Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)
Edisi. .. Volume. .., Bulan 20.. ISSN : 2089-9033

PERBANDINGAN DIVIDE AND CONQUER DAN EUCLIDEAN DISTANCE UNTUK SPEECH RECOGNITION PADA APLIKASI GAME CATUR

Agung Febrian Putra[1]

[1] Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung

E-mail : agungfebrianputra@yahoo.com[1]

ABSTRAK

Speech Recognition merupakan salah satu proses pengenalan suara yang tidak mempedulikan identitas orang yang mengucapkannya. *Speech Recognition* dapat diterapkan pada aplikasi – aplikasi yang menghasilkan hasil akhir berupa perintah (*Command & control*) dan aplikasi yang memungkinkan mengganti peranan *keyboard* dan *mouse* menjadi suara adalah *game*. Catur adalah sebuah permainan pikiran yang menggunakan bidak dan papan sebagai alat permainan. Proses pencocokkan merupakan salah satu proses pengenalan suara yang sangat penting, Karena sinyal suara yang dimasukan oleh user akan dicocokkan dengan data pada basis data. Maka dari itu, dibutuhkan suatu metode yang dapat melakukan pencocokkan dengan tingkat akurasi yang baik. Metode pencocokkan yang akan digunakan adalah *Divide and Conquer* dan *Euclidean Distance*.

Aplikasi game catur yang menggunakan *Speech Recognition* dan menerapkan metode pencocokkan *Divide and Conquer* dan *Euclidean Distance*, dibangun dengan tujuan untuk mengetahui algoritma manakah yang lebih akurat dalam melakukan pencocokkan dengan database. Aplikasi game ini juga menerapkan algoritma *Fast Fourier Transform* sebagai pengolahan sinyal suara dan algoritma *Least Mean Square* sebagai penghilang derau atau disebut juga *noise*.

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan aplikasi yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil *Euclidean Distance* lebih akurat diterapkan untuk *Speech Recognition* dibandingkan hasil *Divide and Conquer*.

Kata Kunci : Catur, Fast Fourier Transform, Least Mean Square, Divide and Conquer, Euclidean Distance.

1. PENDAHULUAN

Catur adalah sebuah permainan pikiran yang menggunakan bidak dan papan sebagai alat permainan. Permainan catur dapat dinikmati oleh siapa saja karena cara bermain yang menarik dan dapat dipahami oleh siapa saja. Permainan catur sudah banyak mengalami adaptasi ke dalam berbagai bidang seperti bidang komputer. Pada aplikasi *game* komputer, catur menggunakan *command & control* dalam penerapannya, yaitu menggunakan *keyboard* atau *mouse* untuk menggerakannya. Agar permainan catur pada komputer dapat dinikmati atau digunakan oleh siapa saja, jika mengganti penggunaan *keyboard* dan *mouse* menjadi perintah suara, game catur tersebut lebih dapat memfasilitasi atau menunjang banyak orang, bahkan oleh orang – orang berkebutuhan khusus (cacat fisik), karena cacat fisik merupakan hal yang seringkali dianggap suatu bencana bagi individu yang mengalaminya [1] dan membuat individu tersebut, kesulitan dalam melakukan sesuatu karena tidak ada fasilitas yang memadai. Proses perintah suara disebut juga dengan proses pengenalan suara.

Proses pengenalan suara adalah salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk dapat menerima masukan berupa kata yang diucapkan. *Speech Recognition* merupakan salah satu proses pengenalan suara yang tidak mempedulikan identitas orang yang mengucapkannya [2]. *Speech Recognition* dapat diterapkan pada aplikasi – aplikasi yang menghasilkan hasil akhir berupa perintah (*Command & control*) dan aplikasi yang memungkinkan mengganti peranan *keyboard* dan *mouse* menjadi suara. Salah satu aplikasi yang menerapkan hal tersebut adalah *game*.

Pada proses pengenalan suara, terdapat proses pengolahan sinyal suara yang bertujuan agar komputer dapat mengenali suara masukan oleh *user*. Proses pencocokkan merupakan salah satu proses pengenalan suara yang sangat penting, karena sinyal suara yang dimasukkan oleh *user* akan dicocokkan dengan data pada basis data. Hasil pencocokkan tersebut akan menjadi hasil akhir berupa suatu aksi atau gerakan yang akan dilakukan oleh komputer. Maka dari itu, proses pencocokkan sangat membutuhkan suatu metode yang sangat akurat dalam mengenali suatu data. Metode yang dapat diterapkan untuk melakukan pencocokkan, seperti *Divide and Conquer* dan *Euclidean Distance*.

