

Kerangka Model Perancangan Permainan Seluler Sebagai Teknologi Pendukung Bagi Anak Disabilitas

Melyani

Universitas Bina Sarana Informatika

E-mail: melyani.myn@bsi.ac.id

Article History:

Received: 17 Januari 2024

Revised: 25 Januari 2024

Accepted: 26 Januari 2024

Keywords: Permainan Seluler, Kerangka model, teknologi pendukung, Anak disabilitas, disabilitas motorik

Abstract: Permainan komputer telah muncul dalam dekade terakhir sebagai media potensial di luar hiburan. Terlepas dari popularitasnya, aksesibilitas game tetap menjadi perhatian utama berbagai peneliti. Populasi anak penyandang disabilitas motorik merupakan potensi sasaran pengembangan hiburan atau permainan untuk menunjang terapi karena minat bermainnya. Makalah ini menyajikan: (1) kerangka permainan mobile untuk anak berkebutuhan motorik khusus dengan menggunakan postur tangan sederhana dan (2) pohon keputusan xgboost sebagai pengidentifikasi postur tangan (akurasi pelatihan 98,48 persen dan akurasi pengujian 96,76 persen) sebagai prototipe postur tangan perintah berbasis sebagai teknologi bantu untuk berinteraksi dengan permainan.

PENDAHULUAN

Permainan komputer didefinisikan sebagai “permainan yang dimainkan di komputer” (dalam Raindy Wibisono dan Yulian Findawati, 2023) atau “permainan yang Anda mainkan di komputer atau pada peralatan elektronik portabel kecil,” Sederhananya, game seluler adalah permainan komputer yang dirancang untuk dijalankan di perangkat seluler seperti ponsel pintar. Dalam dekade terakhir, permainan komputer ada di mana-mana. Munculnya teknologi ponsel telah menjadi pendorong industri game yang berkembang pesat yang mencapai pendapatan \$94,4 miliar atau 87% dari pasar dunia (Wen, T., Wang, L., Gu, J., & Huang, B,2009)

Meskipun banyak sekali game yang dikembangkan oleh sejumlah besar produsen game dalam dekade terakhir; Sejauh pengetahuan kami, hanya ada beberapa game yang dirancang khusus untuk masyarakat dengan kondisi terbatas atau disabilitas sebagai segmen sasarannya. Di sisi lain, ukuran segmen ini cukup besar sehingga menjadi peluang besar bagi industri game untuk terjun. Misalnya saja di Indonesia, menurut laporan Kementerian Kesehatan pada tahun 2014 jumlah penyandang disabilitas berusia 0 tahun -59 tahun adalah sekitar 67,7 juta [1]. Sedangkan jumlah penyandang disabilitas di seluruh dunia adalah sekitar 15% dari total populasi [2]. Meskipun terdapat peluang besar bagi industri game, merancang game untuk masyarakat dengan kondisi terbatas masih merupakan masalah yang sulit. Salah satu tantangan yang tersisa namun juga menjadi kesenjangan penelitian dalam domain penelitian game adalah aksesibilitas game.

Aksesibilitas dalam konteks game dapat didefinisikan sebagai “kemampuan untuk memainkan game meskipun berfungsi dalam kondisi yang membatasi.” [3]. Penelitian yang dilakukan oleh [4] menyimpulkan bahwa kondisi pembatas yang mempengaruhi kemampuan

seseorang dalam bermain game terutama adalah: gangguan penglihatan, pendengaran, motorik, dan kognitif. Gangguan motorik, khususnya, adalah hilangnya atau keterbatasan fungsi kontrol otot atau keterbatasan mobilitas [5].

Dalam dekade terakhir, aksesibilitas game telah mendapat perhatian luas dari berbagai komunitas riset. Penelitian yang dilakukan oleh [6], misalnya, menyimpulkan bahwa aksesibilitas game merupakan aspek yang sangat penting dalam desain game karena alasan hukum, finansial, etika, dan medis. Selain itu, aksesibilitas game juga membuka peluang baru untuk memperluas lini produk game ke pasar. Salah satu peluang terkait aksesibilitas game adalah memposisikan game sebagai teknologi pendukung

Teknologi pendukung adalah istilah yang dipinjam dari dunia terapi medis yang merujuk pada produk atau layanan apa pun yang meningkatkan keberfungsian para penyandang disabilitas. Banyak penelitian menunjukkan beberapa bukti bahwa berpartisipasi atau terlibat dalam bermain game dapat berperan penting untuk meningkatkan efektivitas terapi medis tertentu pada penyandang disabilitas motorik [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kesenjangan penelitian dalam aksesibilitas game dengan mengusulkan kerangka desain pengembangan game mobile untuk membantu anak-anak penyandang disabilitas motorik berinteraksi dengan game yang mereka sukai. Kontribusi lain dari penelitian ini adalah mengusulkan antarmuka pengguna game yang mengadopsi teknologi pembelajaran mesin untuk memfasilitasi akses anak-anak penyandang disabilitas motorik menggunakan interaksi sederhana seperti postur tangan.

