear Predictive Coding* adalah *window hamming* dengan bentuk:

$$w(n) = 0{,}54 - 0{,}46\cos\left[\frac{2\pi n}{N-1}\right],\ 0 \le n \le N-1 \quad (1)$$

Dimana :
W(n) = *Window Hamming*
n = 1, 2, 3, ..., N-1
N = Jumlah sampel dalam satu *frame*
π = 3,14

4. *Autokorelasi*

Pada tahap ini masing-masing frame yang telah di windowing diautokorelasikan dengan nilai autokorelasi yang tertinggi adalah orde dari analisa *Linear Predictive Coding*, biasanya orde *Linear Predictive Coding* tersebut 8 sampai 16

5. Analisis *Linear Predictive Coding*

Langkah selanjutnya adalah analisa *Linear Predictive Coding*, dimana pada tahap ini nilai autokorelasi pada setiap *frame* diubah menjadi satu set *Linear Predictive Coding* parameter untuk memperoleh koefisien *Linear Predictive Coding*.

6. Mengubah *Linear Predictive Coding* Parameter ke Koefisien Cepstral.

Setelah melakukan analisis *Linear Predictive Coding* dan memperoleh koefisien *Linear Predictive Coding*, maka selanjutnya koefisien *Linear Predictive Coding* yang telah diperoleh dirubah menjadi koefisien cepstral.

2.5. Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

Ide dasar Jaringan Syaraf Tiruan adalah konsep belajar. Jaringan-jaringan belajar melakukan generalisasi karakteristik tingkah laku objek. Jaringan Syaraf Tiruan menyimpan ilmu pengetahuannya dalam nilai bobot sambungan (seperti *synapsis* dalam otak manusia) dan elemen-elemen (*neuron*) yang menghasilkan keluaran. Terminologi belajar artinya membentuk pemetaan (fungsi) yang menggambarkan hubungan antara vektor masukan dan vektor keluaran. Untuk menyelesaikan permasalahan Jaringan Syaraf Tiruan memerlukan algoritma untuk belajar, yaitu bagaimana konfigurasi Jaringan Syaraf Tiruan dapat dilatih untuk mempelajari data historis yang ada. Dengan pelatihan ini, pengetahuan yang terdapat pada data bisa diketahui dan direpresentasikan dalam bobot sambungannya.

Dalam Jaringan Syaraf Tiruan terdapat banyak algoritma untuk pembelajaran dimana salah satunya adalah algoritma pembelajaran *Learning vector quantization* yang merupakan suatu algoritma untuk melakukan pelatihan terhadap lapisan-lapisan kompetitif yang terawasi. Lapisan kompetitif akan belajar secara otomatis untuk melakukan klasifikasi terhadap vektor input yang diberikan. Apabila beberapa vektor input memiliki jarak yang sangat berdekatan, maka vektor-vektor input tersebut akan dikelompokkan dalam kelas yang sama.

Adapun algoritma dari *learning vector quantization* adalah sebagi berikut :

Langkah 1 :

a. Tetapkan bobot awal variabel input ke-j menuju ke kelas ke-i : Wij, dengan i=1,2,...,K dan j=1,2,..., m.
b. Tetapkan maksimal epoch (MaxEpoch).
c. Tetapkan parameter *learning rate* (α).
d. Tetapkan pengurangan *learning rate* (Decaα).
e. Tetapkan minimal *learning rate* yang diperbolehkan (Minα).

Langkah 2 :

a. Masukkan data input (Xij) dengan i=1,2,..., n dan j=1,2,..., m.
b. Masukkan target kelas (Tk) dengan k=1,2,..., n.

Langkah 3 :

a. Tetapkan kondisi awal (epoch=0).