Divide and Conquer merupakan algoritma yang berprinsip memecah – mecah dahulu permasalahan yang besar menjadi bagian – bagian terkecil sehingga lebih mudah diselesaikan. Masalah yang bisa diselesaikan seperti pada masalah *array* 1 atau 2 dimensi yang mencari pasangan titik yang jaraknya terdekat atau disebut juga *Closest pair*. Pada penelitian Khrisna Nugraha [3], beliau berhasil menerapkan *Divide and Conquer* sebagai metode pencocokkan suara.

Euclidean distance merupakan metode perhitungan 2 buah titik dalam *Euclidean space*. *Euclidean space* berkaitan dengan *Teorema Phytagoras* dan biasanya diterapkan pada suatu *template array* yang berbasis 1, 2 atau 3 dimensi. Tapi juga sederhana jika diterapkan pada dimensi yang lebih tinggi [4]. Pada penelitian Damayanti Eva [5], beliau berhasil menerapkan *Euclidean distance* sebagai metode pencocokkan suara.

Berdasarkan kesamaan kedua metode yang dapat diterapkan pada suatu *array* 1 atau 2 dimensi dan telah berhasil diterapkan sebagai algoritma pencocokkan suara pada penelitian sebelumnya, maka kedua algoritma tersebut akan diterapkan pada suatu aplikasi pengenalan suara, lalu akan dilakukan perbandingan. Tujuan dilakukannya perbandingan adalah untuk mengukur ketepatan atau keakuratan dalam perhitungan dan pencocokkan pada suatu sistem pengenalan suara.

Berdasarkan hal – hal yang sudah dibahas sebelumnya maka akan dibangun aplikasi *game* catur yang membandingkan hasil implementasi *Divide and Conquer* dan *Euclidean distance* sebagai pencocokkan pola suara. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, dapat mengetahui algoritma manakah yang akan melakukan proses pencocokkan pola suara lebih baik pada nilai keakuratannya dan menentukan metode yang lebih baik untuk diterapkan pada *Speech Recognition* terhadap *game* catur.

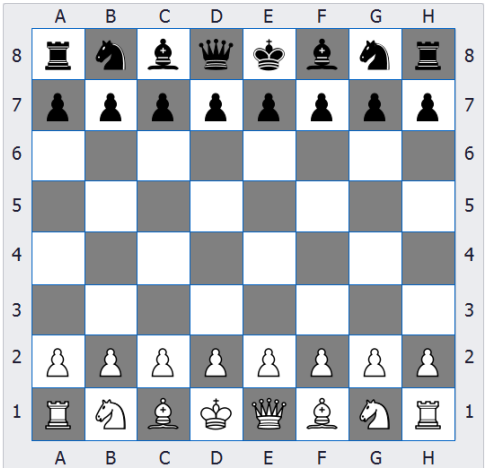
2. ISI PENELITIAN

2.1 Permainan Catur

Catur adalah *game* pikiran yang dimainkan oleh dua orang. Catur termasuk game strategi yang membutuhkan pemikiran untuk menyelsaikannya. Pecatur adalah orang yang memainkan catur, baik dalam pertandingan satu lawan satu maupun satu melawan banyak orang (dalam keadaan informal). Sebelum bertanding, pecatur memilih bidak catur yang akan dimainkan. Terdapat dua warna yang membedakan bidak catur, yaitu hitam dan putih. Pemegang bidak putih memulai langkah pertama, yang selanjutnya diikuti oleh pemegang bidak hitam secara bergantian sampai permainan selesai.

Sebelum bertanding, pecatur memilih warna bidak yang akan dimainkan. Pemegang bidak putih memulai langkah pertama, yang dilanjutkan oleh pemegang buah hitam secara bergantian. Setiap langkah hanya boleh menggerakkan satu bidak saja (kecuali untuk rokade di mana ada dua bidak yang bergerak). Bidak dipindahkan ke petak kosong, ataupun yang telah ditempati oleh bidak lawan, dan berarti menangkapnya lalu memindahkan bidak lawan keluar dari permainan. Ada pengecualian gerakan, yaitu untuk gerakan *en-passant*.

Tujuan permainan ini adalah mencapai posisi skak-mat, yaitu kondisi yang terjadi apabila raja terancam dan tidak bisa menyelamatkan diri ke petak lain.



Gambar 1. Papan Permainan catur

2.2 Suara

Suara kadang disebut juga sebagai gelombang akustik (gelombang akustik sesungguhnya merupakan kasus khusus dari gelombang elastik pada medium udara atau fluida) [6].