LANDASAN TEORI

Alasan Menyediakan Aksesibilitas Game

Menurut laporan International Game Developers Association (IGDA) pada tahun 2004, alasan utama penyediaan aksesibilitas game adalah sebagai berikut [8]. Pertama, meningkatkan kepuasan pengguna: motivasi utama gamer bermain game adalah untuk mencari kesenangan. Namun, membatasi kondisi fisik para gamer akan menghambat prestasi dalam bermain game. Kedua, menjangkau potensi pemain game yang lebih besar: di sebagian besar negara, terdapat persentase populasi yang dikategorikan sebagai penyandang disabilitas yang membutuhkan game untuk hiburan serta dukungan terapi. Segmen ini merupakan ceruk pasar yang penting bagi industri game. Ketiga, kepatuhan terhadap peraturan: Di banyak negara seperti Amerika Serikat, terdapat peraturan tentang aksesibilitas produk termasuk permainan untuk penyandang disabilitas. Keempat, fasilitasi pembelajaran keterampilan baru: dengan melatih gerakan bagian tubuh (otot dan sendi), penyandang disabilitas akan mendapatkan manfaat untuk mempelajari keterampilan baru atau manfaat terapeutik. Terakhir, memfasilitasi pembelajaran berbasis permainan, misalnya permainan untuk membantu masyarakat mengembangkan keterampilan sosial melalui permainan.

Akses Permainan bagi Disabilitas Motorik

IGDA [9] menyimpulkan bahwa kondisi utama yang membatasi kemampuan seseorang untuk bermain game adalah: masalah penglihatan, pendengaran, mobilitas, dan kognitif. Keterbatasan mobilitas, khususnya, dapat dikategorikan lebih jauh ke dalam: (1) kelumpuhan, (2) gangguan neurologis, (3) cedera stres berulang, (4) masalah terkait usia, (5) kurangnya mobilitas, dan (6) kurangnya kemampuan untuk bergerak. kemandirian.

Istilah “mobilitas” telah banyak digunakan dalam banyak konteks dengan berbagai arti. Dalam sepuluh tahun terakhir, munculnya permainan dan teknologi telepon seluler mengaitkan istilah ini

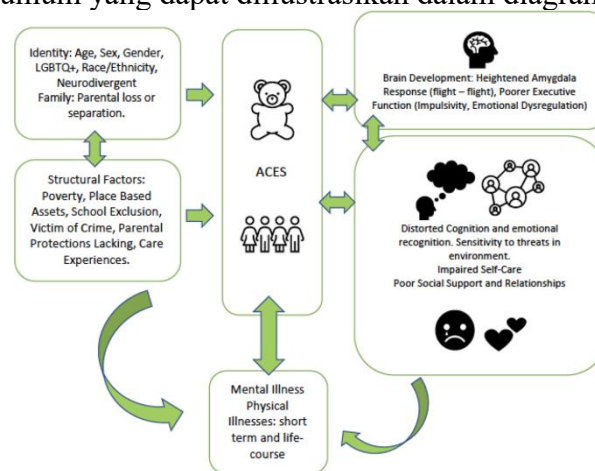
dengan perangkat keras permainan seluler dan portabel [10]. Arti berbeda diadopsi dalam konteks medis dimana mobilitas dikaitkan dengan cara manusia menggerakkan lengan, kaki, bahkan mata [11]. Dalam penelitian ini, disabilitas motorik (mobilitas disabilitas) mengacu pada kategori disabilitas yang paling luas dengan berbagai penyebab. Penyebab umum disabilitas motorik terutama adalah kelumpuhan, gangguan neurologis, cedera stres berulang, masalah terkait usia, dan kurangnya kemandirian [7] [12] [13]. Dari sudut pandang desain game, disabilitas atau gangguan motorik merupakan masalah desain game yang perlu diatasi.