Langkah 4 :

Jika (Epoch ≤ MaxEpoch) dan (α ≥ Minα) maka:

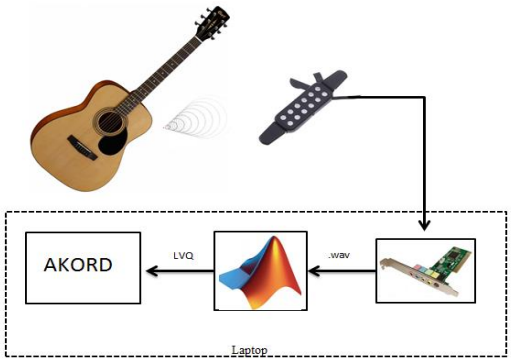
a. Epoch=Epoch+1.
b. untuk i=1 sampai n maka :
   i. tentukan J sedemikian hingga $|X_i - W_j|$ minimum dengan j=1,2,...,K.
   ii. Perbaiki W_j dengan ketentuan :
   - Jika T = C maka: $W_j = W_j + \alpha (X_i - W_j)$
   - Jika T ≠ C maka : $W_j = W_j - \alpha (X_i - W_j)$
c. kurangi nilai α.

2.6. GUI (*Graphical User Interface)*

GUI adalah singkatan dari *Graphical User Interface*, sebuah aplikasi display dari MatLab yang mengandung tugas, perintah, atau komponen program yang mempermudah user (pengguna) dalam menjalankan sebuah program dalam MatLab.

3. PERANCANGAN

3.1. Perancangan Sistem

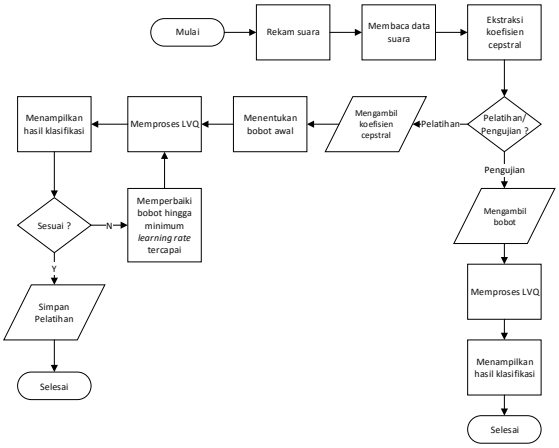


Gambar 6 Diagram Blok Sistem

Inputan suara berupa suara rekaman akord gitar. Alat perekam menggunakan *pick-up guitar*. Suara yang direkam akan di *save* dengan format *.wav* dan akan dilakukan proses pengenalan suara menggunakan pemograman MatLab sehingga menghasilkan keluaran berupa akord gitar.

3.2. Diagram Alir Sistem

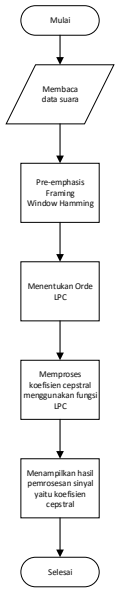
Berikut ini adalah diagram alir sistem secara keseluruhan.



Gambar 7 Diagram Alir Sistem

3.3. Diagram Alir Proses Ekstraksi Koefisien Cepstral

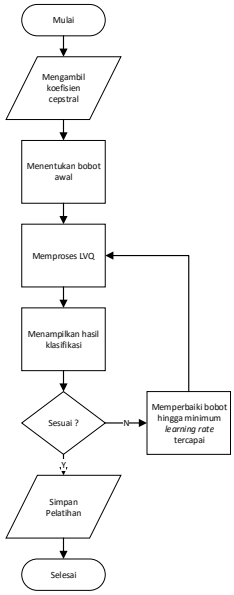
Berikut ini adalah diagram alir proses ekstraksi koefisien cepstral.



Gambar 8 Diagram Alir Proses Ekstraksi Koefisien Cepstral

3.4. Diagram Alir Pelatihan LVQ

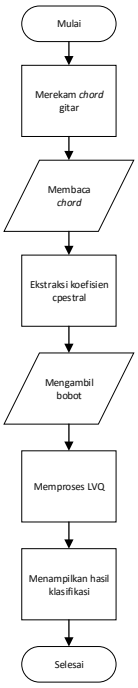
Berikut adalah diagram alir proses pelatihan *Learning Vector Quantization* (LVQ).



