

PENERAPAN ALGORITMA DETEKSI PITCH MENGGUNAKAN MODUL PITCHFINDER PADA GAME PLATFORM SEBAGAI GAMIFIKASI UNTUK MEMBACA NOTASI ANGKA

Nicollas Edgar Septandita Hariyanto, Ali Mahmudi, Nurlaily Vendyansyah
Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
nicolas10edgar@gmail.com

ABSTRAK

Dasar teori musik yang perlu dipelajari salah satunya adalah kemampuan membaca notasi angka. *National Association for Music Education* dalam blognya tentang Literasi Musik dan Relevansi Notasi Musik mengatakan secara umum terjadi penurunan tentang pengetahuan cara membaca dan menyanyi notasi musik. Hampir pada semua kasus, faktor yang menyebabkan buta notasi angka terjadi karena pengajaran yang buruk atau tidak ada pengajaran sama sekali. Diperlukan pengajaran yang baik untuk mengenalkan notasi musik. Model yang dapat digunakan oleh pendidik yaitu model pembelajaran berbasis game. Dari permasalahan tersebut penulis membuat sebuah aplikasi permainan berbasis *mobile* yang dapat digunakan sebagai metode pembelajaran alternatif gamifikasi untuk memahami notasi angka dengan menggunakan modul *pitchfinder* sebagai modul yang mampu mendeteksi nada.

Modul *pitchfinder* adalah sekumpulan fungsi yang siap pakai untuk tujuan algoritma deteksi nada menggunakan bahasa *javascript*. Modul ini mampu didukung untuk aplikasi *browser* komputer. Algoritma deteksi nada yang dapat dipakai pada modul ini yaitu: *YIN*, *AMDF*, *Dynamic wavelet*, dan *Autocorrelation function*. Metode yang memiliki tingkat akurasi dan kecepatan deteksi seimbang menurut sumber dari modul adalah fungsi deteksi nada menggunakan metode *YIN*.

Hasil penelitian ini berupa aplikasi berbasis *mobile* yang memiliki permainan menggunakan suara sebagai kontrol untuk mendapatkan nilai setinggi-tingginya. Aplikasi dilengkapi dengan fitur *tuner tool* dan instruksi untuk memainkan permainan aplikasi dengan judul *sing to hit mole*.

Kata kunci : Algoritma deteksi nada, *Pitchfinder*, Gamifikasi, Notasi angka, *Mobile*

1. PENDAHULUAN

Musik sudah banyak dinikmati banyak orang sejak abad pertengahan hingga masa kini. Menurut kamus besar bahasa Indonesia musik adalah susunan irama atau nada yang tersusun secara khusus sehingga menghasilkan keharmonisan. Dalam teori musik ada beberapa unsur yang perlu dipelajari terlebih dahulu salah satunya adalah kemampuan membaca notasi angka.

Menurut *National Association for Music Education* dalam blognya tentang Literasi Musik dan Relevansi Notasi Musik mengatakan secara umum terjadi penurunan tentang pengetahuan cara membaca dan menyanyi dari notasi musik. Tulisan pada blog tadi memiliki relevansi dengan yang ditemui di masyarakat, bahwa orang bisa bernyanyi atau menciptakan musik tanpa perlu belajar notasi angka. Padahal jumlah peningkatan produksi seni pertunjukan musik tidak sebanding dengan kualitasnya.

Hampir pada semua kasus, faktor yang menyebabkan buta notasi angka terjadi pada musisi karena pengajaran yang buruk atau tidak ada pengajaran sama sekali. Belajar membaca itu sulit, dan belajar membaca notasi angka juga sulit bagi kebanyakan orang. Diperlukan pengajaran dan penelitian yang lebih baik tentang cara mengajar membaca musik.