Vickers, Istance & Heron [14] mengkategorikan berbagai pendekatan untuk mengimplementasikan aksesibilitas game menjadi dua pendekatan besar. Pertama, menambahkan solusi middleware ke game (pemirsa umum) yang sudah ada. Peran middleware adalah menghasilkan peristiwa perangkat antarmuka game standar dan meneruskannya ke sistem operasi untuk diproses oleh game target. Kedua, kerangka kerja yang dikembangkan sebagai pedoman untuk desain game dengan mempertimbangkan aksesibilitas game.

Di sisi pengembangan game, beberapa penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi beberapa kemungkinan cara bagi penyandang disabilitas motorik untuk berinteraksi dengan game. Misalnya gerak bagian tubuh [3], gerak kepala dan mulut [5], pelacakan mata [6], dan tatapan mata [11][10]. Terkait dengan penelitian tersebut, berbagai perangkat untuk memudahkan akses terhadap disabilitas motorik telah dikembangkan dalam satu dekade terakhir antara lain: Tombol Setting [5], Tombol Remapable [6], Konfigurasi Alternatif [7], Kontrol Kamera [8], Dapat Dipindahkan [9], Kemampuan makro [10], Simpan Titik [11], Klik untuk Memindahkan [12], Perangkat input [13], Kecepatan [14] dan Sensitivitas[3]. Oleh karena itu, tantangannya adalah bagaimana membangun kerangka kerja yang menyatukan berbagai teknologi sebagai pedoman bagi perancang game untuk mengembangkan game yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Kerangka Model/desain Perancangan Permainan untuk Anak Penyandang Disabilitas Motorik

Kerangka desain game untuk penyandang disabilitas telah mendapatkan perhatian penelitian. Misalnya, penelitian oleh [14] mengusulkan Kerangka Pengembangan Aksesibilitas Game (GADF) secara umum yang dapat diilustrasikan dalam diagram berikut.



Gambar 1. Kerangka Desain Game untuk Anak Disabilitas Motorik

Kerangka kerja GADF yang diusulkan menyarankan perancang game untuk membangun antarmuka pengguna adaptif yang secara otomatis dapat mendeteksi perangkat input yang akan digunakan oleh pemain game. Demikian pula dengan menggunakan analisis tugas, desainer game

dapat memilih gameplay yang sesuai dengan genre game berbeda untuk diimplementasikan. Meskipun banyak bagian dari permainan yang dirancang telah tercakup, kerangka yang diusulkan dirancang sebagai kerangka umum dan tidak menyebutkan kategori disabilitas tertentu.

Berbeda dengan kerangka yang diusulkan oleh [14] sebagai pedoman dalam merancang permainan untuk pemain game umum, kerangka yang kami usulkan bertujuan sebagai pedoman dalam merancang permainan yang ditargetkan untuk anak-anak dengan disabilitas motorik. Dengan tujuan tersebut, pilihan untuk menangkap interaksi menjadi lebih terbatas dibandingkan dengan permainan aksesibilitas game pada umumnya, bergantung pada bagian tubuh (misalnya jari, tangan, mata, kepala) yang dapat digerakkan.

Pembelajaran Mesin sebagai Pengenal Postur Tangan

Mengenali gerakan dari gambar adalah salah satu peluang baru untuk aksesibilitas game berkat munculnya teknologi pembelajaran mesin. Idenya adalah untuk mengembangkan modul antarmuka pengguna game yang tertanam dengan pembelajaran mesin terkait untuk mengenali bagian tubuh gamer yang mungkin ada. Misalnya : tatapan mata, gerak kepala, gerak tangan, postur tangan. Beberapa upaya untuk mengadopsi model pembelajaran mesin untuk mengenali gerakan manusia dari gambar yang ditangkap oleh kamera telah dilaporkan [15].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian terdiri dari beberapa langkah berulang yaitu:

1) Analisis Desain Game Seluler

Dalam penelitian ini, analisis desain permainan bertujuan untuk mencapai tujuan sebagai berikut: (1) mengidentifikasi kebutuhan fungsional agar permainan dapat memenuhi kebutuhan aksesibilitas tinggi bagi pemain dengan kondisi fisik terbatas, (2) mengidentifikasi beberapa teknologi alternatif untuk mengimplementasikan berbagai akses permainan bagi motorik. penyandang disabilitas sebagai pengguna sasaran, (3) mengembangkan usulan kerangka permainan yang mencerminkan penyediaan akses permainan bagi pemain anak-anak penyandang disabilitas motorik.