Gambar 9 Diagram Alir Proses Pelatihan LVQ

3.5. Diagram Alir Pengujian LVQ

Berikut adalah diagram alir proses pengujian *Learning Vector* Quantization (LVQ).



Gambar 10 Diagram Alir Proses Pengujian LVQ

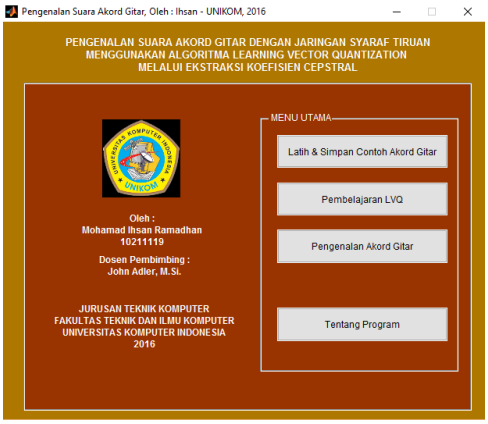
4. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. Pengujian Alpha

Pengujian alpha dilakukan dengan menggunakan metode *Blackbox*. Pengujian *Blackbox* berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak untuk melihat apakah program menghasilkan output yang diinginkan dan sesuai dengan fungsinya.

1. Pengujian Tampilan awal

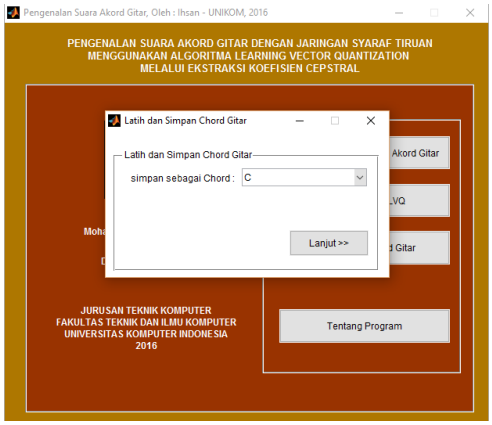
Dibawah ini merupakan tampilan awal aplikasi pengenalan akord gitar. Pada tampilan awal aplikasi ini memiliki menu utama yaitu Latih dan Simpan Contoh Akord Gitar, Pembelajaran *Learning Vector Quantization*, Pengenalan Akord Gitar, serta Tentang Program.



Gambar 11 Tampilan Awal

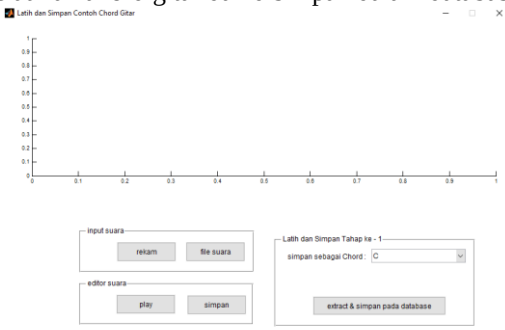
2. Pengujian menu Latih dan Simpan Contoh Akord Gitar

Dibawah ini merupakan tampilan menu latih dan simpan contoh akord gitar. Ketika menekan menu tersebut akan muncul menu latih akord dimana menu ini menunjuk akord gitar yang akan dilatih.



Gambar 12 Tampilan latih akord

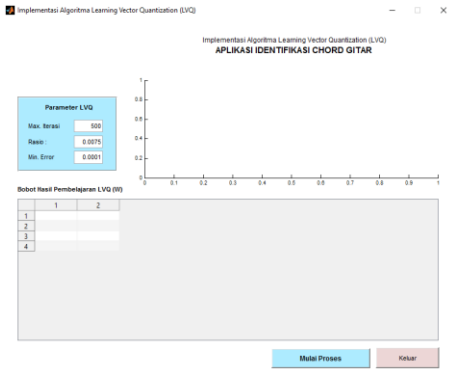
Setelah dipilih akord yang akan dilatih maka akan muncul tampilan menu latih dan simpan contoh akord gitar. Pada tampilan menu latih dan simpan contoh akord gitar ada menu rekam untuk merekam suara akord gitar, menu file suara untuk mengambil file suara yang telah di save pada komputer, menu play untuk memainkan akord yang telah direkam, menu simpan untuk menyimpan suara akord yang telah direkam, serta menu ekstrak & simpan pada database untuk memproses pelatihan akord gitar dan disimpan dalam database.