Salah satu model yang dapat digunakan oleh pendidik yaitu model pembelajaran berbasis game. Model game digunakan sebagai proses belajar yang dirancang menjadi kejadian yang dialami sendiri oleh peserta, kemudian dibawa dalam proses refleksi untuk menjadi pemahaman yang mendalam.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis ingin merancang suatu aplikasi game sebagai model pembelajaran yang mampu menarik minat peserta untuk mampu membaca atau membunyikan notasi angka. Penelitian ini akan menggunakan media *mobile* dan menerapkan modul *pitchfinder* yang bisa mendeteksi suatu pitch atau nada dasar sebagai fitur khusus pada game ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian Daniel Stevanus dkk. Dengan judul “Pembuatan *Game Arcade* Dengan Kendali Tongkat dan Deteksi Suara” mampu mengembangkan suatu aplikasi *game* yang menggabungkan beberapa teknologi. Diantaranya adalah pendeteksian tongkat menggunakan metode *Haar Training* dan pendeteksi suara dengan memanfaatkan *Speech API*. Pada hasil penelitian ini, aplikasi mampu mendeteksi tongkat dan suara dengan baik walaupun memiliki batasan jarak maksimal dan intensitas cahaya untuk proses deteksi [7].

Pada tahun 2018 penelitian yang berjudul *Klasifikasi Jenis Kelamin Berdasarkan Pitch Suara Menggunakan Metode Pitch Detection Algorithm* (Pratama, 2018) dari metodologi yang telah dilakukan didapat akurasi yang belum cukup tinggi dikarenakan pitch suara sangat dipengaruhi oleh *volume* suara, kualitas mikrofon, durasi rekaman, kompresi *file* yang disebabkan oleh karena proses perekaman yang dilakukan menggunakan *tools* dari aplikasi jejaring sosial *Line*, dan *noise* yang masih terdapat pada beberapa rekaman [2].

Pada tahun 2016 penelitian yang berjudul “Implementasi *Fast Fourier Transform* Pada Pengenalan Nada Piano Berbasis *Android*” (Safaat, 2016) menggunakan metode *FFT* untuk mendeteksi kunci standar mayor dan minor. Proses kerja aplikasi dimulai dengan memasukkan input suara dengan format *wave*. *File* tersebut dilakukan *sampling* dengan *sample rate* 44100Hz. *File* kemudian dibagi menjadi beberapa *frame*. Dari kumpulan *frame* dibutuhkan *windowing* agar sinyal tidak diskontinu. Proses dilanjutkan dengan transformasi sinyal diskrit menjadi sinyal frekuensi menggunakan *FFT*. Terakhir dilakukan perhitungan jarak terdekat dengan data latih menggunakan *Euclidean Distance*. Setelah melakukan pengujian sebanyak 24 sampel didapatkan nilai akurasi 70,83% dan *error* 29,16% [3].

Pada tahun 2018 penelitian dengan judul *Aplikasi Pengevaluasi Ketepatan Nada Penyanyi Paduan Suara Berbasis Android* (Takarendengan, 2018) mengembangkan aplikasi yang digunakan sebagai sarana untuk kelompok paduan suara sebagai evaluasi ketepatan penyanyi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan pengujian fungsional *black box* aplikasi yang berfungsi dengan baik, namun tidak menunjukkan hasil pengujian deteksi nada aplikasi. [4]

Pada penelitian Diany dan Wibowo tahun 2021 yang berjudul “Penerapan *Multimedia Development Life Cycle* Pada Game Edukasi Pembelajaran Lagu Nasional Dan Lagu Daerah Berbasis *Android*” mengembangkan aplikasi game penerapan metode *Multimedia Development Life Cycle* yang terdiri dari enam tahapan. Aplikasi ini merupakan game edukasi yang dapat digunakan *user* untuk bermain sekaligus belajar menebak lagu daerah atau nasional yang ada di Indonesia. Hasil perhitungan kuesioner yang diperoleh untuk pengujian kelayakan aplikasi memiliki presentase 78% baik, 21,2% cukup baik dan 0,8% buruk. [5].