Suara merupakan suatu hal yang unik dan memiliki rentang yang bisa didengar dan tidak bisa didengar oleh manusia, mempunyai frekuensi tertentu dan juga intensitas. Batas frekuensi suara yang dapat di dengar oleh telinga manusia berkisar antara 20Hz (Hertz) sampai 20kHz (Kilo hertz). Satuan untuk mengukur intensitas suara tersebut adalah desibel (dB) diambil dari nama penemunya yaitu *Alexander Graham Bell*, penemu telepon. Satuan dari frekuensi suara adalah Hertz diambil dari nama seorang Fisikawan, *Heinrich Rudolf Hertz* untuk menghargai jasa atas kontribusinya dalam bidang *elektromagnetisme*.

2.3 Pengenalan suara

Pengenalan suara adalah suatu proses untuk mengenali huruf, kata atau kalimat yang diucapkan. Pengenalan suara lebih dikenal dengan istilah *Automatic Speech Recognition* atau *Computer Speech Recognition* dimana penggunaan sebuah mesin atau komputer untuk mengenali sebuah suara atau identitas seseorang dari suara yang diucapkan. Umumnya pengucap berbicara di depan komputer atau mesin, kemudian komputer atau mesin mengenali suara seseorang dengan tepat sesuai yang diucapkan. Pengenalan pola suara dikenali ke dalam

berbagai tingkatan tugas, pengenalan dalam tingkat sinyal akustik berupa uji tingkatan dalam susunan unit sub kata berupa fonem, kata, frase dan kalimat. Pengenalan suara huruf vokal merupakan dasar dari pengenalan suara sebab susunan kata merupakan susunan dari beberapa huruf salah satunya adalah huruf vokal sehingga jika diperoleh prinsip dasar proses pengenalan dari suara huruf vokal dapat digunakan dalam penelitian lebih lanjut.

2.4 *Artificial Intelligence*

Sebagian kalangan menerjemahkan *Artificial Intelligence* sebagai kecerdasan buatan, kecerdasan artifisial, intelijensia artifisial, atau intelijensia buatan. Istilah *Artificial Intelligence* sengaja tidak diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia karena istilah tersebut sudah sangat akrab bagi orang Indonesia. Begitu juga dengan singkatannya yaitu AI, sudah sangat melekat di berbagai media ilmiah maupun non-ilmiah.

Definisi AI dikelompokkan menjadi 4 kategori, yaitu *Thinking Humanly*, *Acting Humanly*, *Thinking Rationally* dan *Acting Rationally* [7].

2.5 Analisis masalah

Permainan catur merupakan suatu game strategi yang dapat dimainkan oleh 2 orang. Permainan menggunakan papan berwarna hitam dan putih dengan bidak sebagai alat permainannya. Terdapat 6 jenis bidak yang berbeda dengan langkah yang berbeda (Pion, Benteng, Kuda, Mentri, Ratu dan Raja) dan 64 kotak yang terdiri dari 8 kotak huruf (A, B, C, D, E, F, G, H) dan 8 kotak angka (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) yang semua kotaknya dapat dilalui oleh semua pion. Proses utama dalam *Speech Recognition* pada *game* catur ini adalah proses pencocokkan dengan kamus data. Proses tersebut bertujuan untuk memperoleh suara yang sesuai atau cocok agar menghasilkan hasil akhir berupa gerakan bidak catur dan merupakan suatu proses yang sangat penting karena merupakan proses dimana pengenalan pola suara terjadi. Kendala yang dihadapi pada proses pengenalan pola suara adalah menggunakan algoritma yang tepat untuk mendapatkan hasil yang akurat. Pada penelitian ini, digunakan 2 algoritma yang sama – sama dapat menghitung jarak dari suatu pola dan sukses diterapkan pada penelitian sebelumnya. Pola tersebut dapat diterapkan pada array 2 dimensi menyesuaikan dengan kamus data game catur ini. Tujuan penggunaan 2 metode tersebut adalah untuk melakukan perbandingan algoritma manakah yang lebih akurat dan lebih cocok diterapkan pada game catur ini.

2.6 *Pre-processing*

Sinyal suara yang akan diproses dalam pengolahan sinyal suara ini bersifat analog sehingga agar dapat di kenali oleh komputer, sinyal analog tersebut harus dikonversi menjadi sinyal digital yang berupa urutan angka yang dinamakan *analog to digital conversion.*



Gambar 2. Skema *analog to digital converter*

Keterangan konsep kerja ADC pada aplikasi ini, sebagai berikut:

1. *Sampling* adalah konversi sinyal kontinu dalam domain waktu menjadi sinyal diskrit, melalui proses *sampling* sinyal pada selang waktu tertentu. Sehingga jika $x0(t)$ adalah sinyal input, maka outputnya adalah $x0(t)$, dengan T adalah interval *sampling*.
2. *Quantization* adalah proses untuk membulatkan nilai data kedalam bilangan bilangan tertentu yang telah ditentukan terlebih dahulu.
3. *Coding* pada proses ini, tiap nilai diskrit yang telah didapat, di representasikan dengan angka binary n-bit.