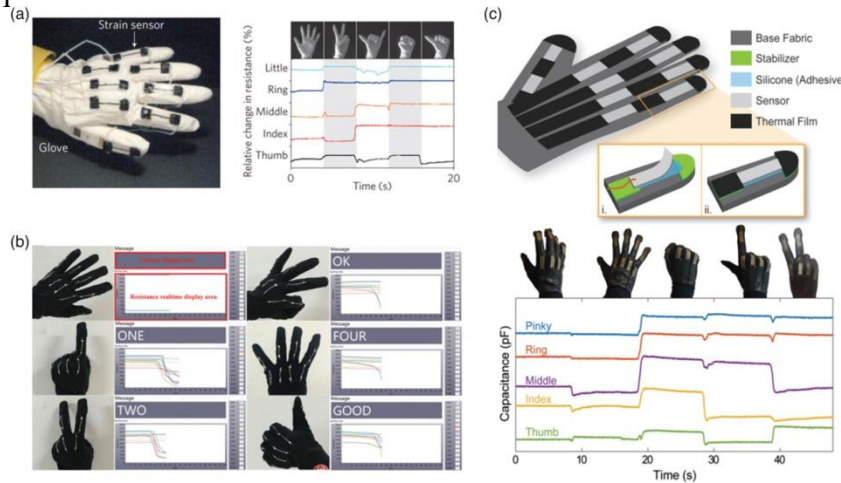
Analisis ini dilaksanakan dengan menggunakan beberapa teknik penelitian termasuk tinjauan pustaka terhadap laporan penelitian terkait yang tersedia dalam literatur. Hasil dari langkah ini adalah usulan kerangka desain game sebagai pedoman untuk merancang game mobile dengan aksesibilitas game yang tinggi, khususnya untuk anak-anak penyandang disabilitas motorik.

2) Kumpulan data

Data untuk penelitian ini adalah data sekunder yang digunakan dalam penelitian yang dilaporkan oleh [12] [13]. Dataset penelitian ini terdiri dari 74.975 sampel yang mewakili 5 kelas postur tangan yang dikumpulkan dari 12 responden yang berpartisipasi dalam penelitian. Meskipun target sebenarnya adalah mengembangkan postur tangan menggunakan kamera perangkat mobile (gadget), namun dalam sistem prototipe ini, demi kemudahan, postur tangan ditangkap menggunakan kamera digital yang terhubung dengan komputer dimana pengenal postur tangan dilatih dan diuji.

Kelas postur tangan yang diteliti adalah: (1) mengepal dengan ibu jari keluar, (2) berhenti dengan tangan mendatar, (3) menunjuk dengan jari telunjuk, (4) menunjuk dengan jari telunjuk dan jari tengah, dan (5) menggenggam dengan jari melingkar. . Postur dasar tangan ini diharapkan mewakili beberapa dasar untuk merancang perintah berbasis isyarat tangan untuk

mengendalikan permainan.



Gambar 2. Sarung Tangan untuk Pengambilan Data Postur

Dalam penelitian ini, dari total 11 penanda pada sarung tangan, koordinat (x, y, z) dipilih secara sengaja 5 penanda digunakan dalam penelitian ini karena alasan praktis: data yang diambil dari penanda tersebut tidak memiliki nilai yang hilang. Data marker tersebut kemudian dijadikan fitur untuk merepresentasikan postur tangan dengan menggunakan vektor 15 angka sebagai berikut. Setiap sampel postur tangan x_i direpresentasikan sebagai $\langle x_{i0}, y_{i0}, z_{i0}, \dots, x_{i4}, y_{i4}, z_{i4} \rangle$ dan label sampel yang sesuai $\llbracket y \rrbracket_{i \in \{1,2,3,4,5\}}$. Sebelum dianalisis, teknik penskalaan dan normalisasi data diadopsi sebagai prapemrosesan data

3) Pelatihan Pengenal Postur Tangan.

Sebagai pembuktian konsep, alat pengenal postur tangan dilatih sebagai prototipe perintah berbasis isyarat tangan bagi penyandang disabilitas motorik untuk mengontrol permainan. Dalam kerangka yang diusulkan, pengklasifikasi pembelajaran mesin ini menjadi komponen antarmuka pengguna game untuk memfasilitasi interaksi gamer dengan game.

Pengenalan postur tangan merupakan tugas klasifikasi yang dapat diselesaikan dengan menggunakan metode computer vision. Dalam penelitian ini, pengenal postur tangan dibangun menggunakan pohon keputusan eXtreme Gradient Boosting (Xgboost) yang diusulkan oleh [15] yang dilatih dengan pengawasan. Pelatihan model menggunakan teknik k-fold cross-validation sehingga setiap sampel pada dataset digunakan sebagai dataset pelatihan dan pengujian. Karena kesederhanaannya, akurasi digunakan untuk mengevaluasi kinerja model.