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Pengertian Musik

Musik pada hakikatnya adalah cabang dari seni pertunjukan yang menggunakan bunyi sebagai media penciptaannya. Dari sudut pandang penikmatnya, musik dipahami sebagai bahasa karena memiliki karakteristik yang mirip dengan bahasa. Berkaitan dengan ini Machlis (1963, 4) memahami musik sebagai bahasa emosi yang tujuannya untuk mengkomunikasikan pemahaman. Seorang filsuf Jerman, Nietzsche, meyakini bahwa musik tidak diragukan memberikan kontribusi positif bagi kehidupan manusia. Dalam

kenyataannya musik memang memiliki peran atau fungsi yang sangat penting sehingga manusia tidak bisa lepas dari keberadaan musik

2.2.2. Notasi Angka

Notasi adalah sebuah alat untuk merekam dan menyampaikan informasi dalam bentuk visual pada musik. Ada dua jenis notasi yang umum digunakan, yaitu notasi angka dan notasi balok. Notasi angka adalah sistem penulisan lagu yang menggunakan simbol-simbol angka. Angka yang dipakai adalah sebagai berikut: do (1), re (2), mi (3), fa (4), sol (5), la (6), si (7)

2.2.3. Algoritma Deteksi Nada

Algoritma deteksi nada adalah komputasi yang digunakan untuk memperkirakan *pitch* atau frekuensi dasar dari sebuah sinyal digital atau notasi musik. Algoritma ini dapat dilakukan dalam domain waktu, domain frekuensi atau keduanya. Algoritma deteksi nada dapat digunakan untuk berbagai konteks seperti pencarian informasi musik, *speech coding*, sistem pertunjukan musik dan beberapa kebutuhan lainnya yang berhubungan dengan *pitch estimation*.

2.2.4. Modul Pitchfinder

Modul *pitchfinder* adalah sekumpulan fungsi yang siap pakai untuk tujuan algoritma deteksi nada menggunakan bahasa javascript. Modul ini mampu didukung untuk aplikasi browser komputer dan node. Algoritma deteksi nada yang dapat dipakai pada modul ini yaitu: YIN, AMDF, Dynamic wavelet, dan *Autocorrelation function*. Metode yang memiliki tingkat akurasi dan kecepatan deteksi seimbang menurut sumber dari modul adalah fungsi deteksi nada menggunakan metode YIN. Modul *pitchfinder* dapat digunakan secara bebas untuk proses pengembangan aplikasi yang memiliki fitur deteksi nada. Modul dapat diunduh melalui halaman dari url berikut: <https://github.com/peterkhayes/pitchfinder>.

2.2.5. Gamifikasi

Gamifikasi adalah istilah yang digunakan pertama kali oleh Nick Pelling pada presentasi dalam acara TED di tahun 2002. Gamifikasi adalah pendekatan yang menggunakan elemen-elemen di dalam game dengan tujuan memotivasi pelajar dalam proses belajar dan memaksimalkan perasaan *engagement* terhadap proses pembelajaran tersebut. Gamifikasi menggunakan unsur mekanik permainan untuk memberikan solusi praktis dengan cara membangun ketertarikan. Gamifikasi mempunyai potensi yang sangat besar dalam membangun motivasi pada proses pembelajaran. Di samping meningkatkan motivasi gamifikasi juga mempunyai beberapa aspek yang unggul dibandingkan metode pembelajaran konvensional. Karakteristik dari permainan yang digunakan untuk pembelajaran ini mampu membuat siswa memahami materi dengan cara yang lebih menarik dan meningkatkan keterikatannya terhadap materi tersebut. Model pembelajaran permainan berkaitan dengan umpan balik yaitu siswa bisa melakukan interaksi dan melakukan refleksi tentang kesimpulan dari hasil tindakan yang dialami dalam *game*.

Model pembelajaran gamifikasi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan model pembelajaran lainnya:

1. Belajar jadi lebih menyenangkan.
2. Mendorong pelajar untuk menyelesaikan aktivitas belajarnya.
3. Membantu pelajar lebih fokus dan memahami materi yang sedang dipelajari.
4. Memberi kesempatan pelajar untuk berkompentensi, eksplorasi dan berprestasi dalam kelas.