Gambar 13 Tampilan menu latih dan simpan contoh akord gitar

3. Pengujian Menu Pembelajaran *Learning Vector Quantization*

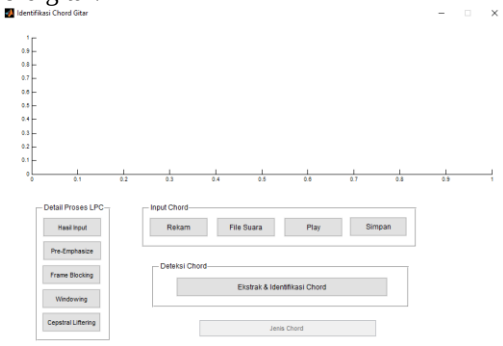
Dibawah ini merupakan tampilan dari menu pembelajaran *Learning Vector Quantization*. Untuk pembelajaran *Learning Vector Quantization* diperlukan pengaturan pada parameter-parameternya agar pembelajaran mendapatkan hasil terbaik.



Gambar 14 Tampilan menu pembelajaran Learning Vector Quantization

4. Pengujian Menu Pengenalan Akord Gitar

Dibawah ini merupakan tampilan menu pengenalan akord gitar. Pada menu pengenalan akord gitar terdapat menu rekam untuk merekam suara akord gitar, menu file suara untuk mengambil suara rekaman akord gitar yang ada dikomputer, menu play untuk memainkan suara akord gitar yang sudah direkam, menu simpan untuk menyimpan rekaman suara, menu ekstrak dan identifikasi akord untuk memproses pengenalan akord gitar, menu hasil input untuk mengetahui nilai matriks dari sinyal input, menu *pre-emphasis* untuk melihat hasil proses *pre-emphasis* pada akord gitar, menu *frame blocking* untuk melihat hasil proses *frame blocking* dari akord gitar, *menu windowing* untuk melihat hasil proses *windowing* pada akord gitar, menu *cepstral liftering* untuk mengetahui nilai koefisien cepstral dari rekaman akord gitar.



Gambar 15 Tampilan menu pengenalan akord gitar

5. Pengujian Menu Tentang Program

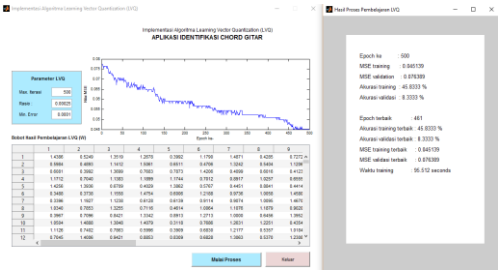
Dibawah ini merupakan tampilan menu tentang program. Menu ini sebagai informasi dari aplikasi yang dibuat.



Gambar 16 Tampilan menu tentang program

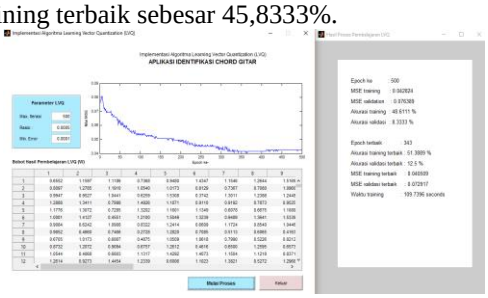
4.2. Pengujian Data Latih

Data latih untuk pengenalan akord terdapat 24 data dimana masing-masing data dilatih sebanyak empat kali dengan data yang berbeda. Total data latih adalah 96 data.