Xgboost adalah algoritma pembelajaran mesin terukur yang dapat digunakan untuk mengatasi tugas klasifikasi. Diberikan sekumpulan n -sampel dan m -fitur sebagai kumpulan data sedemikian rupa sehingga: $D = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$ sedemikian rupa sehingga setiap sampel $x_i = \langle x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im} \rangle \in \mathbb{R}^m$, setiap x_{ij} adalah fitur, dan $y_i \in \mathbb{R}$. Model ansambel pohon menggunakan fungsi aditif K untuk memperkirakan fungsi target sehingga $y_i = \sum_{k=1}^K f_k(x_i)$, dengan: $f_k \in \mathcal{F}$ dan \mathcal{F} mewakili ruang pohon regresi. Sebagai anggota algoritma pembelajaran mesin, algoritma pembelajaran xgboost memilih kumpulan fungsi yang paling optimal dari \mathcal{F} untuk digunakan dalam model dengan meminimalkan fungsi tujuan berikut [15]:

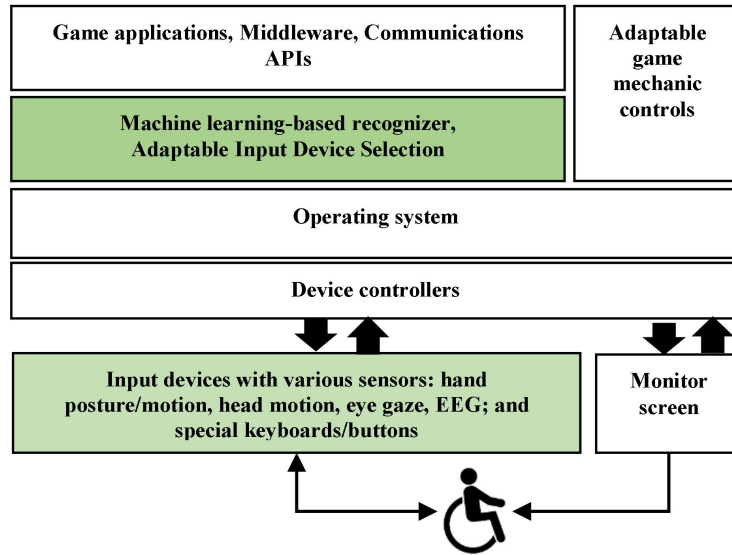
$$\mathcal{L}(\phi) = \sum_i l(\hat{y}_i, y_i) + \sum_k \Omega(f_k)$$

Dimana: $\Omega(f) = \gamma T + \frac{1}{2} \lambda \|w\|^2$, l adalah fungsi tujuan cembung terdiferensiasi yang mengukur selisih antara prediksi \hat{y}_i dan target y_i , dan suku Ω berfungsi sebagai pengatur model

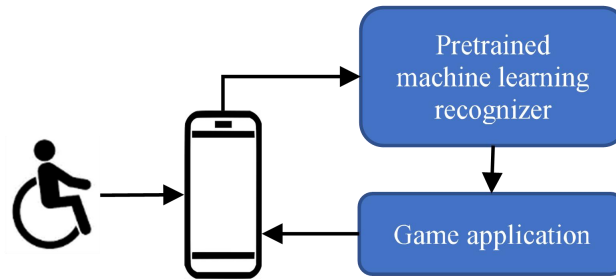
untuk mencegah terlalu pas. Penjelasan detail tentang algoritma pohon keputusan xgboost dapat ditemukan di [15].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Aksesibilitas Game



Gambar 3. Usulan Kerangka Mobile Game untuk Anak Disabilitas Motorik



Gambar 4. Model Pembelajaran Mesin dalam Antarmuka Pengguna Game untuk Anak Disabilitas Motorik

Keterbatasan kondisi penyandang disabilitas motorik menghambat mereka dalam berinteraksi dengan permainan umum yang memerlukan banyak gerakan tangan dan mengklik layar secara cepat/akurat (lihat Tabel 1). Beberapa kemungkinan dukungan interaksi antara penyandang disabilitas dan permainan telah diidentifikasi oleh IGDA [7] sebagai berikut. Pertama, Navigasi keyboard: semua perintah untuk mengontrol permainan dapat dimasukkan menggunakan keyboard fisik atau virtual yang disesuaikan dengan pesan visual dan pendengaran untuk memberikan umpan balik tentang apa yang telah dilakukan. Kedua, Kontrol yang dapat disesuaikan: memetakan ulang semua kontrol ke dalam game. Ketiga, Tutorial/bantuan Berbicara dalam game: semua penjelasan atau tutorial dalam game dan bantuan otomatis diberikan melalui suara dan visualisasi agar gamer dapat memahami banyak poin utama game dengan mudah.