Gamifikasi dapat diterapkan di banyak bidang ilmu dengan tujuan meningkatkan ketertarikan penggunaannya, diantaranya:

1. Edukasi, gamifikasi ditujukan untuk meningkatkan motivasi belajar penggunaannya
2. Marketing, gamifikasi dapat digunakan untuk meningkatkan efektifitas promosi suatu produk

Health, banyak aplikasi kesehatan yang menggunakan gamifikasi, dengan tujuan orang tersebut rajin berolahraga atau mau menjaga asupan gizinya.

2.2.6. Game Arcade

Permainan *arcade* adalah *genre game* yang tidak berfokus pada cerita. Fokus permainan arcade adalah refleks dari pengguna untuk mendapatkan poin sebanyak-banyaknya atau mencapai level setinggi-tingginya. Permainan ini menampilkan lebih sedikit teka-teki, pemikiran kompleks atau keahlian strategi.

Mesin *game arcade* populer pada akhir tahun 1970-an sampai akhir tahun 1990-an, sebelum mulai kehilangan penggemarnya sejak hadirnya game konsol. Mesin *game arcade* bekerja menggunakan koin, maka tidak jarang game ini disebut dengan nama *coin up*.

2.2.7. Android

Android pertama kali dikembangkan oleh perusahaan Android inc yang merupakan perusahaan baru di bidang sistem operasi untuk ponsel. Tahun 2005 merupakan tahun yang penting bagi perkembangan Android, karena saat itu Google membeli perangkat lunak ini dan memulai upayanya untuk membuat standar terbuka bagi perangkat seluler. Dalam upaya tersebut, Google memutuskan untuk merilis kode-kode Android dengan menggunakan lisensi Apache, yaitu sebuah lisensi perangkat lunak bebas dan terbuka untuk perangkat selular.

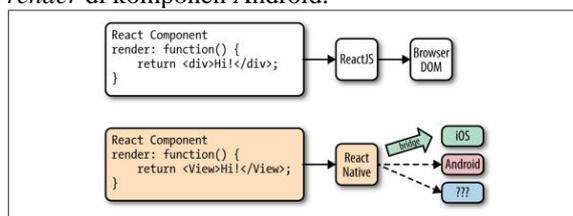
Android adalah sistem operasi atau platform yang berbasis linux sama seperti produk-produk sistem operasi Microsoft Windows. Perbedaanya platform ini berjalan di perangkat *mobile*. Android memiliki sedikit kelebihan yaitu bersifat *open source* dan didukung oleh standard penerbitan API (Mulyadi, 2010).

2.2.8. React Native

React Native merupakan *framework* yang berbasis *JavaScript* dari pengembangan *native* dan *react*. *React Native* pertama kali diluncurkan oleh perusahaan media sosial Facebook pada tahun 2015 dan bersifat *open source*. Pada tahun 2018 *React Native* mencapai posisi kedua terbanyak dengan

jumlah kontributor untuk semua repository di github. Jumlah ini menunjukkan dukungan dan komunitas untuk framework *React Native* yang sangat besar. *Framework* ini digunakan untuk mengembangkan aplikasi *mobile* dalam dua sistem operasi secara bersamaan, yaitu android dan iOS.

Cara kerja *React Native* sama dengan *React* untuk web, *React Native* ditulis menggunakan gabungan dari *JavaScript* dan XML-esque markup atau dikenal dengan *JSX*. *JSX* adalah ekstensi *React* untuk *javascript*. Sintaks *JSX* mirip seperti *HTML*, sehingga membuat pengembang lebih gampang menyusun elemen pada komponen *React*. *React Native* menggunakan jembatan seperti *Objective-C API* untuk *render* di komponen iOS atau *Java* untuk melakukan *render* di komponen *Android*.