2.6.1 Akuisisi data

Tahap ini adalah proses pengambilan data berupa sinyal suara yang diperoleh dengan cara merekam suara melalui mikrofon yang dihubungkan dengan komputer. Format perekaman suara yang digunakan adalah *.wav* dengan frekuensi sampling *bits/sample, channel* dan durasi rekaman yang sudah ditentukan terlebih dahulu.

2.6.2 *Windowing*

Untuk mengurangi proses *Frame blocking* yang disebabkan rendahnya jumlah *sampling rate*, dimana menyebabkan terjadinya kebocoran spektral (spectral leakage) atau aliasing dan membuat sinyal menjadi *discontinue*. Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kebocoran spektral, maka harus melewati proses *windowing*.

$$W_i = 0{,}54 - 0{,}46\cos(\tfrac{2\pi i}{N-1}), 0 \le n \le N-1 \qquad (1)$$

Berikut ini adalah representasi fungsi *Window Hamming* terhadap sinyal suara yang telah dimasukan.

$$X_i = D_i * W_i \qquad (2)$$

Dimana : X_i: Sinyal hasil *windowing*
D_i: nilai sinyal awal
W_i: nilai *window*

2.7 Algoritma *Fast Fourier Transform*

FFT (*Fast Fourier Transform*) adalah teknik perhitungan cepat dari DFT (*Discrete Fourier Transform*). Transformasi fourier diskrit atau disebut dengan *Discrete Fourier Transform* (DFT) adalah model transformasi fourier yang dikenakan pada fungsi diskrit, dan hasilnya juga diskrit. FFT adalah DFT dengan teknik perhitungan yang cepat dan memanfaatkan sifat periodikal (konjugasi) dari transformasi *fourier*.

$$F(x) = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} f(n)\,(\cos\left(\frac{2\pi nx}{N}\right) - \mathrm{j}\sin\left(\frac{2\pi nx}{N}\right)) \qquad (3)$$

Dimana : N: Jumlah data
$f(n)$: Nilai diskrit
π: Phi (3,14)

Untuk melihat nilai hasil FFT.

$$|F(x)| = [R^2 + I^2]^{1/2} \qquad (4)$$

Dimana : $f(x)$: Hasil perhitungan DFT
R: Bilangan Real
I: Bilangan Imajiner yang mengandung J

2.8 Algoritma *Least Mean Square*

Sistem *adaptif* merupakan suatu sistem yang mampu menyesuaikan dan dapat beadaptasi langsung dengan kondisi lingkunganya. *Least Mean Square* (LMS) adalah algoritma dalam *filter adaptif* digunakan untuk memperbaiki koefisien filter (bobot) yang diharapkan yang nanti nya akan menghasilkan *error* yang sangat kecil.

$$\mathrm{d'(n)} = \mathrm{W_n} * (n) \qquad (5)$$
$$e(n) = d(n) - d'(n) \qquad (6)$$
$$\mathrm{W_{n+1}} = \mathrm{W_n} + \mu * \mathrm{e(n)} * \mathrm{(n)} \qquad (7)$$

Dimana : $\mathrm{W_{n+1}}$: Update koefisien filter
$\mathrm{W_n}$: Koefisien filter yang lama
$d(n)$: Nilai sinyal FFT
μ: Rate convergence
e(n): Error yang dihasilkan
(n): Sinyal masukan ke-n

Dengan alur sebagai berikut :

1. Pada waktu ke-n, bobot filter Wn diketahui.
2. Inisialisai awal: $Wn = 0$
3. Hitung *output* filter: d'(n) = $w(n) * x(n)$
4. Hitung estimasi *error*: e(n) = d(n) – d'(n)
5. Hitung bobot filter berikutnya: w(n+1)= w(n) + μ * e(n) * (n)
6. Lanjutkan ke: n = n+1

Algoritma LMS ini tidak memerlukan proses perhitungan yang rumit karena tidak membutuhkan perhitungan fungsi korelasi maupun perhitungan invers matriks. Sifat-sifat perhitungan yang sederhana ini akan dapat dengan mudah diterapkan dalam bentuk program komputer. Karena kemudahannya inilah algoritma LMS ini menjadi salah satu standar dan paling sering digunakan dalam perhitungan filter adaptif.