Terakhir, Perangkat khusus: memperluas dukungan perangkat keras melampaui perangkat standar seperti mouse, joystick, game pad, dan kamera untuk menangkap tatapan mata dan gerakan kepala agar pemain dengan disabilitas motorik dapat memainkan lebih banyak variasi permainan.

Dalam penelitian ini prototipe antarmuka pengguna game yang diusulkan didasarkan pada asumsi bahwa pemain game dapat menggerakkan tangannya di depan kamera yang dikendalikan oleh komputer yang digunakan untuk menjalankan aplikasi game. Untuk tujuan ini, mengikuti penelitian oleh [12] [13], seorang pemain game menggunakan sarung tangan yang dilengkapi dengan beberapa reflektor. Kamera khusus yang terpasang pada komputer yang digunakan untuk menjalankan permainan akan melacak gerakan tangan pemain sebagai masukan ke pengenalan gerakan tangan berbasis pembelajaran mesin yang telah dilatih sebelumnya

Kerangka Desain Game Seluler

Aspek penting dan khas dari arsitektur game dengan penyediaan aksesibilitas game, khususnya untuk anak-anak penyandang disabilitas motorik, adalah antarmuka pengguna yang dirancang untuk memfasilitasi interaksi dengan game sesuai dengan kondisi keterbatasan fisik pemain game.

Belajar dari kerangka umum yang diusulkan oleh [14] dan mempertimbangkan persyaratan khusus untuk pengguna game yang ditargetkan, kerangka yang diusulkan terdiri dari beberapa komponen yaitu: (1) perangkat input untuk menangkap gerakan atau postur bagian tubuh yang dikendalikan oleh driver perangkat dan pengoperasian perangkat seluler. sistem; (2) pemilihan perangkat adaptif dan pembelajaran mesin untuk mengenali (mengklasifikasikan) data masukan yang ditangkap oleh sensor. Keluaran dari komponen ini menjadi masukan untuk dinamika permainan; dan (3) aplikasi permainan meliputi dinamika permainan dan mekanika permainan.

Bagian penting dalam kerangka yang diusulkan (lihat Gambar 3) adalah pengenalan bagian tubuh berbasis pembelajaran mesin. Alasan memiliki komponen ini adalah sebagai berikut. Mengingat sensor yang tersedia secara luas untuk mengumpulkan data, dari sisi aplikasi game, agen cerdas harus dirancang untuk mengambil data yang dikumpulkan oleh sensor dan mengubah data tersebut menjadi sinyal yang sesuai dengan fungsi game yang mengontrol dinamika game. Masalah ini membuka banyak potensi pemanfaatan berbagai metode pembelajaran mesin untuk memproses aliran data yang mewakili interaksi gamer dengan aplikasi game. Data yang dikumpulkan menggunakan berbagai sensor kemudian dipetakan ke perintah yang telah ditentukan sebelumnya untuk mengontrol permainan atau dinamika permainan (lihat Gambar 4).

Pengenalan Postur Tangan

Distribusi kelas postur tangan dari dataset yang digunakan dalam penelitian ini dapat diringkas menggunakan histogram berikut.