Gambar 1. Proses eksekusi kode *React Native*

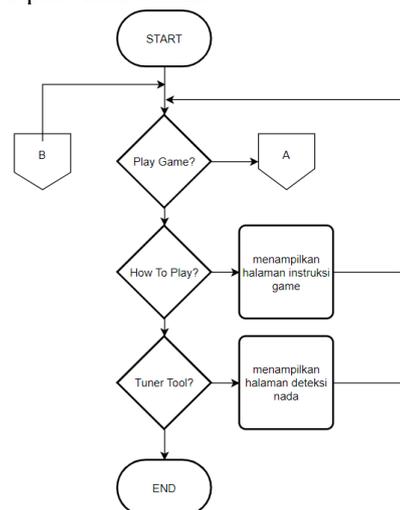
2.2.9. Javascript

JavaScript merupakan bahasa pemrograman yang dibangun oleh *Pluralsight*. Fungsi *JavaScript* digunakan dalam pengembangan aplikasi *mobile*, pengembangan *game*, dan *website* hingga *database*. *JavaScript* memiliki dua cara kerja dari sisi *client* dan sisi *server*. *JavaScript* dari sisi *client* bekerja dalam mengubah tampilan *website*, sedangkan dari sisi *server javascript* bisa digunakan dalam kebutuhan *database*

3. METODE PENELITIAN

3.1. Flowchart Game

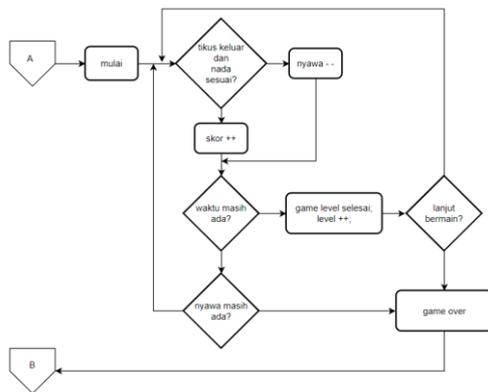
Flowchart sistem ini menjelaskan proses yang dilakukan pada menu utama.



Gambar 2. Flowchart menu utama

User akan ditampilkan menu utama saat masuk ke aplikasi dan dihadapi pada 3 kondisi. Jika user memilih *button play game* maka proses dilanjutkan ke flowchart pada gambar 3. Apabila user memilih *button how to play* maka user akan ditampilkan halaman *how*

to play. Kemudian setelah tampilan selesai maka alur diarahkan kembali ke kondisi pertama. Jika user melewati proses yang sama dan sudah melalui 2 kondisi maka user akan diarahkan pada kondisi terakhir. Jika user memilih *button tuner tool* maka user akan ditampilkan halaman untuk mendeteksi nada. Jika proses sudah selesai user diarahkan kembali ke sebelum kondisi pertama. Apabila user melewati semua kondisi maka proses user pada menu utama berhenti.

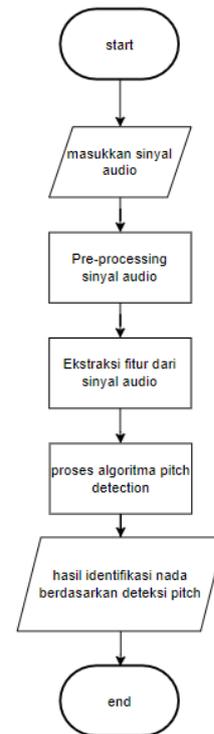


Gambar 3. Flowchart play game

Pada proses *flowchart* gambar 3 user melanjutkan alur dari *flowchart* gambar 2. Alur dimulai dengan simbol proses mulai dan dilanjutkan pada kondisi apakah tikus keluar dan nada yang dibunyikan sesuai. Jika benar maka alur dilanjutkan menuju proses bertambahnya skor. User masuk pada simbol kondisi apakah waktu bermain masih ada. Jika benar maka lanjut ke proses kondisi apakah nyawa user masih ada. Jika benar user akan mengulangi proses sebelum kondisi tikus keluar dan nada yang dibunyikan sesuai. Pada kondisi apabila tikus keluar dan nada yang dibunyikan tidak sesuai maka proses yang dilakukan adalah mengurangi nyawa pemain. Pada kondisi waktu masih ada jika sudah habis proses dilanjutkan pada tampilan *game level* waktu bermain selesai dan *level* bertambah. Proses dilanjutkan ke kondisi apakah lanjut bermain. Jika benar maka proses akan melewati permainan pukul tikus tanah. Jika pada kondisi nyawa sudah habis atau pemain tidak ingin melanjutkan permainan maka game berakhir. Pemain akan diarahkan pada proses *flowchart* gambar 2 pada halaman lain.