2.9 *Divide and Conquer*

Algoritma *Divide and Conquer* merupakan algoritma yang sangat populer di dunia ilmu komputer. *Divide and Con*quer merupakan algoritma yang berprinsip memecah-mecah permasalahan yang terlalu besar menjadi beberapa bagian kecil sehingga mudah untuk diselesaikan.

Pada peneletian ini, menggunakan perhitungan array 2 dimensi dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Urutkan data fitur suara dari bagian yang terkecil sampai terbesar.
2. Untuk setiap elemen data acuan pada *database*, dicocokan dengan data baru menggunakan *binary search*.
3. Hitung nilai peramalan *error* terkecil, menggunakan rumus MSE dan hasil terkecil adalah solusi atau *output* yang dihasilkan.

2.10 *Euclidean Distance*

Euclidean distance merupakan metode perhitungan 2 buah titik dalam *Euclidean space*. *Euclidean space* berkaitan dengan *Teorema Phytagoras* dan biasanya diterapkan pada suatu *template array* yang berbasis 1, 2 atau 3 dimensi. Pada permainan catur ini, menggunakan perhitungan *array* 2 dimensi.

$$\mathrm{d_{ij}} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (\mathrm{x_{ik}} - \mathrm{x_{jk}})^2} \qquad (8)$$

Dimana : d: Jarak
i: Nilai data masukan
j: Nilai pada template database

2.11 Analisis basis data

Basis data adalah kumpulan informasi yang disimpan di dalam komputer secara sistematik sehingga dapat diperiksa menggunakan suatu program komputer untuk memperoleh suatu informasi yang terkandung di dalamnya. Basis data pada aplikasi ini disebut dengan kamus data. Pada game catur ini, kamus data menyimpan informasi berupa gerakan bidak catur. Berbentuk *array* 2 dimensi dengan 3 bentukan yang berbeda.

Pion1	Pion2	Pion3	Pion4	Pion5	Pion6	Pion7	Pion8	Benteng1	Benteng2	Kuda1	Kuda2	Mentri1	Mentri2	Ratu	Raja