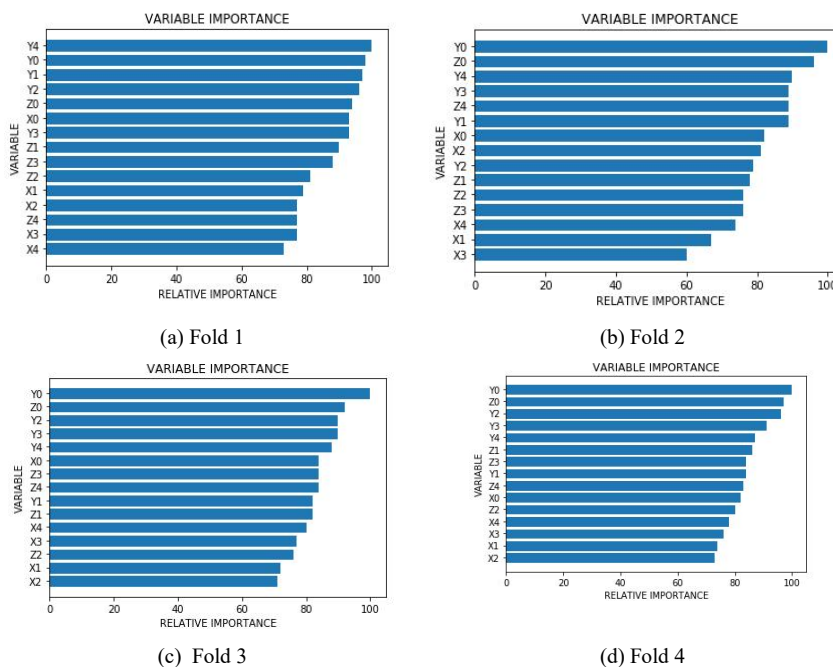
Gambar 5. Histogram Kelas Postur Tangan

Terlihat pada Gambar 5, distribusi frekuensi kelas postur tangan relatif seimbang. Kinerja pembelajaran model pohon keputusan xgboost dengan hyper-parameter: jumlah pohon = 50, kecepatan_belajar=0,15, kedalaman pohon maks=8 dapat diringkas sebagai berikut:

Tabel 1. Kinerja Pelatihan Model Pohon Keputusan Xgboost

Fold	Training Accuracy	Testing Accuracy
1	98.57	96.74
2	98.50	96.95
3	98.43	96.63
4	98.41	96.73
Average	98.48	96.76

Dari Tabel 1 di atas, dapat disimpulkan bahwa data pelatihan dapat dipisahkan dan model yang diusulkan mencapai akurasi tinggi untuk mengenali setiap kelas postur tangan yang diberikan.



Gambar 6. Histogram Pentingnya Variabel pada Setiap Lipatan Pelatihan

Gambar 6 menunjukkan bahwa setiap fitur dataset tidak memiliki efek yang sama dengan kelas postur tangan. Pada setiap lipatan, perubahan koordinat x cenderung memberikan pengaruh yang lebih kecil terhadap kelas postur tangan dibandingkan dengan koordinat y. Artinya pengaruh gerakan tangan dalam arah horizontal terhadap prediksi kelas postur tangan lebih kecil dibandingkan dengan pengaruh gerakan tangan dalam arah vertikal.

Tabel 2. Analisis Kebutuhan Aksesibilitas Permainan pada Anak Disabilitas Motorik

Motor Disability Category	Condition	Potential Interaction with Games
Paralysis	<ul style="list-style-type: none"> The person may have only a limited ability to move any part of their body because the nerves to control the voluntary muscles of the body are no longer signaling those muscles. 	<ul style="list-style-type: none"> Certain types of games requiring excellent hand/eye coordination or the ability to rapidly press a button are not really accessible. Other types of games such as turn based strategy games may be more suitable, assuming they could work with adaptive hardware. Game Accessibility Solution: game should require low hand/eye coordination so that eye gaze can be utilize to interact with games.
Neurological Disorders	<ul style="list-style-type: none"> The person may experience mobility issues becauseof nerve problem in transmitting impulses to muscles. 	<ul style="list-style-type: none"> Solution for game accessibility is almost similar to paralysis
Repetitive Stress Injury	<ul style="list-style-type: none"> The person may experience mobility issues due to some injuries. Although most of these injuries are readily treatable, if the person unable to quit the same habits, the stress injury might reoccur. 	<ul style="list-style-type: none"> In many cases, changes in the ergonomics of where they play or use of a different type of controller may remove the problem. Game Accessibility Solution: game should be adaptive to adjust: (1) gamers game achievements, and (2) alternative means of interaction with game (eye gaze, hand motion, head motion, voice, etc).
Age Related Issues/lack of mobility and lack of steadiness	<ul style="list-style-type: none"> Due to gradual loss of muscle tone, the person might experiences some difficulties in moving fingers or hands, gradual loss of flexibility in joints, or making fine movements more difficult. 	<ul style="list-style-type: none"> Games requiring the player to participate with their whole body. Controllers can cause problems for an increasingly older population. A game that required a lot of mouse motion and rapid, accurate clicking on the screen will probably not appeal to older gamers Game Accessibility Solution: game should be adaptive to adjust: (1) gamers game achievements, and (2) alternative means of interaction with game (eye gaze, hand motion, head motion, voice, etc).