3.2. Flowchart Pitchfinder

Flowchart pitchfinder ini menjelaskan proses modul *pitchfinder* untuk mendeteksi nada dari sinyal *audio*.



Gambar 4. Flowchart modul pitchfinder

Proses dimulai dari mendapatkan input sinyal *audio* pada sistem. Kemudian dilakukan proses *pre processing* seperti filterisasi, *windowing*. Proses dilanjutkan untuk mendapatkan ekstraksi fitur dari sinyal *audio*. Ekstraksi fitur ini digunakan untuk mendapatkan deteksi nada menggunakan modul *pitchfinder*. Hasil identifikasi nada ditampilkan pada sistem dan proses berakhir.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Desain Tampilan

Tampilan ini menunjukkan halaman play game. Pada tampilan ini terdapat fitur skor untuk menghitung poin, tombol pause untuk jeda permainan, fitur notasi untuk mengetahui nada dasar sinyal audio dan game pukul tikus tanah sebagai tantangan pada game ini.



Gambar 5. Tampilan play game

4.2 Pengujian Multi Device

Pengujian *multi device* digunakan untuk melihat apakah *game* yang dikembangkan dapat berjalan pada beberapa spesifikasi perangkat *mobile* yang berbeda.

Tabel 1. Pengujian multi device

No	Fungsi	A	B	C
1.	Menampilkan menu utama	Sukses	Sukses	Sukses
2.	Menampilkan menu informasi <i>Play game</i>	Sukses	Sukses	Sukses
3.	Menampilkan menu <i>how to play</i>	Sukses	Sukses	Sukses
4.	Menampilkan menu <i>tuner tool</i>	Sukses	Sukses	Sukses
5.	Aplikasi mampu mendeteksi nada dasar	Sukses	Sukses	Sukses

Keterangan:

A. VIVO Y53s

- Ukuran : 6.58 inci
- RAM : 8 GB
- Os : Octa-core
- CPU : Android 11, Funtouch 11.1

B. Redmi Note 8

- Ukuran : 6.3 inci
- RAM : 3 GB
- Os : Android 11, MIUI 12.5
- CPU : Octa-core

C. SAMSUNG GALAXY A03

- Ukuran : 6.5 inci
- RAM : 4 GB

- Os : Android 11, One UI Core 3.1
- CPU : Octa Core

Berdasarkan tabel 1 dapat disimpulkan bahwa aplikasi dapat menampilkan halaman dan mendeteksi nada dasar dengan baik pada *device smartphone* berbeda dengan versi os *android*. Tampilan aplikasi juga tidak mengalami perbedaan untuk ukuran layar yang berbeda.

4.3 Pengujian Frekuensi

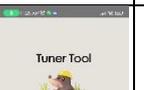
Pengujian frekuensi dilakukan dengan menggunakan aplikasi pihak ketiga untuk menyesuaikan nada yang dibunyikan dengan nada hasil deteksi dari modul *pitchfinder* pada aplikasi *sing to hit mole*. Aplikasi *perfect piano* digunakan sebagai perangkat untuk menghasilkan nada.