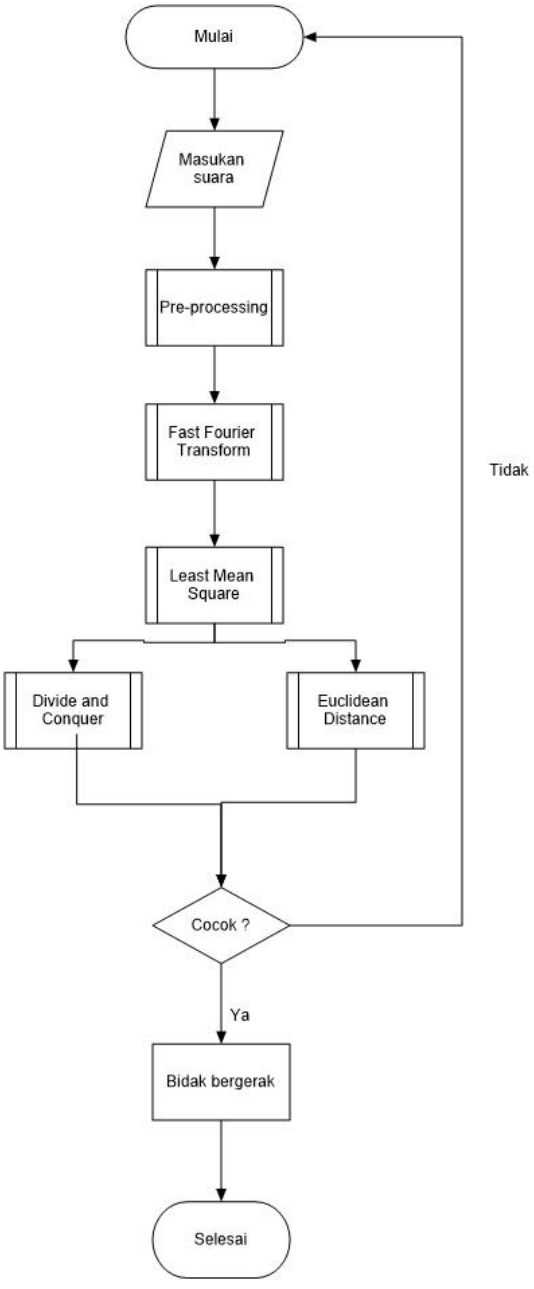
A	B	C	D	E	F	G	H

1	2	3	4	5	6	7	8

Gambar 3. Basis data permainan catur

2.12 Analisis Pengolahan sinyal suara

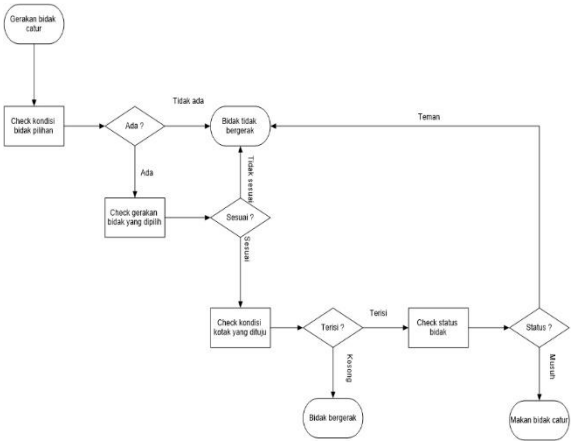
Dalam analisis pengolahan sinyal suara ini dibagi menjadi beberapa tahap, tahap pertama yaitu *pre-processing* atau mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dengan menggunakan *analog to digital converter*, tahap selanjutnya adalah proses *Fast Fourier Transform*, lalu hasil dari proses FFT akan di filter untuk dikurangi *noise* nya. Kemudian akan dicocokan menggunakan algoritma *Divide and Conquer* dan *Euclidean Distance*.



Gambar 4. *Flowchart* Pengolahan sinyal suara

2.13 Analisis gerakan bidak catur

Setelah proses pencocokkan berakhir dan menghasilkan pencocokkan yang sesuai dengan basis data, maka bidak catur akan bergerak.



Gambar 5. Alur gerakan bidak catur

Langkah pertama dari alur ini adalah *check* kondisi bidak pilihan apakah ada atau tidak. Jika ada, maka *check* gerakan bidak yang dipilih sesuai atau tidak. Jika sesuai, maka *check* kondisi kotak yang dituju apakah ada bidak atau tidak. Jika ada bidak, *check* kondisi bidak tersebut musuh atau teman. Jika musuh, bidak bergerak dengan memakan bidak musuh.

2.14 Analisis gerakan NPC

NPC merupakan kepanjangan dari *Non Player Character* yang artinya kemampuan suatu komputer melakukan tindakan balasan dari suatu aksi sistem. Kemampuan ini merupakan suatu *Aritificial Intelligent* atau disebut juga kecerdasan buatan. Pada game catur ini, NPC diterapkan pada bidak musuh, yaitu bidak hitam. Gerakan bidak catur NPC selalu menyesuaikan dengan gerakan bidak putih.

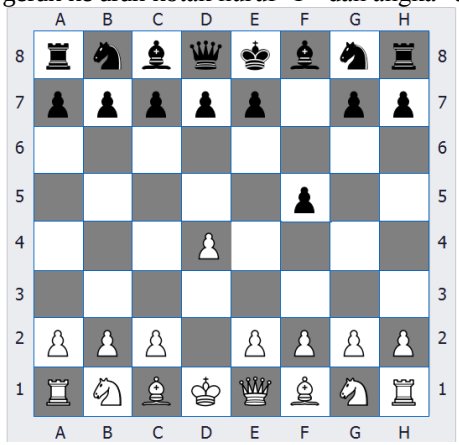
2.14.1 Gerakan balasan NPC

Pada game catur ini, contoh gerakan yang telah dilakukan oleh pemain bidak putih adalah gerakan PION4 - D – 4 yang artinya pion dengan nomor urut “4” bergerak ke arah kotak huruf “D” dan angka “4”. Setelah pion berpindah dari posisi awal ke kotak tujuan, musuh yang menggunakan AI, akan melakukan tindakan balasan. Tindakan balasan yang dapat dilakukan oleh AI, sebagai berikut:

1. PION1 – A – 5
2. PION2 – B – 5
3. PION6 – F – 5
4. PION7 – G – 5
5. PION8 – H – 5

Menurut langkah AI diatas, AI akan memikirkan langkah yang terbaik yang dapat dilakukan sekarang dan untuk mengantisipasi langkah musuh kedepan, maka gerakan pion yang akan dilakukan adalah

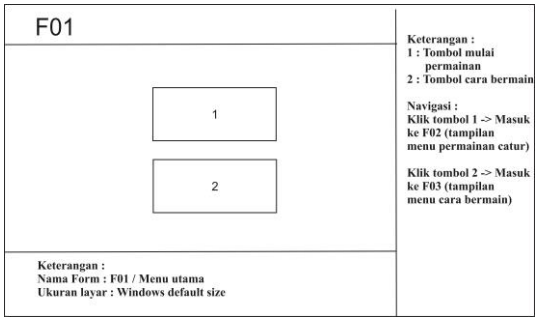
PION6 – F – 5 yang artinya pion nomor urut "6" bergerak ke arah kotak huruf "F" dan angka "5".