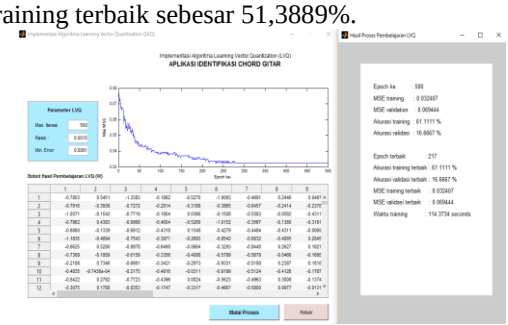
Gambar 17 Hasil pelatihan data akord dengan epoch 500, ratio 0,00025, dan minimum error 0,0001

Pada gambar 17 dengan epoch 500, ratio 0,00025 dan minimum error 0,0001 menghasilkan epoch terbaik pada epoch ke-461 dan akurasi training terbaik sebesar 45,8333%.



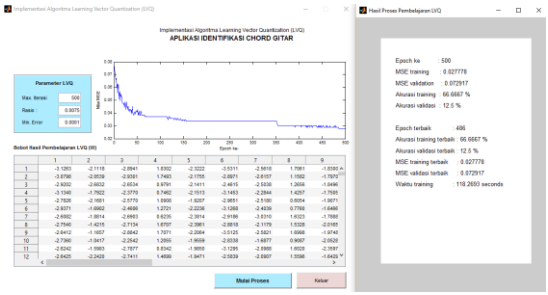
Gambar 18 Hasil pelatihan data akord dengan epoch 500, ratio 0,0005, dan minimum error 0,0001

Pada gambar 18 dengan epoch 500, ratio 0,0005 dan minimum error 0,0001 menghasilkan epoch terbaik pada epoch ke-343 dan akurasi training terbaik sebesar 51,3889%.



Gambar 19 Hasil pelatihan data akord dengan epoch 500, ratio 0,0015, dan minimum error 0,0001

Pada gambar 19 dengan epoch 500, ratio 0,0015 dan minimum error 0,0001 menghasilkan epoch terbaik pada epoch ke-217 dan akurasi training terbaik sebesar 61,1111%.



Gambar 20 Hasil pelatihan data akord dengan epoch 500, ratio 0,0075, dan minimum error 0,0001

Pada gambar 20 dengan epoch 500, ratio 0,0075 dan minimum error 0,0001 menghasilkan epoch terbaik pada epoch ke-486 dan akurasi training terbaik sebesar 66,6667%.

4.3. Pengujian Data Uji

Berikut ini adalah tabel persentase keberhasilan data uji secara keseluruhan :

Tabel 1 Persentase Keberhasilan Data Uji

No	Akord	Persentase Keberhasilan Data Uji ke-				Persentase Rata-rata per-akord
		1	2	3	4	
1	C	100%	75%	75%	75%	81,25%
2	C#	75%	100%	100%	100%	93,75%
3	D	50%	75%	75%	75%	68,75%
4	D#	0%	0%	0%	0%	0,00%
5	E	75%	75%	75%	75%	75,00%
6	F	75%	75%	75%	75%	75,00%
7	F#	75%	75%	75%	75%	75,00%
8	G	0%	0%	0%	0%	0,00%
9	G#	25%	50%	50%	50%	43,75%
10	A	0%	0%	0%	0%	0,00%
11	A#	25%	25%	25%	25%	25,00%
12	B	75%	50%	50%	50%	56,25%
13	Cm	50%	50%	50%	50%	50,00%
14	C#m	75%	75%	75%	75%	75,00%
15	Dm	75%	100%	100%	100%	93,75%
16	D#m	75%	75%	75%	75%	75,00%
17	Em	0%	0%	0%	0%	0,00%
18	Fm	0%	0%	0%	0%	0,00%
19	F#m	0%	0%	0%	0%	0,00%
20	Gm	0%	100%	100%	100%	75,00%
21	G#m	75%	75%	75%	75%	75,00%
22	Am	75%	75%	75%	75%	75,00%
23	A#m	75%	75%	75%	75%	75,00%
24	Bm	75%	50%	50%	50%	56,25%
Persentase Rata-rata per-data uji		47,92%	53,13%	53,13%	53,13%	51,82%