Gambar 6. Aplikasi perfect piano

Tabel 2. Hasil pengujian frekuensi

No.	Sampel nada	Hasil deteksi	Keterangan
1			Not perfect piano: C4 Hasil: C4. Sesuai
2			Not perfect piano: D4 Hasil : D4. Sesuai
4			Not perfect piano: C5 Hasil: C4 Tidak Sesuai

8			Not perfect piano: F4 Hasil: F3. Tidak Sesuai
---	---	---	--

Dari tabel di atas, didapatkan total data uji sebanyak 13 nada dengan 4 hasil nada tidak sesuai dan 9 hasil nada yang sesuai. Dari hasil tersebut dapat dihitung akurasi dan error yang dapat dihitung secara matematis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{\text{jumlah data sesuai}}{\text{jumlah data uji}} \times 100\%$$

Dari persamaan di atas, maka didapatkan nilai akurasi sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{9}{13} \times 100\%$$

$$Akurasi = 69,23\%$$

Error adalah tingkat ketidaksesuaian hasil deteksi aplikasi dengan not yang dibunyikan. Perhitungan matematis error adalah sebagai berikut:

$$Error = \frac{\text{jumlah data tidak sesuai}}{\text{jumlah data uji}} \times 100\%$$

Dari persamaan di atas, maka didapatkan nilai error sebagai berikut:

$$Error = \frac{4}{13} \times 100\%$$

$$Error = 30,77\%$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan dengan judul Penerapan Algoritma Deteksi Pitch Menggunakan Modul Pitchfinder pada Game Platform Sebagai Gamifikasi untuk Membaca Notasi Angka, maka penulis mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi mampu menerapkan algoritma deteksi nada menggunakan modul *pitchfinder* untuk mendeteksi nada.
2. Aplikasi memiliki fitur nilai, nyawa, animasi *spritesheet* tikus dan tombol pause dan resume untuk mendukung tampilan permainan.
3. Aplikasi mampu digunakan dengan baik pada smartphone dengan spesifikasi android minimal CPU android 11, RAM 4GB dan lebar layar 6 inci.

4. Modul *pitchfinder* mampu mendeteksi nada dengan jumlah akurasi 69,23% dan tingkat *error* 30,77%.
5. Notasi yang digunakan pada aplikasi ini adalah nada mayor dengan nada dasar do sama dengan C.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat penulis berikan untuk pengembangan selanjutnya :

1. Desain tampilan aplikasi dibuat lebih detail dan *friendly* agar semakin menarik bagi user.
2. Menambahkan fitur skor tertinggi pada aplikasi agar pemain dapat melihat riwayat nilai tertinggi yang pernah dicapai sebagai motivasi pemain lainnya.
3. Pengembangan aplikasi mobile pada versi sistem operasi ios agar mampu menjangkau pengguna yang lebih banyak tanpa terbatas spesifikasi perangkat *mobile* yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aru, A.M.W., 2018. E-modul seni budaya kelas XI: seni musik.
- [2] De La Cuadra, P., Master, A.S. and Sapp, C., 2001, September. Efficient pitch detection techniques for interactive music. In *ICMC*.
- [3] Dimpudus, J.K.L., Sambul, A.M. and Lumenta, A.S., 2022. Aplikasi Transliterasi Notasi Balok Menjadi Notasi Angka Menggunakan Format MusicXML. *Jurnal Teknik Informatika*, 17(1), pp.75-82.
- [4] Jusuf, H., 2016. Penggunaan gamifikasi dalam proses pembelajaran. *Jurnal TICom*, 5(1), pp.1-6.
- [5] Pratama, I.S. and Kurniadi, F.I., 2018. Klasifikasi Jenis Kelamin menggunakan Pitch Suara dengan metode Pitch Detection Algorithm. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, 2(1), pp.1-4.
- [6] Safaat, T., 2016. Implementasi Fast Fourier Transform pada pengenalan nada piano berbasis Android (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- [7] Stevanus, M.D., Ramadijanti, N. and Hakkun, R.Y., 2010. Pembuatan Game Arcade dengan kendali tongkat dan deteksi suara. *EEPIS Final Project*.
- [8] Takarendengan, M.M., Poekoel, V.C. and Najoan, X.B., 2018. Aplikasi Pengevaluasi Ketepatan Nada Penyanyi Paduan Suara Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(4).
- [9] Wibowo, A.P.W., 2021. Penerapan Multimedia Development Life Cycle Pada Game Edukasi Pembelajaran Lagu Nasional Dan Lagu Daerah Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 8(1), pp.92-99.