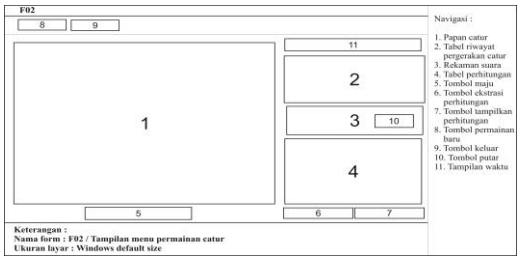
Gambar 6. Gerakan NPC

2.15 Perancangan antarmuka

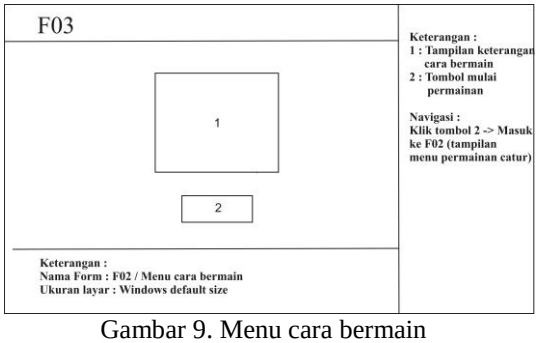
Perancangan antarmuka dibutuhkan untuk mewakili keadaan sebenarnya dari aplikasi yang akan dibangun. Perancangan antarmuka pada aplikasi ini adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Tampilan awal



Gambar 8. Menu permainan catur



Gambar 9. Menu cara bermain

2.16 Pengujian sistem

Dalam pengujian pengenalan suara ini, format masukan suara yang digunakan adalah sesuai dengan permainan catur. Format rekam suara dibagi 3 yang setiap masukan suaranya diberi jeda 1 detik. Berikut format suara yang telah ditentukan sebagai berikut:

1. Pion yang akan digunakan.
2. Kotak huruf yang akan dituju.
3. Kotak angka yang akan dituju.

Terdapat 10 orang yang terdiri dari 5 orang perempuan dan 5 orang laki – laki yang akan menjadi penguji dengan kriteria sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria penguji

Kriteria	Umur Laki – laki	Umur perempuan
Anak – anak	8 Tahun	8 Tahun
Remaja	17 Tahun	18 Tahun
Dewasa 1	34 Tahun	32 Tahun
Dewasa 2	53 Tahun	52 Tahun
Lansia	74 Tahun	70 Tahun

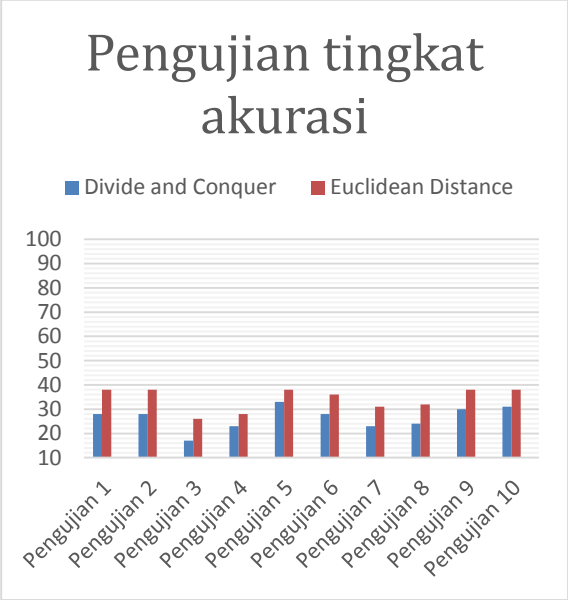
Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa kriteria tersebut memenuhi tahapan – tahapan yang mencakup keseluruhan tahapan kehidupan manusia. Kriteria tersebut dibagi menjadi 2 golongan yaitu pria dan wanita. Berdasarkan umur – umur yang disesuaikan dengan kriterianya.

Menggunakan 10 gerakan bidak catur yang berbebeda dan mewakili hampir semua gerakan bidak catur. Untuk setiap pengujian, satu pemain akan melakukan 10x masukan suara.