Pengujian dilakukan dengan menggunakan empat buah data rekam yang berbeda dimana keempat data tersebut akan diuji sebanyak empat kali dengan parameter iterasi yang berbeda. Data uji kesatu dengan iterasi 250, ratio 0,0075; dan minimum error 0,0001. Data uji kedua dengan iterasi 500, ratio 0,0075; dan minimum error 0,0001. Data uji ketiga dengan iterasi 750, ratio 0,0075; dan minimum error 0,0001. Data keempat dengan iterasi 1000, ratio 0,0075; dan minimum error 0,0001.

Dari tabel 1 hasil pengujian data uji dengan variasi iterasi 250, 500, 750, serta 1000 dapat dilihat bahwa persentase rata-rata tertinggi per-akord adalah 93,75% dan persentase rata-rata terendah per-akord adalah 0%. Untuk persentase variasi iterasi terbaik adalah 53,13 % yang diperoleh dengan iterasi 500, ratio 0,0075, dan minimum error 0,0001.

4.4. Analisis

Berdasarkan data hasil pengujian yang dilakukan, didapatkanlah hasil analisa sebagai berikut :

1. Pengujian fungsional pada antarmuka aplikasi secara keseluruhan berhasil dilakukan tanpa error.
2. Akord gitar dapat dikenali namun ada beberapa beberapa akord yang tidak dikenali. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yaitu data rekaman akord yang kurang banyak dan baik, alat perekaman yang kurang baik, serta variasai parameter yang digunakan kurang tepat.
3. Akord yang memiliki tingkat keberhasilan tertinggi akord C# dan Dm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pengujian pengenalan akord gitar ini adalah sebagai berikut :

1. Presentase pengenalan terbaik data latih adalah 66,667% dengan iterasi 500, ratio 0,0075; dan minimum error 0,0001.
2. Persentase rata-rata tertinggi per-akord adalah 93,75% dan terendah adalah 0%.
3. Presentase rata-rata terbaik untuk variasi parameter iterasi adalah 53,13% dengan iterasi 500, ratio 0,0075, dan minimum error 0,0001.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Mengembangkan penelitian ini dengan menambah akord yang akan dikenali seperti akord *dismised*, *augmented*, *suspended*, mayor7 dan minor7.
2. Menggunakan alat perekam gitar yang lebih baik.

   Penggunaan metode pemrosesan sinyal dan metode pengenalan yang lain

DAFTAR PUSTAKA

[1] Afriyani, S. S., 2012, *Pengenalan Nada pada Senar Biola dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization*, Skripsi, Informatika, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

[2] Andriyanto, S., 2013, *Gitar Akustik*, diakses pada tanggal 13 April 2015 pada word wide web http://www.id.wikipedia.org/Gitar_akustik.

[3] Kusumadewi, S., 2004, *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Menggunakan MATLAB & Excel Link*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.

[4] Miller, K., 2005, *Communication Theories: Perspective, Processes, and Contexts*, 2nd Ed; New York : McGraw-Hill.

[5] Miller, Michael, 2005, *The Complete idiot's guide to musik theory second edition* (E-book). U.S.A: Penguin Group (USA) Inc, New York.

[6] Mirantiyo, Y., 2013, *Pengertian akord dan macam-macam akord*, diakses pada tanggal 13 April 2015 pada word wide web http://www.yokimirantiyo.blogspot.com/2013/02/Pengertian-akord-dan-macam-macam-akord.html.

[7] *Susanto, I., 2011, Pengenalan Suara Alat Musik Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Learning Vector Quantization (LVQ) Melalui Ekstraksi Koefisien Cepstral*, Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Diponogoro, Semarang.

[8] Suyanto, 2014, *Artificial Intelligence*, Revisi Ke-2, Penerbit Informatika. Bandung