KESIMPULAN

Temuan penelitian ini memvalidasi beberapa hasil penelitian sebelumnya tentang aksesibilitas game yang mengklaim kelayakan merancang game dengan antarmuka pengguna alami sehingga anak-anak dengan beberapa disabilitas motorik dapat terlibat dan menikmati bermain game komputer. Meskipun datanya terbatas, temuan penelitian menunjukkan beberapa potensi untuk menggunakan postur tangan sebagai landasan untuk mengembangkan perintah visual untuk mengontrol permainan di masa depan.

Munculnya teknologi berbasis pembelajaran mesin dalam sepuluh tahun terakhir memberikan peluang kreatif bagi para desainer game dalam merancang dan mengembangkan antarmuka pengguna game sehingga game tersebut tidak hanya menghibur dan mendidik tetapi juga ramah terhadap disabilitas motorik. Eksplorasi potensi-potensi tersebut menjadi langkah selanjutnya dalam kajian ini.

Berisi deskripsi tentang kesimpulan hasil penelitian dalam bentuk refleksi teoritis dan rekomendasi. Dalam bagian ini juga dimasukkan saran kepada yang diteliti atau peneliti selanjutnya (Times New Roman, size 12, Spacing: before 0 pt; after 0 pt, Line spacing: 1)

DAFTAR REFERENSI

- [1] Cambridge English Dictionary. Game. Cambridge English Dictionary Online, accessed July 27, 2018. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/computer-game>
- [2] Collins English Dictionary. Computer Game. Collins English Dictionary, accessed July 27, 2018. <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/computer-game>
- [3] Wen, T., Wang, L., Gu, J., & Huang, B. (2009, June). A 3-D acceleration-based control algorithm for interactive gaming using a head-worn wireless device. In *Bioinformatics and Biomedical Engineering, 2009. ICBBE 2009. 3rd International Conference on* (pp. 1-3). IEEE.
- [4] Kementrian Kesehatan RI, "Situasi Penyandang Disabilitas," *Bul. Jendela Data Inf. Kesehat.*, vol. Semester 2, no. 1, pp. 1-5, 2014.
- [5] Song, Y., Luo, Y., & Lin, J. (2011, November). Detection of movements of head and mouth to provide computer access for disabled. In *2011 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence* (pp. 223-226). IEEE.
- [6] Alhargan, A., Cooke, N., & Binjammaz, T. (2017, October). Affect recognition in an interactive gaming environment using eye tracking. In *Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 2017 Seventh International Conference on* (pp. 285-291). IEEE.
- [7] K. Bierre, M. Hinn, T. Martin, and M. McIntosh, "Accessibility in Games: Motivations and Approaches," ... *Pap. Int. Game ...*, 2004.
- [8] B. Yuan, E. Folmer, and F. C. Harris, "Game accessibility: A survey," *Univers. Access Inf. Soc.*, vol. 10, no. 1, pp. 81-100, 2011.
- [9] Palisano, R. J. (2006). A collaborative model of service delivery for children with movement disorders: a framework for evidence-based decision making. *Physical Therapy*, 86(9), 1295-1305.
- [10] Kumar, D., & Sharma, A. (2016, September). Electrooculogram-based virtual reality game control using blink detection and gaze calibration. In *Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), 2016 International Conference on* (pp. 2358-

- 2362). IEEE.
- [11] Lu, F., Okabe, T., Sugano, Y., & Sato, Y. (2014). Learning gaze biases with head motion for head pose-free gaze estimation. *Image and Vision Computing*, 32(3), 169-179.
 - [12] A. Gardner, J. Kanno, C. A. Duncan, and R. Selmic. 'Measuring distance between unordered sets of different sizes,' in 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR), June 2014, pp. 137-143.
 - [13] A. Gardner, C. A. Duncan, J. Kanno, and R. Selmic. '3D hand posture recognition from small unlabeled point sets,' in 2014 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC), Oct 2014, pp. 164-169.
 - [14] Vickers, S., Istance, H., & Heron, M. J. (2013, April). Accessible gaming for people with physical and cognitive disabilities: a framework for dynamic adaptation. In *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 19-24). ACM.
 - [15] Chen, T., & Guestrin, C. (2016, August). Xgboost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining* (pp. 785-794). ACM.
 - [16] V. Ghini, S. Ferretti, and F. Panzieri, "Mobile Games Through the Nets: A Cross-layer Architecture for Seamless Playing," *Proc. 3rd Int. ICST Conf. Simul. Tools Tech.*, p. 7:1-7:8, 2010.