Tabel 2. Pengujian gerakan bidak catur

Pengujian ke -	Bidak bergerak		
	Format 1	**Format 2**	**Format 3**
1	Pion2	B	4
2	Pion7	G	3
3	Benteng1	A	5
4	Benteng2	H	6
5	Kuda1	D	2
6	Kuda2	G	3
7	Mentri1	B	2
8	Mentri2	E	2
9	Ratu	D	6
10	Raja	E	2

Berikut ini merupakan hasil dari 10 kali masukan suara dari 10 orang yang berbeda berdasarkan 10 pengujian dengan total keseluruhan 1.000 data yang digambarkan dengan grafik dibawah ini:



Gambar 10. Grafik pengujian tingkat akurasi

Berdasarkan data di atas, maka dapat dihitung rata – rata akurasi untuk setiap metode pencocokan menggunakan rumus rata – rata berkelompok sebagai berikut:

Tabel 3. Rata – rata pengujian *Divide and Conquer*

Rentang nilai hasil pengujian	**Titik tengah (xi)**	**Frekeunsi (fi)**	$fi * xi$
1 – 10	5.5	0	0
11 – 20	15.5	1	15.5
21 – 30	25.5	7	178.5
31 – 40	35.5	2	71
41 – 50	45.5	0	0
51 – 60	55.5	0	0
61 – 70	65.5	0	0
71 – 80	75.5	0	0
81 – 90	85.5	0	0
91 – 100	95.5	0	0
Jumlah		10	265

Dengan begitu dapat di hitung rata – rata data berkelompok dan tingkat akurasinya sebagai berikut:

$$x = \frac{265}{10}\% = 26.5\%$$

Tabel 4. Rata – rata pengujian *Euclidean Distance*

Rentang nilai hasil pengujian	**Titik tengah (xi)**	**Frekeunsi (fi)**	$fi * xi$
1 – 10	5.5	0	0
11 – 20	15.5	0	0
21 – 30	25.5	2	51
31 – 40	35.5	8	284
41 – 50	45.5	0	0
51 – 60	55.5	0	0
61 – 70	65.5	0	0
71 – 80	75.5	0	0
81 – 90	85.5	0	0
91 – 100	95.5	0	0
Jumlah		10	335

Dengan begitu dapat di hitung rata – rata data berkelompok dan tingkat akurasinya sebagai berikut:

$$x = \frac{335}{10}\% = 33.5\%$$

3. PENUTUP

Kesimpulan merupakan ringkasan yang diambil dari pembahasan perangkat lunak yang dibuat, dimana perangkat lunak yang dibuat adalah aplikasi game catur menggunakan *Speech Recognition* dan membandingkan penerapan algoritma *Divide and Conquer* dan *Euclidean Distance*, sedangkan saran diberikan untuk penggunaan sistem ini yang merupakan hasil perancangan yang dapat menjadi bahan referensi untuk meningkatkan kinerja sistem ini agar lebih baik.

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap pembangunan aplikasi game catur yang menerapkan perbandingan *Divide and Conquer* dan *Euclidean Distance* terhadap speech recognition, maka dapat disimpulkan bahwa hasil *Euclidean Distance* lebih akurat untuk diterapkan pada *Speech Recognition* dibandingkan hasil *Divide and Conquer*.

3.2 Saran

Agar aplikasi ini dapat berkembang ke depannya, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut yaitu:

1. Meningkatkan hasil dari proses pengolahan sinyal suara yang diterima oleh komputer. Agar menghasilkan nilai yang lebih baik dibandingkan menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform*.
2. Mengganti semua peranan *click button* menjadi *command voice*, agar lebih menjangkau banyak golongan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Park, J.H., Faulkner, J., &Schaller, M. (2003). “Evolved Disease-Avoidance Processes And Contemporary Anti-Social Behavior: Prejudical Attitudes And Avoidance Of People With Physical Disabilities. Journal of Nonverbal Behaviour 27(2)”.

[2] Fahri Firdausillah, Ika Novita Dewi, Catur Supriyanto. “Sphinx-4 Indonesian Isolated Digit Speech Recognition”. Journal of Theoretical and Applied Information Technology.Volume 53.No.1. Halaman 40. 2013.

[3] Nugraha, K. 2011, "Aplikasi Perintah Suara Dengan Metode Fast Fourier Transform dan Divide and Conquer pada simulasi rumah pintar". Program Sarjana. Universitas Komputer.

[4] Elena Deza , Michel Marie Deza, “Encyclopedia of Distances”, Springer, 2009, page 94

[5] Damayanti E, Suhartono T, Koredianto U. 2014, "Perbandingan Metode Pengenanaln Sinyal Bicara Berbahasa Indonesia Berbasi Statistik Terhadap Pengenalan Suara Berbasis Frekuensi", Program Magister. Telkom University.

[6] Ishaq, M. 2007, Fisika Dasar Edisi 2. Bandung : Penerbit Graha Ilmu.

[7] Suyanto, Artificial Intelligence, Bandung: Informatika, 2007.